

Crescimento de área e índice de área foliar de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. em diferentes condições de cultivo

The growth of leaf area and leaf area index of Eucalyptus dunnii Maiden. seedlings under different growth conditions

Carlos Roberto Sanquetta¹, Ana Paula Dalla Corte¹, Alexandre Behling¹, Guilherme Camacho Cadore¹, Sérgio Costa Junior¹, Marieli Sabrina Ruza^{1,2}

¹ Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná – UFPR.

² Autor para correspondência (Author for correspondence): marielisabrina93@gmail.com

Resumo

A área foliar é considerada como um parâmetro que influencia diretamente o crescimento das plantas, uma vez que ela está estreitamente relacionada com a interceptação da radiação solar e, portanto, com a capacidade fotossintética. Assim, o presente trabalho teve como objetivo o de avaliar o crescimento e o índice de área foliar mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden quando submetidas a diferentes ambientes e densidades de cultivos. O estudo foi realizado em dois ambientes de cultivo e duas densidades de mudas por bandeja, conduzido no viveiro do Laboratório de Inventário Florestal (LIF)/ Centro de Excelência em Pesquisas sobre Fixação Carbono na Biomassa (BIOFIX), no município de Curitiba, PR. Os ambientes em estudo foram constituídos por ambiente natural (pleno sol) e ambiente protegido (casa de vegetação, com cobertura de polietileno de baixa densidade, com 150 µm de espessura), dispostas em duas densidades de plantas nas bandejas de 96 células (100 e 50% de ocupação da bandeja). Aos 50 dias após a germinação iniciaram-se as avaliações, sendo sete avaliações com intervalo de aproximadamente 20 dias entre si, nas quais foram mensuradas as características de crescimento e o índice de área foliar. Com os resultados obtidos verificou-se que o ambiente de cultivo interfere no crescimento da área e do índice de área foliar, de modo a se atingir maiores valores no ambiente casa de vegetação. Já quanto a densidade de mudas, esta influência o crescimento do índice de área foliar, de modo que os maiores valores são observados nas maiores densidades de plantas.

Palavras-chave: viveiro, produção de mudas, ambiente protegido.

Abstract

Leaf area has been considered the parameter that directly influences the growth of plants, once it is strictly related to solar radiation interception, and, therefore, the photosynthetic capacity. Thus, the present paper has as objective the assessment of growth of leaf area and leaf area index of *Eucalyptus dunnii* Maiden seedlings when under different growth environments and densities. This study was conducted in two growth environments and two seedlings densities on the trays, in the Laboratory of Forest Inventory (LIF)/ Center of Excellence for Research on Biomass and Carbon (BIOFIX), in Curitiba, PR, Brazil. The chosen environments were natural environment (sun exposed) and protected environment (inside a plastic green house, with a low density polyethylene cover of 150 µm width). Seedlings were arranged in two densities in 96 cells trays (100 and 50% of tray occupancy). By the 50th day after germinating, the evaluations were started, summing seven with a 20 days gap between each one. It was assessed growth characteristics as well as leaf area index. It was verified that the growth environment interferes on leaf area and leaf area index growth, thus these achieved higher values inside the greenhouse. Considering seedlings density, it influences the growth of leaf area index, being the highest values observed on higher densities.

Keywords: nursery, seedlings production, protected environment.

INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* ocupa no Brasil e no mundo uma posição de destaque, sendo a essência florestal mais cultivada. Isso se deve a peculiaridades como rápido crescimento, alta produtividade, qualidade da madeira e da celulose, poder calorífico, rusticidade, forma do tronco e adaptação às condições adversas, entre outras (Bamberg et al., 2012).

Segundo Associação Brasileira dos Produtores de Florestas Plantada (Associação Brasileira De Produtores De Florestas

Plantadas, 2013), os estados de Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul, Espírito Santo e Paraná detinham 83,6% dos plantios do gênero *Eucalyptus* em 2012, somando junto mais de 5,1 milhões de hectares. De acordo com Rosa (2006), umas das espécies do gênero *Eucalyptus* que tem se destacado nas últimas décadas, tendo sido objeto de pesquisa, especialmente no sul do Brasil, é o *Eucalyptus dunnii* Maiden. O *Eucalyptus dunnii* Maiden é uma espécie com potencial

de produção de mais de 50 m³. ha⁻¹.ano⁻¹ de madeira.

