

Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência de níveis de sombreamento na produção de mudas de *Eucalyptus grandis*. As mudas foram submetidas aos tratamentos: 0%; 18%; 30%; 50% e 70% de atenuação da radiação solar, através de telas de poliolefinas de coloração preta. O experimento foi realizado nos meses de outono de 2009 no viveiro municipal da cidade de Catanduvas – PR, durante um período de 90 dias. O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições. A repicagem das mudas da sementeira para os tubetes ocorreu no trigésimo dia após a semeadura. Aos

90 dias foram avaliados: altura da parte aérea, número de folhas por planta, diâmetro do coleto, comprimento radicular, massa fresca e seca de folha, coleto e raiz. Para todas as variáveis dendrométricas avaliadas o efeito do tratamento foi significativo. Para altura de parte aérea, os tratamentos de 30 e 50% de sombreamento foram superiores aos demais. Já diâmetro do coleto e número de folhas, o tratamento a pleno sol apresentou os maiores valores (0,20 g e 15,20 folhas, respectivamente). Para a variável massa seca e fresca de folhas, coleto e raiz o tratamento com 30% de sombreamento foi estatisticamente superior aos demais. A atenuação de 30% da radiação solar propiciou características dendrométricas superiores das mudas às variáveis analisadas para o *E. grandis*.

Palavras-chave: Atenuação; transplante; radiação solar; povoamento florestal

Los niveles de sombra en la producción de plántulas y el desarrollo de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de los niveles de sombra en las plántulas de *Eucalyptus grandis*. Las plántulas fueron sometidas a los siguientes tratamientos: 0%, 18%, 30%, 50% y 70% de atenuación de la radiación solar a través de telas de color negro. El experimento se llevó a cabo en los meses de otoño de 2009 en el vivero municipal de la ciudad de Catanduvas- PR durante un período de 90 días. El diseño experimental fue bloques al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones. La repicaje de las plántulas de la semillera para los tubetes ocurrió treinta días después de la siembra. A los 90 días se evaluó: altura de la parte aérea de las plantas, el número de hojas por planta, el diámetro del cuello, longitud de la raíz, peso fresco y seco de la hoja y cuello de la raíz. Para todas las variables dendrométricas evaluadas el efecto de los tratamientos fue significativo. Para la altura de la parte aérea, los tratamientos de 30 y 50% de sombra fueron superiores a los demás. Ya para el diámetro del cuello y el número de hojas, el tratamiento con pleno sol presentó los valores más altos (0,20 y 15,2 g de hojas, respectivamente). Para la variable masa fresca y seca de hojas, cuello y de la raíz el tratamiento con 30% de sombra fue estadísticamente superior a los demás. La atenuación del 30% de la radiación solar ha proporcionado características dendrométricas superiores de las plántulas a las variables analizadas para *E. grandis*.

Palabras clave: atenuación; trasplante; radiación solar; forestación

Introdução

O cultivo de *Eucalyptus grandis* representa uma das mais importantes formas para sustentação da agroenergia, devido ao seu rápido crescimento, constante aumento de produtividade e adaptação a diferentes habitats. É a espécie florestal mais plantada

no mundo, com mais de 20 milhões de hectares, sendo o Brasil o segundo maior país em área cultivada, com cerca de 4,7 milhões de hectares no ano de 2010 (GIT FORESTRY CONSULTING SL, 2010; ABRAF, 2011).

O sucesso do cultivo a campo de *Eucalyptus*, bem como as taxas de crescimento iniciais está

Recebido em: 28 mar. 2010. Aceito para publicação em: 22 jun. 2010.

1 Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE. E-mail: rfsantos@unioeste.br. Autor para correspondência

2 Faculdade Assis Gurgacz - FAG

estritamente relacionadas ao uso de mudas de qualidade (GOMES et al., 2002). Dessa forma, o entendimento do comportamento da planta frente à atenuação da radiação solar irá assegurar a busca de mudas expedidas com desempenho similar, de forma a não prejudicar o desempenho a campo (REIS, 2008).

