



Desenvolvimento inicial de plântulas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. sob protetores físicos com diferentes níveis de luminosidade

Jeferson KLEIN^{1*}, João Domingos RODRIGUES², Débora KESTRING³,
Leandro RAMPIM⁴, Valdemir ALEIXO⁵, Andre Gustavo BATTISTUS⁶

¹ Uniderp, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

² Instituto de Biociências, Universidade Estadual Júlio Mesquita Filho – UNESP, Botucatu, São Paulo, Brasil.

³ Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil.

⁴ Departamento de Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná, Brasil.

⁵ Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR, Toledo, Paraná, Brasil.

⁶ Faculdade Educacional de Medianeira – UDC Medianeira, Medianeira, Paraná, Brasil.

*E-mail: jefersonklein@yahoo.com.br

Recebido em maio/2016; Aceito em dezembro/2016.

RESUMO: A utilização de protetores físicos tem se mostrado uma eficiente técnica para o sucesso da semeadura direta de diferentes espécies, principalmente em plantas nativas. Tendo em vista a importância da espécie *Peltophorum dubium* para a utilização no repovoamento de áreas degradadas, arborização e paisagismo, objetivou-se determinar o comportamento fisiológico inicial de plântulas de *Peltophorum dubium* submetidas a influência de protetor físico com diferentes taxas de luminosidade. O experimento foi conduzido em vasos preenchidos com Latossolo Vermelho distroférico. Os tratamentos testados foram: ausência de protetor físico (APF); protetor físico transparente (PFT); protetor físico transparente + celofane azul (PFA) e protetor físico transparente celofane vermelho (PFV). As plântulas foram avaliadas aos 31, 51, 71, 91, 111 e 131 dias após a semeadura. Foram avaliadas as características: altura de plântula, diâmetro do colo, área de lâmina foliar, matéria seca de lâmina foliar, caule e parte aérea. Os resultados obtidos mostraram que tanto o protetor físico azul quanto o vermelho, aumentaram a altura das plântulas. Entretanto, menores valores morfométricos foram obtidos em plântulas dos referidos tratamentos após a retirada dos protetores. A redução da luminosidade promoveu inversão de comportamento das plântulas, apresentando menor diâmetro do colo após 51 DAS. A utilização de protetor físico transparente possibilitou adequado desenvolvimento das plântulas com baixa interferência nas variáveis morfométricas.

Palavras-chave: canafístula, reflorestamento, revegetação, semeadura direta, espécies nativas.

Initial development of *Peltophorum dubium* seedlings under physical protectors with different brightness levels

ABSTRACT: The use of shelters has been shown to be an efficient technique for successful direct seeding of different species, mainly native plants. Given the importance of the species *Peltophorum dubium* for use in the resettlement of degraded areas, tree planting and landscaping, this study aimed to determine the physiological initial *Peltophorum dubium* plantlets subjected to influence of protective physical brightness with different rates. The experiment was conducted in pots filled with Haplorthox. The treatments were: no physical protector (APF); physical protector transparent (PFT); physical protector transparent + blue cellophane (PFA) and physical protector transparent red cellophane (PFV). Seedlings were evaluated at 31, 51, 71, 91, 111 and 131 days after seeding. Were evaluated the characteristics: seedling height, stem diameter, leaf area, dry leaf, stem and shoot. The results showed that both the physical protector blue as red, increased seedling height. However, lower values were obtained in biometric seedlings such treatment after the removal of guards. Reducing the brightness inversion behavior promoted seedling, having smaller diameter neck after 51 DAS. The adoption of physical protector transparent allow adequate development of seedlings with low interference in morphometric characteristics.

Keywords: canafístula, reforestation, revegetation, direct sowing, native species.

1. INTRODUÇÃO

A canafístula [*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.] Pertencente à família Leguminosa – Caesalpinioideae, ela foi

considerada no século passado uma espécie nativa da América do Sul, frequente em todo o domínio da floresta estacional semidecidual, cerrado, floresta estacional decidual e abundante em formações secundárias (DONADIO e DEMATTÊ,

2000). Classificada como heliófita, pioneira e oportunista, além de apresentar madeira de boa qualidade, a canafístula era recomendada para uso na construção civil, marcenaria, carpintaria e na indústria de papel e celulose (WANLI et al., 2001). Segundo GUERRA et al. (1982), sua ocorrência natural abrange o Brasil, a Argentina e o Paraguai. De forma que, por ser rústica e de crescimento rápido, bem como tolerante às altas taxas de luminosidade e temperatura, a canafístula tem sido utilizada em muitos programas de revegetação em áreas degradadas (DONADIO e DEMATTÊ, 2000; KLEIN, 2005).