Segundo Santos et al., (2000), para obter o êxito de um plantio e conseqüentemente a formação de florestas de alta produtividade é indispensável uma boa genética das sementes e qualidade das mudas. Segundo Paiva & Gomes (1995), mudas de boa qualidade devem apresentar, sistema radicular bem formado, com raiz principal sem enovelamento e raízes secundárias bem distribuídas, propiciando uma maior resistência e garantindo o bom desenvolvimento da mesma no campo.

A produção de mudas de qualidade é essencial para o sucesso no estabelecimento de povoamentos florestais. As mudas devem resistir a condições adversas e serem capazes produzir árvores com crescimento satisfatório (Paiva & Gomes, 1995; Gonçalves et al., 2004). Um dos fatores que pode influenciar na qualidade da formação e produção de mudas, é a densidade de cultivo e a ambiência a serem utilizados.

Para a produção de mudas desta essência, assegurando padrões de qualidade e grandes quantidades, os recipientes mais utilizados são os tubetes (Gomes et al., 2003). De acordo com Gonçalves (1995) a utilização de tubetes também eleva o grau de automação dos viveiros florestais, reduz custos e tempo de cultivo.

No entanto, a quantidade de tubetes que são colocados por bandeja (suporte dos recipientes), determina a densidade de mudas e, conseqüentemente, o grau de competição por espaço e sua capacidade de assimilar radiação solar (Carneiro, 1995). Além disso, a densidade influencia diretamente o desenvolvimento e a arquitetura das plantas, apresentando assim, padrões diferenciados em resposta aos variados espaçamentos (Ataíde et al., 2010) o que resulta em diferentes taxas de crescimento (Chinchilla et al., 1990). Segundo Caron et al., (2012), a densidade de plantas influencia o incremento do índice de área foliar, devido a afetar a distribuição da área foliar no dossel das plantas. Com maior índice de área foliar, maior será a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa

interceptada, conseqüentemente mais elevado será acúmulo em matéria seca da planta.

Estes fatos foram também verificados no trabalho conduzido por Ataíde et al. (2010), onde os mesmos constataram que a fitomassa acumulada por mudas clonais de eucalipto e sua repartição em raiz e parte aérea aumentou à medida que o espaçamento das plantas na bandeja diminuiu. Ataíde et al. (2010), ainda mencionam que além das vantagens morfofisiológicas da maior densidade de cultivo, quantidades superiores de mudas por bandeja resultam em maior retorno econômico e eficiência na viveiricultura. Porém, deve-se também considerar que os espaços entre os tubetes representam um elevado percentual de áreas não utilizadas das bandejas, culminando no desperdício de água, e nutrientes.

A densidade também é um dos fatores que afetam a distribuição da área foliar no dossel das plantas (Caron et al., 2012), e conseqüentemente, a maneira de como é interceptada a radiação solar (Stewart et al., 2003). A área foliar tem sido considerada como uma das características biofísicas da planta mais importantes, porque é ela que determina a interceptação da energia luminosa para a realização da fotossíntese estando, portanto, relacionada com o crescimento das plantas (Linhares et al., 2000; Villa Nova et al., 2003; Xavier & Vettorazzi, 2003).

O ambiente em que a planta cresce é de fundamental importância, pois suas adaptação a este depende do ajuste do seu aparelho fotossintético, de modo que a luminosidade seja utilizada de maneira mais eficiente possível. As respostas destas adaptações serão refletidas no crescimento global da planta (Engel & Poggiani, 1991).

Caron et al. (2012), em um estudo com *Eucalyptus grandis*, constatou que ao aumentar o índice de área foliar, eleva-se, a superfície de absorção de radiação e conseqüentemente a produção de fitomassa também é maior, constatou ainda que a eficiência fotossintética é função direta da densidade de plantas, pois o índice de área foliar é quem determina tal valor.