A atenuação da radiação solar é um dos fatores mais importantes para a produção de mudas, por atuar diretamente no balanço de energia e, conseqüentemente, nas condições ambientais (HERNANDES et al., 2004). A recomendação de modo geral por vários autores é de 50% de sombreamento devido a sua influência significativa na temperatura (GALVÃO, 2000; LANG; BOTREL, 2008).

Alguns estudos têm evidenciado a plasticidade fisiológica de espécies vegetais em relação à radiação fotossinteticamente ativa disponível por meio de avaliações de crescimento inicial em relação a diferentes níveis de sombreamento (ALMEIDA et al., 2005).

Para espécies subtropicais de *Eucalyptus* e em ambientes de inverno, em que os dias são ainda mais curtos que nas regiões tropicais, o fotoperíodo pode exercer influência no enraizamento (ALFENAS et al., 2004). Crescimento inicial do *Eucalyptus* e a qualidade das mudas são fatores considerados decisivos para a tomada de decisão em um programa de reflorestamento (SCALON et al., 2003).

Estudos têm relatado que a eficiência no crescimento da planta pode estar relacionada à habilidade de adaptação das plântulas às condições de luz solar do ambiente (SILVA e SILVA et al., 2007). Neste sentido o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do nível de sombreamento na produção de mudas de *E. grandis* para plantio comercial.

Material e métodos

O experimento foi instalado no ano de 2009, nas instalações do Viveiro Florestal do município de Catanduvas - PR, que se localiza na porção Oeste do Estado do Paraná, com uma extensão territorial de 589,61 km² de área, representando 0,29% da área do estado. Catanduvas apresenta a seguinte posição geográfica: Latitude: 25°12'11" S, Longitude:

53°09'24" O e altitude de 762 metros.

Segundo a classificação climática de Köppen o clima da região é caracterizado como Cfa - Clima subtropical (CAVIGLIONE et al., 2000). A temperatura média anual na região é de 19,6 °C, a precipitação anual de 1971 mm e a insolação de 2462 horas por ano (IAPAR, 2011).

As sementes foram semeadas em tubetes. Durante a fase de germinação, as sementes foram cobertas por uma fina camada de terra peneirada (aproximadamente 1 cm), para protegê-las contra sol e chuvas. Depois, colocou-se sobre o leito de sementeira um sombrite 50% de sombreamento. A germinação ocorreu entre 10 e 15 dias após a sementeira. As mudas foram repicadas em tubetes de plástico rígido com seis estrias internas de 50 cm³ de volume, com dimensões de 32 x 26 x 126 mm, 30 dias após a sementeira, quando estavam com 4 a 5 centímetros de altura e 2 pares de folhas definidas.

O substrato utilizado foi o recomendado para espécies florestais a base de casca de pinus, vermiculita, corretivo de acidez, uréia, sulfato de amônio e superfosfato simples. Todos os tratamentos foram adubados com fertilizante mineral a base de NPK 19-06-10, na dosagem de 100 g para cada 25 kg de substrato. Para o controle de formigas cortadeiras da espécie saúva (*Atta* sp.) em sementeira, foi realizada aplicação de inseticida granulado a base de sulfuramida na dosagem de 6 a 10 g m⁻² de canteiro desde a germinação até a repicagem.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com 5 tratamentos e 5 repetições, com 19 mudas por parcela, totalizando 475 mudas. Os tratamentos foram compostos de diferentes níveis de sombreamento, com o uso de tela sombrite: Tratamento 1 – pleno sol (controle); Tratamento 2 – 18% de sombreamento; Tratamento 3 – 30% de sombreamento; Tratamento 4 – 50% de sombreamento e Tratamento 5 – 70% de sombreamento.

As avaliações foram realizadas 90 dias após a sementeira. As variáveis morfológicas analisadas foram: altura da parte aérea (cm), número de folhas por planta, diâmetro do coleto (cm), mensurado na altura média do coleto, comprimento radicular (cm) e massa fresca (g) e seca (g) de folha, coleto e raiz. A altura das mudas foi medida com uma régua graduada

em milímetros, o diâmetro do coleto foi medido utilizando-se um paquímetro digital.