Nos locais onde a vegetação primária foi eliminada, a situação pode ser revertida por meio de processos de revegetação (GONÇALVES et al., 2005). A revegetação é um processo que tem como finalidade, reintroduzir a vegetação em locais onde foi suprimida por condições naturais ou antrópicos (KLEIN, 2005). A literatura aponta duas opções disponíveis para implantação de povoamentos florestais: por regeneração natural, dependente do grau de degradação do local e da existência de banco de sementes no solo (RODRIGUES e GANDOLFI, 2000; MALAVASI et al., 2004), ou por regeneração artificial, que pode ser por plantio de mudas produzidas a partir de sementes ou sementeira direta. A regeneração natural é uma técnica simples, com baixo custo de aplicação; porém, apresenta várias desvantagens como a impossibilidade de controle do espaçamento e densidade inicial de plantas (BAKER e GULDIM, 1991).

A sementeira direta de espécies florestais é uma prática comum em outros países, principalmente nos Estados Unidos, em situações climáticas e ambientais que possibilitem a mesma (MATTEI e ROSENTHAL, 2002). Segundo os mesmos autores, a espécie de maior interesse e importância florestal proveniente deste método no Brasil é a *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. Este método revela-se como uma alternativa econômica para a revegetação, sendo particularmente útil em locais apresentando regeneração natural lenta (WILLISTON e BALMER, 1977), ou onde o plantio de mudas é de difícil execução (CAMARGO et al., 2002; SWEENEY e CZAPKA, 2004). Conforme o tipo de alteração ambiental e sua consequente ação no banco de sementes, o mesmo pode não ser capaz de reestabelecer a vegetação, acarretando em redução da diversidade e o número de sementes viáveis (GASPARINO et al., 2006).

O período crítico para o estabelecimento de mudas de espécies florestais via sementeira direta no Brasil abrange os primeiros 30 dias, e relaciona-se à proteção das sementes no período imediatamente após a emergência, em especial na presença de avifauna, formigas e precipitação intensa (MENEGHELLO e MATTEI, 2004).

A utilização de protetores físicos em pontos de sementeira de espécies florestais objetiva prover um microambiente favorável à germinação e desenvolvimento das plântulas (LAHDE, 1974). No Brasil, CARNEIRO (1995) orienta para que os protetores sejam atóxicos, transparentes e capazes de reter a umidade do solo. A sementeira direta, associada ao uso de protetores físicos, proporciona uma alternativa viável para a revegetação, tendo em vista a lentidão da regeneração natural (DÁRIO, 1994). Para minimizar as perdas provocadas pela predação por pássaros e formigas, assim como pela quebra e pelo carregamento de plântulas e sementes em função da precipitação, pequenos protetores físicos de materiais plásticos com capacidade de 200 a 500 mL têm sido testados para proteger as sementes e seu crescimento durante os primeiros meses (FERREIRA et al., 2007).

Entre os fatores ambientais fundamentais ao processo de germinação e desenvolvimento vegetal, a qualidade luminosa desempenha papel essencial (RENNER et al., 2007). A resposta ou a sensibilidade dos vegetais à luz é específica para cada espécie (FERRAZ-GRANDE e TAKAKI, 2001). Como consequência, a qualidade de luz está direta ou indiretamente associada à regulação de seu crescimento e desenvolvimento (MORINI e MULEO, 2003). As diferentes respostas apresentadas pelos vegetais à variação da luz costumam envolver alterações nas características das folhas, como razão clorofila *a/b*, espessura foliar e densidade estomática (TAIZ e ZEIGER, 2013). Entre todos os comprimentos de ondas existentes, o vermelho (625-740 nm) e o azul (380-440 nm) apresentam maior interesse na fisiologia vegetal, pois de modo geral atuam principalmente no transporte de elétrons e abertura estomática (TAIZ e ZEIGER, 2013).

A produção de matéria seca nos vegetais é uma variável importante, pois depende da eficiência fotossintética, a qual é determinada geneticamente em cada espécie. Além disso, fatores como temperatura, suprimento de água e nutrientes, radiação solar e práticas de manejo são os mais determinantes na distribuição dos fotoassimilados (FAVARETTO et al., 2000).