Para Taiz e Zeiger (2004), o crescimento de uma planta é o resultado do saldo de biomassa acumulada pela fotossíntese. Como os processos fotossintéticos ocorrem nas folhas da planta, o conhecimento dos fatores que alteram seu tamanho, dada pela área de folhas, bem como a ocupação do espaço do ambiente de cultivo, dada pelo índice de área foliar, é de fundamental importância para o aprimoramento de técnicas na viveiricultura. A área foliar corresponde ao valor absoluto em cm^2 da superfície das folhas. O índice de área foliar de acordo com a definição clássica definida por Watson (1947) corresponde à área foliar integrada do dossel por unidade de superfície projetada no solo (m^2/m^2), sendo, portanto, adimensional.

Portanto, gerar indicadores numéricos da área foliar no caso IAF e AF, bem como verificar sua resposta ao longo do ciclo de crescimento das mudas e em função das condições de cultivo, permitirá conduzir novos estudos, tendo em vista as relações que ocorrem entre a área foliar e o crescimento da espécie em estudo. Assim, objetivou-se com este trabalho quantificar o crescimento e o índice de área foliar em mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no viveiro do Laboratório de Inventário Florestal (LIF) / Centro de Excelência em Pesquisas sobre Fixação Carbono na Biomassa (BIOFIX) da Universidade Federal do Paraná (UFPR) ($25^{\circ}26'49''$ S e $49^{\circ}14' 14''$ W, a 935 m de altitude), no município de Curitiba – Paraná. Foi estudada a produção de mudas em tubetes da espécie *Eucalyptus dunnii* Maiden no período de novembro de 2012 a abril de 2013, submetidas a dois ambientes de cultivo e a duas densidades de mudas.

Os tratamentos foram arrançados no esquema trifatorial de $2 \times 2 \times 6$ (ambiente \times densidade \times dias após a emergência), no delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. A unidade experimental foi constituída por 66 e 48 plantas, respectivamente para 100 e 50% de ocupação

da bandeja denominada de densidade alta e média respectivamente. A densidade alta equivaleu a $736 \text{ plantas.m}^{-2}$ e para a média de $368 \text{ plantas.m}^{-2}$.

O ambiente protegido correspondeu a uma casa de vegetação do tipo Pampeana, com cobertura de polietileno de baixa densidade, com 150 mm de espessura, e laterais cobertas por sombrite de 30% de sombreamento. O segundo ambiente foi o natural ou pleno sol, que se caracteriza por não conter qualquer tipo de cobertura.

A produção das mudas foi realizada a partir de sementes oriundas de povoamentos da empresa KLABIN[®] de Telêmaco Borba – Paraná. A semeadura foi realizada em 20 de novembro de 2012, sendo colocadas 10 sementes por tubete, estes preenchidos com substrato comercial (Tropstrato HT[®]). Aos 15^o dia após a emergência foi efetuado o raleio das plântulas, deixando somente a melhor e mais central. Os tratamentos foram definidos relativos à densidade e aos ambientes de cultivo.

Durante a condução do experimento foram realizadas regas diárias utilizando um sistema de microaspersão, mantendo sempre a capacidade de campo do substrato. Além disso, foram realizadas quatro fertilizações, utilizando fertilizante foliar (*Folly Fertil*) com a seguinte composição: N 15% (202 g L^{-1}); P_2O_5 22% (297 g L^{-1}); K_2O 2% (27 g L^{-1}).

Realizaram-se seis avaliações que ocorreram aos 65,85,105,125, 145 e 165 dias após a emergência, onde duas mudas por tratamento e repetição foram amostradas, totalizando 336 mudas avaliadas. Foram utilizadas as 14 mudas centrais de cada bandeja, com a finalidade de evitar a influência do efeito de borda sobre as mudas amostradas.

Nas mudas amostradas foram separadas as estruturas (raiz, caule e folhas), as quais foram utilizadas para determinar o crescimento a partir da mensuração da área foliar com o auxílio de um integrador (CI – 202 *Portable Laser Leaf Area Meter* CID Bio-science), e a massa seca, as quais foram secas em estufa de circulação e renovação de ar a 65°C e pesadas em balança analítica de

precisão, obtendo assim valores de massa seca de cada estrutura das mudas amostradas.

A partir da área foliar, foi calculado o índice de área foliar (IAF) pela razão entre a área foliar média em cada bandeja e a área explorada pelas mudas, ou seja: $IAF = AF/E$ sendo que: IAF é o índice de área foliar, adimensional; AF é a área foliar média das duas plantas mensuradas por parcela, expressa em cm^2 ; E é a área explorada pela muda, expresso em cm^2 .