Para determinar o peso da massa seca, a parte radicular da mudas foi lavada em água corrente, para a retirada do substrato, procurando-se manter intactas todas as suas raízes. Após a lavagem separou-se a parte aérea e radicular, cortando-se a muda na extremidade inferior do coleto, sendo então colocadas em embalagem de papel, separados e identificados. O material contido em cada embalagem permaneceu em estufa a 85 °C por um período de 48 horas para secagem. Com auxílio de uma balança analítica, foi determinada a massa seca de ambas as partes das mudas de *E. grandis*.

Para a análise estatística dos dados foi empregado o software INFOSTAT, sendo utilizado o teste de Tukey para comparações entre médias, ao nível de 5% de significância.

Resultados e discussão

As mudas de plantas de eucalipto apresentaram resultados significativamente diferenciados, em nível de 5% de probabilidade, para altura de planta e diâmetro de coleto analisadas aos 60 dias após a repicagem. As mudas de eucalipto dispostas sob sombreamento apresentaram médias superiores de crescimento em altura. Tal comportamento diferenciado pode ser atribuído à maior competição por luz e espaço, o que leva a planta ao estiolamento, concordando com ATAÍDE et al. (2010).

A seguir são apresentados os dados de altura e diâmetro de coleto (Tabela 1), avaliados para as mudas de *E. grandis* conduzido sobre diferentes níveis de sombreamento. Podem-se observar diferenças

estatísticas entre os tratamentos para as duas variáveis analisadas.

O coeficiente de variação (CV) entre as variáveis analisadas foi de 4,16% para altura e de 21,23% para o número de folhas de *E. grandis* (Tabela 1). MARTINS (2002) determina que essas porcentagens estejam a uma dispersão baixa para altura de plantas e média para o diâmetro de coleto, já que este autor classifica o coeficiente de variação até 15% como baixo e de 15 a 30% como sendo de média dispersão dos dados.

Observando a Tabela 1 verifica-se que as plantas cultivadas em condições de 30 e 50% de interceptação da radiação solar obtiveram maior crescimento em altura (18,88 e 19,20 cm, respectivamente). Essa é uma estratégia usada pelas plantas para buscar luminosidade ao passo que, a pleno sol, foi encontrado menor valor médio de altura (12,68 cm), seguidas dos tratamentos a 70 e 18% de interceptação da radiação solar.

Outros autores também encontraram maiores valores médios de altura de plantas quando submetido ao sombreamento, dentre eles destacam-se: ATROCH et al. (2001); ALMEIDA et al. (2005); CÂMARA e ENDRES (2008); MARQUES et al. (1999); ZANELLA et al. (2006); FONSECA et al. (2002); ROCHA (2002); MAZZEI et al. (1999); RAMOS et al. (2003); PAEZ (2000). Já GOMES et al. (1978) observaram que as mudas de *E. grandis* produzidas sem sombreamento apresentaram alturas superiores àquelas produzidas sob 25; 50 e 70% de sombreamento.

O aumento da altura de planta sob restrição luminosa se justifica pela ação da auxina, esse hormônio é sintetizado em folhas jovens da parte

Tabela 1. Diâmetro de coleto e altura de planta na produção de mudas de *E. grandis* sob diferentes níveis de sombreamento.

Níveis de sombreamento	Altura (cm)	Diâmetro de coleto a altura média (cm)
0%	12,68 c	0,20 a
18%	16,12 b	0,13 b
30%	18,88 a	0,14 b
50%	19,20 a	0,11 c
70%	14,68 b	0,09 c
CV (%)	4,16	21,23

Em que: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. CV (coeficiente de variação).

aérea e no ápice do caule, sendo posteriormente transportado para a raiz. Neste caso, a luz funcionará como um estímulo para esse transporte. Quando ocorre restrição de incidência luminosa, a auxina é redistribuída lateralmente para a epiderme e células corticais do hipocótilo, ocasionando o alongamento desses tecidos e, portanto o estiolamento (MORELLI; RUBERTI, 2000).