Diante do exposto, tendo em vista a carência de pesquisas em relação ao crescimento inicial de canafístula, objetivou-se avaliar por meio de sementeira direta, o crescimento inicial de mudas *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. utilizando garrafas de polietileno tereftalato (PET) como protetores físicos contendo diferentes filtros de luminosidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em área aberta (latitude de 22° 52' S, longitude de 48° 26' W e 822 m de altitude), simulando em vasos a sementeira direta, no Departamento de Botânica do Instituto de Biociências, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), em Botucatu, SP, no período de agosto a dezembro de 2007. O local apresenta temperatura média anual de 19 °C e umidade relativa do ar no período de avaliação de 58% (AGRITEMPO, 2002).

O solo usado apresentava as seguintes características químicas: pH CaCl₂ = 5,61; M.O. = 22,66 g kg⁻¹; P = 22,8 mg dm⁻³; H+Al = 34,1; K = 5,12 mmolc dm⁻³; Ca = 43,56 mmolc dm⁻³; Mg = 17,65 mmolc dm⁻³; SB = 66,3 mmolc dm⁻³; CTC = 100,4 mmolc dm⁻³ e V% = 66 %. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2013), característico da região, que foi corrigido e adubado 60 dias antes da sementeira.

Frutos maduros de canafístula foram coletados em diversas matrizes no mês de setembro de 2007, no Campus da UNESP de Botucatu, SP. Após a coleta, os frutos foram levados ao Laboratório de Relações Hídricas do Departamento de Botânica, no Instituto de Biociências da UNESP/Botucatu, SP, onde foram abertos para a remoção das sementes, excluindo-se aquelas que aparentemente encontravam-se danificadas por patógenos e predadores, bem como as de tamanho reduzido ou malformadas. Em seguida, as sementes foram submetidas à superação de dormência por meio de escarificação mecânica manual com lixa nº P80. Posteriormente, foram imersas e mantidas em água à temperatura ambiente, por 12 horas, de modo que foram selecionadas para a sementeira apenas aquelas que apresentavam dormência tegumentar superada, comprovada por sinais de embebição.

A semeadura foi realizada de forma manual à uma profundidade de aproximadamente 0,5 cm em vasos de polietileno da cor preta, com volume de 12 litros. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 6 (4 tratamentos x 6 épocas de avaliação) com 5 repetições, totalizando 120 parcelas experimentais.

O protetor físico utilizado constituiu-se de garrafas plásticas tipo PET (polietileno tereftalato), com volume de 2500 mL sem fundo e tampa, medindo 28 cm de altura e 36 cm de diâmetro. As garrafas foram fixadas com varetas de bambu e fitas adesivas transparentes. Para alguns tratamentos as garrafas foram recobertas com dupla folha de papel celofane nas colorações, azul e vermelho. Desta forma, os tratamentos utilizados foram: T1 – ausência de protetor físico (APF); T2 – protetor físico transparente (PFT); T3 – protetor físico + celofane azul (PFA) e T4 – protetor físico + celofane vermelho (PFV).

As avaliações foram realizadas em seis épocas de desenvolvimento da espécie florestal, iniciando-se aos 31 dias após a semeadura (DAS), sendo repetida a cada 20 dias, onde a última avaliação ocorreu aos 131 (DAS). Durante as três primeiras avaliações (dos 31 aos 71 DAS), os protetores foram mantidos, sendo retirados aos 71 DAS, e as avaliações referentes aos 91, 111 e 131 DAS realizadas sem os protetores físicos.

Em cada coleta foram avaliadas a altura das plântulas (altura da plântula foi definida como a distância do colo até o ápice da planta, medida com régua milimetrada, em cm), diâmetro do colo (realizada com paquímetro digital, em mm), área da lâmina foliar (definida como a superfície do limbo foliar, medida realizada com a utilização de integrador de área foliar “Area Meter”, modelo Li-3100 da Li-cor, em cm²), matéria seca de lâminas foliares (realizada após o acondicionamento do material em sacos de papel, devidamente identificados, e levados para secagem em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C durante 72 horas, até massa constante, g⁻¹), matéria seca de

caule + pecíolo (realizada após o acondicionamento do material em sacos de papel, devidamente identificados, e levados para secagem em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C durante 72 horas, até massa constante, g⁻¹) e matéria seca da parte aérea (realizada após o acondicionamento do material em sacos de papel, devidamente identificados, e levados para secagem em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C durante 72 horas, até massa constante, g⁻¹).

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias de cada época de avaliação comparadas pelo teste Tukey, a 5% de significância. Para avaliação ao longo do desenvolvimento das plântulas, modelos de regressão polinomial foram elaborados entre protetor físico e época de avaliação.