Os dados de área e índice de área foliar foram submetidos à análise de variância. Inicialmente, foram testadas as pressuposições básicas da análise da variância (homogeneidade) por meio do teste de Bartlett e assim a área foliar foi transformada em \sqrt{x} e o índice de área foliar em $\log_{10} x$. A . Os demais fatores não foram significativos ($p > 0,05$).

posteriori os dados foram submetidos à análise de variância e quando algum fator de estudo demonstrou-se significativo ($p < 0,05$) seus efeitos foram desmembrados por meio do teste de comparação de médias de Tukey. Quando o fator “dias após a emergência” foi significativo optou-se por realizar análise de regressão e o teste F, que indicou o grau do polinômio a ser utilizado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou existir diferenças significativas para o crescimento em área foliar em função dos dias após a emergência e do ambiente de cultivo (Tabela 1), sendo fatores independentes

Tabela 1. Análise de variância da área foliar (AF) e do índice de área foliar (IAF) de *Eucalyptus dunnii* em função do ambiente de cultivo (casa de vegetação e natural), da densidade de mudas na bandeja (alta e média) e dos dias após emergência - DAE (65, 85, 105, 125, 145 e 165).

Table 1. Analysis of variance of leaf area (AF) and leaf area index (IAF) of *Eucalyptus dunnii* seedlings in function of growing environment (greenhouse and natural), seedlings growing density (high and medium) and days after emergence - DAE (65, 85, 105, 125, 145 e 165).

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado médio	
		AF	IAF
DAE	5	542,63*	6,089*
Ambiente	1	13,44*	0,117*
Densidade	1	1,68 ^{ns}	2,814*
DAE*Ambiente	5	2,32 ^{ns}	0,014 ^{ns}
DAE*Densidade	5	0,49 ^{ns}	0,004 ^{ns}
Ambiente*Densidade	1	0,44 ^{ns}	0,009 ^{ns}
DAE*Ambiente*Densidade	5	0,55 ^{ns}	0,016 ^{ns}
Coeficiente de determinação		95,66%	97,01%
Coeficiente de variação		11,59%	18,55%

* Significativo a 5% de probabilidade de erro. ns: não significativo a 5% de probabilidade de erro.

A área foliar das mudas foi maior quando cultivadas dentro da casa de vegetação (Tabela 2). O ambiente, casa de vegetação permitiu um crescimento aproximadamente 12% maior quando comparado ao ambiente natural. Tal razão pode ser em função de

modificações microclimáticas ocasionadas pelas estufas, que por sua vez, altera os parâmetros produtivos de uma determinada espécie (Della Vecchia et al., 2007; Steidle Neto et al., 2008).

Tabela 2. Teste de Tukey para a área foliar (AF) de *Eucalyptus dunnii* em função do ambiente de cultivo.

Table 2. Tukey test for leaf area (LF) of *Eucalyptus dunnii* seedlings in function of growing environment.

Ambiente	AF
Casa de vegetação	10,16 a
Natural	9,49 b

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey.

Uma dessas alterações causadas, por exemplo, é na radiação solar global. Por sua vez, dentro do ambiente protegido a mesma é diminuída em função da transmissividade do plástico da cobertura. Entretanto, que pode ser compensada pelo aumento da radiação difusa, que tem importância por ser multidirecional e penetrar melhor no interior do dossel vegetativo, conforme destacam Buriol et al. (1995) e Beckmann et al. (2006) o que resulta num maior crescimento. Diferentes autores encontraram valores maiores de radiação difusa dentro de estufas de plástico do que ao ambiente externo, tal como Farias et al. (1993) e Papadakis et al. (2000), em que verificaram que a radiação difusa

externamente foi em média 65% inferior a observada no interior da estufa.

A análise de variância revelou existir diferenças significativas para o crescimento em índice de área foliar em função dos dias após a germinação, ambiente de cultivo e da densidade de mudas na bandeja (Tabela 1), demonstrando a independência entre estes fatores.