O crescimento em diâmetro das mudas tem relação direta com a fotossíntese e desenvolvimento do coleto, foi o que aconteceu no tratamento a pleno sol onde o comprimento do coleto foi menor, porém, em contra partida aumentou o diâmetro, 0,20 cm a pleno sol e 0,09 cm no tratamento com 70% de sombreamento (Tabela 1).

Alguns autores relatam maiores diâmetros do coleto em plantas submetidas a maiores níveis de luz, como em sombreamento com pitangueiras (*Eugenia uniflora* L.) (SCALON et al., 2001). FONSECA et al. (2002), trabalhando com *Trema micrantha* (L.) Blume, também verificaram decréscimo nos valores de diâmetro do caule com o aumento da restrição luminosa.

ATROCH et al. (2001) verificaram que mudas de *Bauhinia forficata* desenvolveram maiores diâmetros de coleto a pleno sol. CAMPOS e UCHIDA (2002) não encontraram diferenças significativas no diâmetro do coleto quando avaliaram a influencia da atenuação da radiação solar em três espécies de mudas nativas amazônicas. Já MAZZEI (1999), observou melhores condições para o desenvolvimento da planta com relação ao parâmetro diâmetro de coleto em *Hymenaea coubaril*, que foram de 50 e 70% de sombreamento.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados

encontrados para as variáveis comprimento de raiz e número de folhas. Foram observadas diferenças entre os tratamentos, com o sombreamento influenciando negativamente os valores das variáveis, ou seja, maior atenuação solar menor comprimento de raiz e menor número de folhas.

O comprimento das raízes (Tabela 2), observado nas mudas de *E. grandis* apresentaram menores valores médios a partir do tratamento 50% de sombreamento. Os tratamentos com 0, 18 e 30% de atenuação solar não diferiram estatisticamente, demonstrando que até esta faixa de sombreamento não ocorre diminuição do comprimento das raízes.

Com relação ao número de folhas (Tabela 2), o tratamento a pleno sol apresentou maior média (15,2 folhas por planta). Devido à rustificação pelo sol a planta ficou menor, o que influenciou no aumento de folhas por planta, concordando com de SILVA et al. (2007), que verificou um maior número de folhas a pleno sol, seguido por 30, 50 e 70% de restrição luminosa. Por outro lado, as plantas que foram sombreadas apresentaram menos folhas, mas essas folhas visivelmente ficaram com tamanho maior pela necessidade de ampliar a superfície fotossintetizante para maximizar a absorção luminosa, concordando com FELFILI et al. (1999), ao testarem diferentes variações no sombreamento de mudas.

De acordo com os dados obtidos observou-se que o tratamento com 30% de sombreamento apresentou maiores níveis de massa fresca tanto para folha, coleto e raiz (Tabela 3). Concordando com ATROCH et al. (2001) onde o nível de 30% de sombreamento mostrou-se o mais indicado para o crescimento inicial da espécie arbórea pata-de-vaca (*Bauhinia forficata* Link.). Houve diferença

Tabela 2. Número de folhas e comprimento de raiz na produção de mudas de *E. grandis* sob diferentes níveis de sombreamento.

Níveis de sombreamento	Comprimento de raiz (cm)	Número de folhas
0%	11,32 a	15,20 a
18%	11,36 a	12,88 ab
30%	11,32 a	13,32 ab
50%	10,40 b	12,40 ab
70%	10,90 ab	10,52 b
CV (%)	10,33	30,40

Em que: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. CV (coeficiente de variação).

Tabela 3. Massa fresca de folhas (MFF), massa fresca de coleto (MFC) e massa fresca de raiz (MFR) na produção de mudas de *E. grandis* sob diferentes níveis de sombreamento.

Níveis de sombreamento	MFF (g)	MFC (g)	MFR (g)
0%	1,21 b	0,13 a	0,78 a
18%	1,35 b	0,14 a	0,74 a
30%	1,83 a	0,15 a	0,70 a
50%	1,40 b	0,15 a	0,50 b
70%	0,81 c	0,09 b	0,33 c
CV (%)	25,18	26,84	32,18

Em que: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. CV (coeficiente de variação). MF = massa fresca.

significativa entre níveis de sombreamento testados em relação à massa fresca de folha. Os níveis de 0, 18, 50 e 70% de sombreamento foram estatisticamente semelhantes entre si e inferiores ao nível de 30%. Isto vem demonstrar que a adaptação das plantas à luz depende do ajuste de seu aparelho fotossintético.