3. RESULTADOS

3.1. Altura de plântula

Foi detectada interação entre protetor físico x épocas de avaliação a 5% de significância para a altura de plântulas de canafístula. A altura das plântulas, de maneira geral, foi maior na presença de protetores físicos azuis e vermelhos (Figura 1).

No presente estudo, ao analisar a influência de cada tratamento no desenvolvimento, pode-se notar que todas as plantas apresentaram aumento linear em altura ao longo do tempo (Figura 1).

Após a retirada dos protetores físicos (71 DAS), as folhas das plântulas do tratamento PFV foram afetadas, reduzindo seu crescimento devido a luminosidade elevada (Figura 3). Atrélado a isso, ocorreu mortalidade dos folíolos localizados na extremidade das plântulas, afetando diretamente à altura das mesmas.

Em relação à comparação entre tratamentos dentro de cada época de avaliação, nota-se que o tratamento PFV apresentou na

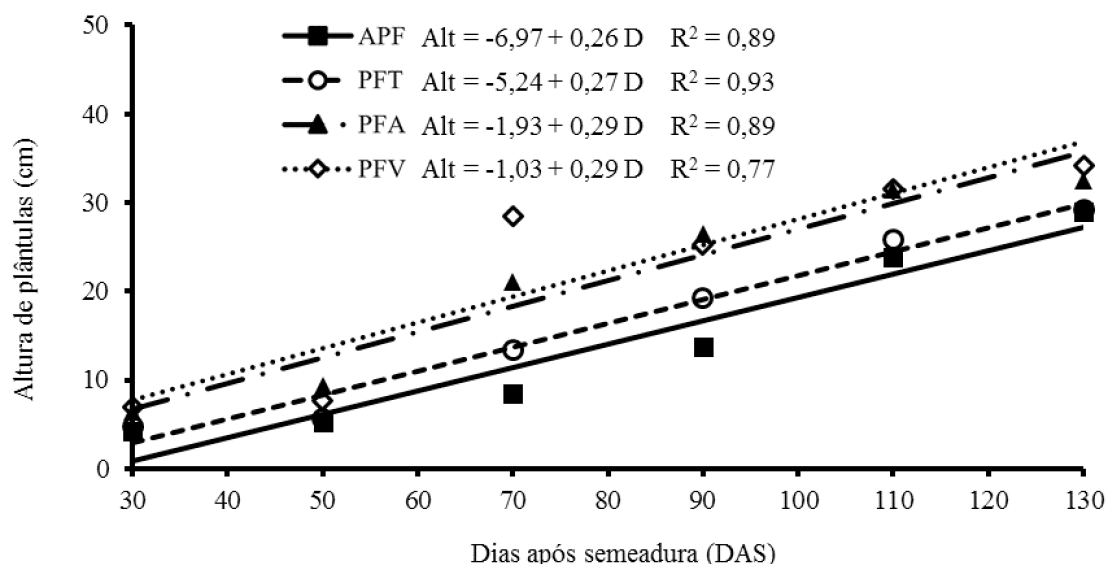


Figura 1. Altura (cm) de plântulas de canafístula [*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.], submetidas aos tratamentos com ausência ou presença de protetores físicos coloridos em seis épocas de avaliação. APF: ausência de protetor físico; PFT: protetor físico transparente, PFA: protetor físico azul; PFV: protetor físico vermelho. DMS: Diferença mínima significativa obtida pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) 4,07 cm. Modelo ajustado para cada tratamento ($P < 0,05$).

Figure 1. Height (cm) of canafístula seedlings [*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.], submitted to treatments with absence or presence of colored physical protectors in six evaluation periods. APF: absence of physical protector; PFT: transparent physical protector, PFA: blue physical protector; PFV: red physical protector. DMS: Minimum significant difference obtained by the Tukey test ($P < 0,05$) 4.07 cm. Model adjusted for each treatment ($P < 0,05$).

primeira avaliação realizada (31 DAS), o maior valor médio para altura de plântula (6,99 cm), aproximadamente 9%, 45% e 64% maior que aquelas proporcionadas pelos tratamentos PFA, PFT e APF, respectivamente. Porém, estes não diferiram (Figura 1).

3.2. Diâmetro do colo

Foi detectada interação entre protetor físico x época de avaliação para o diâmetro do colo de plântulas de canafistula (Figura 2). Verificou-se, que a espécie apresentou leve alteração no diâmetro do colo em função dos diferentes níveis de luminosidade até os 91 DAS. No entanto, pôde-se observar maior diâmetro na ausência do protetor físico (APF), aos 111 DAS. Porém, aos 131 DAS, o tratamento PFT levou o maior valor médio desta variável, seguido pelos tratamentos APF e PFA.