Do mesmo modo que para a área foliar, também foram obtidos maiores valores para o índice de área foliar quando as mudas foram cultivadas dentro casa de vegetação (Tabela 3). O ambiente casa de vegetação permitiu um crescimento aproximadamente 13% superior quando comparado ao ambiente natural

Tabela 3. Teste de Tukey para o índice de área foliar (IAF) de *Eucalyptus dunnii* em função do ambiente de cultivo e da densidade de cultivo de mudas.

Table 3. Tukey test for leaf area index (LAI) of *Eucalyptus dunnii* seedlings in function of growing environment and seedlings growing density.

Ambiente	IAF
Casa de vegetação	0,59 a
Natural	0,53 b
Densidade	IAF
Alta	0,71 a
Média	0,41 b

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey.

A área foliar não sofreu influência da densidade de mudas na bandeja, embora o índice de área foliar sempre foi maior na densidade mais alta. Os maiores índices de área foliar nas densidades altas ocorrem devido a ocupação mais rápida da área foliar no espaço entre as mudas. Isso quer dizer que a área foliar individual de cada muda não sofre influência da densidade no seu crescimento, entretanto ao rearranjar as

mudas do espaçamento da densidade alta fez com que eleve o índice de área foliar, ou seja, houve uma maior ocupação do espaço entre as mudas. Isso também foi observado nas pesquisas conduzidas com mudas de eucalipto por Caron et al. (2012) e Bamberg et al. (2012). Desse modo, o índice de área foliar é um bom indicador para medir a densidade de plantas, que pode ser manipulável por meio da densidade de cultivo das mesmas, tal como

sugerido por Kunz et al. (2007) em estudos com milho.

Os maiores IAF observados nesse estudo estão relacionados com as maiores densidades, permitindo que a mudas aumentem a interceptação de radiação fotossintética por unidade de área e de tempo, resultando em maior produtividade. De acordo Mayers et al. (1991), a eficiência na interceptação de radiação fotossinteticamente ativa está relacionada com o IAF da cultura e que o aumento do IAF proporciona incremento na interceptação de radiação.

A área e o índice de área foliar tenderam a atingir um valor máximo, aproximadamente aos 150 dias, e a partir de então este tendeu a se estabilizar (Figura 1). Tal efeito é coerente, pois, com o crescimento e expansão da área foliar, aumenta-se a interceptação das folhas superiores o que provoca auto sombreamento, estabilizando-se então o crescimento ou até

por vezes reduzindo-o. Eloy et al (2014) determinou o período de permanência de mudas de *E. grandis* em casa de vegetação, utilizando os parâmetros morfológicos de altura, diâmetro de colo e fitomassa seca total, que o período de permanência de mudas do viveiro varia entre 110 a 150 dias dependendo do tratamento utilizado (densidade de 736 e 528 mudas por m² para os tubetes pequenos - 50 cm³ e 368 e 264 para os tubetes médios - 90 cm³). Esses resultados estão também de acordo com o que foi observado para os valores de área e de índice de área foliar. Assim, para a manutenção de mudas no viveiro após esse período torna-se interessante, embora não foi neste estudo, diminuir a densidade de mudas na bandeja de modo a aumentar o espaço vital para cada muda, ofertando assim, melhores condições para a incidência de luz solar para as folhas presentes na parte inferior do dossel das mudas.