De acordo com os dados da Tabela 3 verifica-se que, para massa fresca da raiz, observou-se que os resultados de 0; 18 e 30% de sombreamento foram estatisticamente iguais entre si e superiores aos demais, com massa de 0,78; 0,74 e 0,70 g, respectivamente. Esses dados demonstram que acima de 30% de sombreamento o desenvolvimento das mudas foi prejudicado.

Para massa fresca do coleto (Tabela 3) os tratamentos 0, 18, 30 e 50% sombreamento foram estatisticamente superiores, mas a partir desse nível podemos observar acentuada queda na massa fresca do coleto.

Com relação à massa seca das folhas (Tabela 4), observou-se que o sombreamento a 30% diferiu estatisticamente com relação aos demais tratamentos,

apresentando maior acúmulo de matéria seca foliar, possivelmente devido a uma compensação à menor quantidade de radiação disponível, confirmando a necessidade de um sombreamento parcial para um melhor desenvolvimento inicial dessa espécie.

Observando os dados da Tabela 4, verifica-se que, para massa seca do coleto, as plantas cultivadas sobre 0, 30 e 50% com massa de 0,04 g e 18% de sombreamento com massa de 0,03 g foram estatisticamente iguais, ou seja, a atenuação solar não resultou em aumento da massa do coleto, pelo contrário, as plantas sombreadas em 70%, obtiveram massa de coleto menor, 0,02 g.

Os dados observados concordam com trabalhos escritos por MARQUES et al. (1999) e UCHIDA e CAMPOS (2000), que obtiveram resultados semelhantes ao testar diferentes níveis de sombreamento em mudas de Pau rosa (*Aniba rosaeodora*) e Cumaru (*Dipteys odorata* (AUBL.) WILD).

Já para massa seca da raiz (Tabela 4), observou-se que os tratamentos 0, 18 e 30% de

Tabela 4. Massa seca de folhas (MSF), massa seca de coleto (MSC) e massa seca de raiz (MSR), na produção de mudas de *E. grandis* sob diferentes níveis de sombreamento.

Níveis de sombreamento	MSF (g)	MSC (g)	MSR (g)
0%	0,37 b	0,04 a	0,18 a
18%	0,36 b	0,03 ab	0,18 a
30%	0,47 a	0,04 a	0,18 a
50%	0,36 b	0,04 a	0,13 b
70%	0,19 c	0,02 b	0,08 c
CV (%)	27,96	46,63	27,25

Em que: Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. CV (coeficiente de variação).

sombreamento foram estatisticamente iguais entre si, com massa de 0,18 g e superiores aos demais, sendo que com 50 e 70% de sombreamento a massa seca das raízes foi de 0,13 e 0,08 g, respectivamente. Esse dado demonstra que o sombreamento excessivo prejudica o desenvolvimento das raízes. Para FONSECA et al. (2002), quanto maior for o sombreamento, menor será a massa seca da raiz.

Para massa seca de folhas, o tratamento com 30% de sombreamento resultou em valores médios superiores as demais atenuações analisadas, com massa de 0,47 g. Já as plantas sombreadas em 70%, obtiveram a menor massa 0,19 g, indicando que o sombreamento parcial aumentou o desenvolvimento das mudas, porém, atenuação maior que 30%

ocasionou redução.

Conclusões

As mudas de *Eucalyptus grandis* cultivadas em viveiro foram influenciadas pelos níveis de sombreamento utilizados. Pelos resultados avaliados a atenuação de 30% da radiação solar apresentou características superiores às variáveis dendrométricas analisadas. Deste modo pelos resultados encontrados recomenda-se a realização do sombreamento até 30% de mudas em viveiro.

Referências

Apresentadas no final da [versão em inglês](#).