Ao analisar o efeito da época de avaliação, pôde-se notar que as plântulas de todos os tratamentos testados apresentaram aumento linear do diâmetro do colo ao longo do tempo (Figura 2). No entanto, nota-se mudança de comportamento no aumento do diâmetro entre os tratamentos PFV e APF após 51 DAS.

3.3. Área da lâmina foliar

Foi detectada interação entre protetor físico x época de avaliação para a área foliar de plântulas de canafistula (Figura 3).

De modo geral, a área da lâmina foliar das plântulas apresentou crescimento exponencial em função da época de avaliação em todos os tratamentos, exceto as do tratamento PFV que apresentaram comportamento polinomial quadrático. Os maiores valores médios foram observados aos 131 DAS, com exceção do tratamento PFV, onde os maiores valores foram detectados aos 91 DAS.

O tratamento PFV apresentou os maiores valores médios aos 31 e 51 DAS, porém sem diferir dos demais tratamentos. Aos 91 DAS, nota-se que as plântulas originadas por este tratamento

apresentaram os menores valores médios de área da lâmina foliar, embora também sem diferir estatisticamente.

Ao analisar a avaliação ocorrida aos 111 DAS, o tratamento APF levou ao maior valor da referida variável em comparação aos tratamentos PFV e PFA. A área da lâmina foliar proporcionada pelo tratamento PFT não diferiu dos demais tratamentos testados. Porém, aos 131 DAS, o tratamento PFT levou aos maiores valores desta variável. Na mesma avaliação, os tratamentos APF e PFA levaram ao segundo maior incremento cujos valores foram maiores que aqueles do tratamento PFV.

3.4. Matéria seca de lâminas foliares

Foi detectada interação entre protetor físico x época de avaliação para a massa seca de folha de plântulas de canafistula (Figura 4).

De modo geral, todos os tratamentos apresentaram resposta para matéria seca de lâminas foliares do tipo exponencial nos diferentes ambientes de cultivos em função do tempo de coleta, exceto o tratamento PFV que apresentou comportamento quadrático (Figura 4). Os resultados deste experimento revelaram que os maiores valores de matéria seca de lâminas foliares foram observados aos 131 DAS em todos os tipos de cultivo.

No entanto, aos 31 e 71 DAS, não se verificou diferença quanto à matéria seca de lâminas foliares de canafistula em função dos diferentes ambientes de cultivo.

Porém, os tratamentos PFT e APF levaram aos maiores valores desta variável aos 111 DAS. O terceiro maior valor foi observado nas plântulas do tratamento PFA, não diferindo daquele detectado no tratamento PFV.

Resultados semelhantes foram observados aos 131 DAS, onde o maior valor foi observado nas plântulas do tratamento PFT, seguido por aquelas dos tratamentos APF e PFA, e por fim aquelas do tratamento PFV.