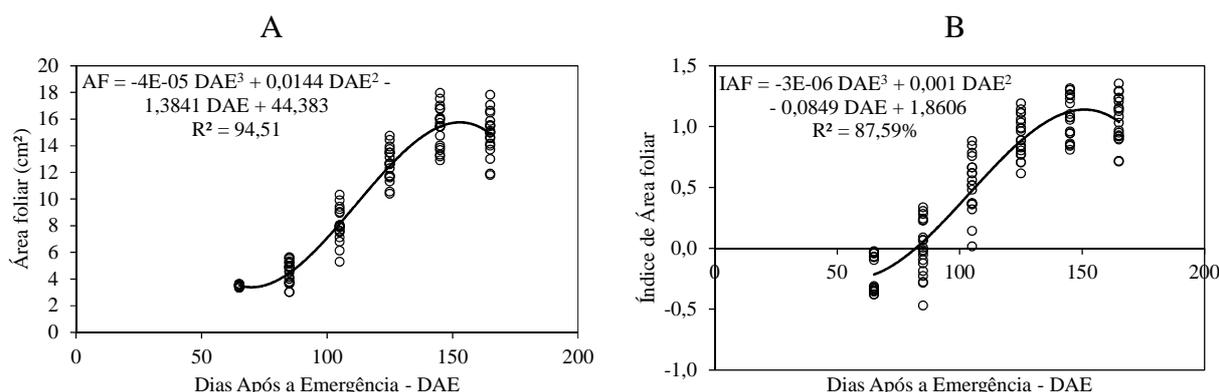


Figura 1. A: crescimento em área (AF); B: crescimento em índice de área foliar (IAF), em função dos dias após a emergência de mudas *Eucalyptus dunnii* cultivadas em ambiente protegido e natural e em duas densidades de cultivo: baixa e média.

Figure 1. A: leaf area growth (AF); B: leaf area index growth (IAF), in function of the days after emergence of *Eucalyptus dunnii* seedlings grown in protected and natural environments and two growth densities: low and medium.

Para produzir mudas em menor intervalo de tempo, mantendo a mesma qualidade de mudas, deve-se utilizar a densidade alta e cultivá-las dentro de casas de vegetação. Essas conclusões também foram apontadas para mudas de *E. grandis* (conduzidas em ambiente estufa e sob densidade de 736 e 528 mudas por m² para os tubetes pequenos - 50 cm³ e 368 e 264 para os tubetes médios - 90 cm³) por Eloy et al. (2013), Bamberg et al. (2012) e Caron et al. (2012), também observou que os maiores valores de eficiência

de conversão de radiação solar em fitomassa de mudas de eucalipto foram obtidos quando as mudas foram conduzidas em densidades altas dentro de estufa.

CONCLUSÕES

O ambiente de cultivo casa de vegetação influenciou positivamente no crescimento da área e do índice de área foliar das plantas submetidas a ambas as densidades. Essa influência atribui-se ao efeito das melhores

condições de temperatura e qualidade da radiação fotossinteticamente ativa proporcionada por este ambiente. Quanto aos valores de crescimento do índice de área foliar, os maiores foram observados nas maiores densidades de plantas, sendo o maior no tratamento em casa de vegetação.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. 2011. **Anuário Estatístico da ABRAF 2011**: ano base 2010. Brasília.
- ATAÍDE, M. G.; CASTRO, R. V. O.; SANTANA, R. C.; DIAS, B. A. S.; CORREIA, A. C. G.; MENDES, A. F. N. 2010. Efeito da densidade na bandeja sobre o crescimento de mudas de eucalipto. **Revista Trópica**, 4 (2): 21-26. Disponível em: <<http://www.periodicoeletronicos.ufma.br/index.php/caatropica/search/advancedResults>>. Acesso em 20 fev.
- BAMBERG, R.; CARON, B. O.; SCHIMDT, D.; BEHLING, A. 2012. Determinação do fitocromo em mudas de eucalipto em função do volume do tubete e da densidade de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, 8 (15): 629-641.
- BECKMANN, M. Z.; DUARTE, G. R. B.; PAULA, V. A. de; MENDEZ, M. E. G.; PEIL, R. M. N. 2006. Radiação solar em ambiente protegido cultivado com tomateiro nas estações verão-outono do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, 36: 86-92.
- BURIOL, G. A.; STRECK, N. A.; PETRY, C.; SCHNEIDER, F. M. 1995. Transmissividade da radiação solar do polietileno de baixa densidade utilizado em estufa. **Ciência Rural**, 25 (1): 1-4.
- CARNEIRO, J. G. A. 1995. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF.
- CARON, B.O.; SOUZA, V.Q.; TREVISAN, R.; BEHLING, A. SCHMIDT, D.; BAMBERG, R.; ELOY, E. 2012. Eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada em fitomassa de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, 36 (5): 833-842.
- CARON, B.; MEDEIROS, S. P. L.; MANFRON, P. A.; SCHMIDT, D.; POMMER, S. F.; BIACHI, C. 2003. Eficiência de conversão da radiação solar fotossinteticamente ativa interceptada em fitomassa de alface. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, 11 (2): 261-268.
- CARON, B.; SCHMIDT, D.; MEDEIROS, S. P. L.; HELDWEIN, A. B.; MANFRON, P. A. 2012. 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**, 10 (2): 215-219.
- CHINCHILLA, C. M.; UMAÑA, C. H.; RICHARDSON, D. L. 1990. Material de desarrollo avanzado en viveros de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). Espaciamento y volumen de bolsa. **Turrialba**, 40 (4): 428-439.
- DELLA VECCHIA, M. G. S.; ROSA, D. D.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIN, L. RESENDE, J. A. M.; RIBEIRO, A. 2007. Dinâmica temporal e espacial da begomovirose causada por *Tomato yellow vein streak* vírus em tomateiro na região de Campinas-SP. **Summa Phytopathologica**, 33 (4): 388-396.
- ELOY, E.; CARON, B. O.; BEHLING, A.; ELLI, E. F.; MONTEIRO, G. C. 2012. Influência do espaçamento na interceptação de radiação do dossel vegetativo de espécies arbóreas. **Enciclopédia Biosfera**, 8 (14): 683-691.
- ENGEL, V.L.; POGGIANI, F. 1991. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 3 (1): 39-45.
- FARIAS, J. R. B.; BERGAMASCHI, H.; MARTIS, S. R.; BERLATO, M. 1993. Efeito da cobertura plástica sobre a radiação solar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, 1(1): 31-36.
- GOMES, J. M. ; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A. 2003. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, 27 (2): 113-127.
- GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V. A. G.; GAVA, J. L.; 2004. Evaluation of minimum and intensive soil preparation regarding fertility and tree nutrition. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Forest nutrition and fertilization**. Piracicaba: IPEF.
- GONÇALVES, A. L. 1995. Substratos para a produção de plantas ornamentais. In: MINAMI, K. et al. (Eds.). **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: Fundação Salim Farah Maluf, p. 128.
- KUNZ, J. H.; BERGONSI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; HECKLER, B. M. M.; COMIRAN, F. 2007. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 42 (11): 1511-1520.
- LINHARES, C. A.; PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. 2000. Relação entre volume de madeira e índice de área foliar em um povoamento de *Pinus* spp.: estudo de caso. **Revista Árvore**, 24: 47-54.
- MAYERS, J. D.; LAWN, R. J.; BYTH, D. E. 1991. Agronomic studies on soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) in the dry seasons of the tropics. Limits to

yield imposed by phenology. **Australian Journal of Agricultural Research**, 42 (7): 1075-1092.

PAPADAKIS, G.; BRIASSOULIS, D.; MUGNOZZA, G. S.; VOX, G.; FEUILLOLEY, P.; STOFFERS, J.A. 2000. Radiometric and thermal properties of, and testing methods for greenhouse covering materials. **Journal of Agricultural Engineering Research**, 77(1): 7-38.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. 1995. **Viveiros florestais**. Viçosa: UFV.

ROSA, L. S. 2006. Adubação nitrogenada e substratos na miniestaquia de *Eucalyptus dunnii* Maiden. 2006. 89 p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SANTOS, C. B.; LONGHI, S. J.; HOPPE, J. M.; MOSCOVICH, F. A. 2000. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. Don. **Ciência Florestal**, 10 (2): 1-15.

STEWART, D. W.; COSTA, C.; DWYER, L. M.; SMITH, D. L.; HAMILTON R. I.; MA, B. L. 2003. Canopy structure, light interception and photosynthesis in maize. **Agronomy Journal**, 95 (6): 1465-1474.

STEIDLE NETO, A. J. et al. 2008. Razão entre radiação fotossinteticamente ativa e radiação global no cultivo do tomateiro em casa-de-vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 12(6): 626-631.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

VILLA NOVA, N. A.; MOREIRA, P. R., PEREIRA, A. B. 2003. Eficiência de captura de energia solar por um dossel de *Eucalyptus pellita* F. Muell sob várias densidades de plantio. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, 11 (2): 63-68.

XAVIER, A. C. & VETTORAZZI, C. A. 2003. Índice de área foliar de coberturas em uma microbacia hidrográfica subtropical. **Scientia Agrícola**, 60 (3): 425-431.

WATSON, D.J. 1947. Comparative physiological studies on growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**, 11: 41-76.

Recebido em 21 de agosto de 2014. Aprovado em 28 de outubro de 2014.