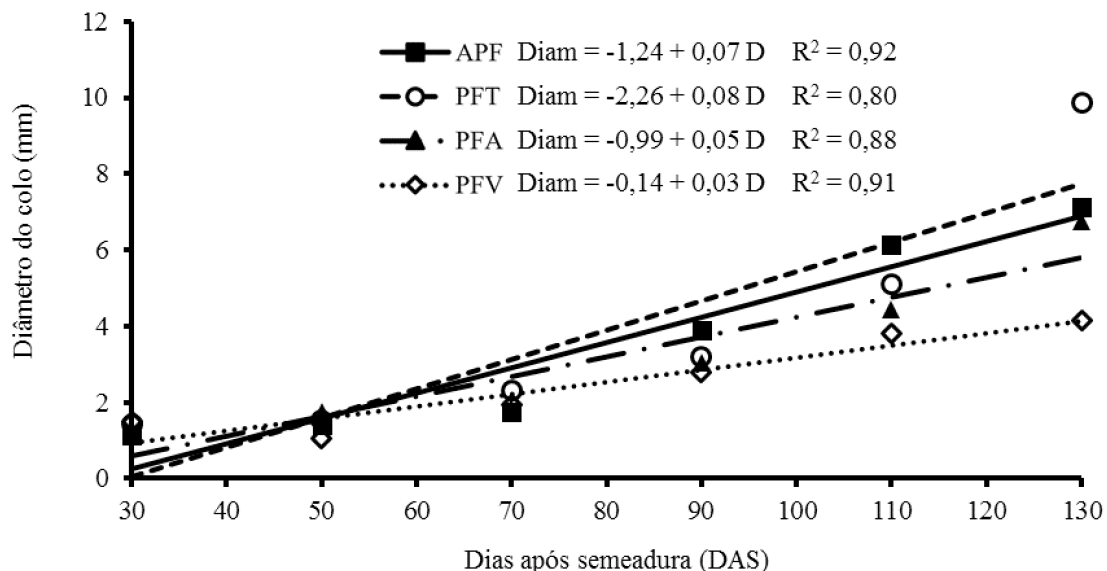


Figura 2. Diâmetro de colmo (mm) de plântulas de canafistula [*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.], submetidas aos tratamentos com ausência ou presença de protetores físicos coloridos em seis épocas de avaliação. APF: ausência de protetor físico; PFT: protetor físico transparente, PFA: protetor físico azul; PFV: protetor físico vermelho. DMS: Diferença mínima significativa obtida pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) 0,84 mm. Modelo ajustado para cada tratamento ($P < 0,05$).

Figure 2. Stem diameter (mm) of canafistula seedlings [*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.], submitted to treatments with absence or presence of colored physical protectors in six evaluation periods. APF: absence of physical protector; PFT: transparent physical protector, PFA: blue physical protector; PFV: red physical protector. DMS: Minimum significant difference obtained by the Tukey test ($P < 0.05$) 0.84 mm. Model adjusted for each treatment ($P < 0.05$).

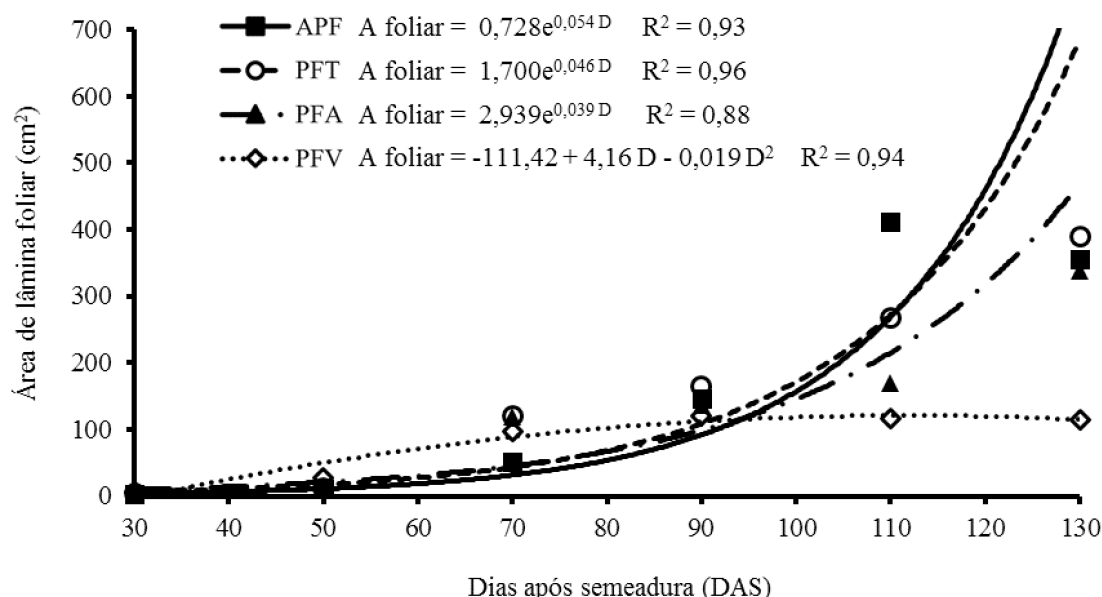


Figura 3. Área de lâmina foliar (cm²) de plântulas de canafistula [*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.], submetidas aos tratamentos com ausência ou presença de protetores físicos coloridos em seis épocas de avaliação. APF: ausência de protetor físico; PFT: protetor físico transparente, PFA: protetor físico azul; PFV: protetor físico vermelho. DMS: Diferença mínima significativa obtida pelo teste de Tukey (P<0,05) 106,94 cm². Modelo ajustado para cada tratamento (P<0,05).

Figure 3. Leaf area (cm²) of canafistula seedlings [*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.], submitted to treatments with absence or presence of colored physical protectors in six evaluation periods. APF: absence of physical protector; PFT: transparent physical protector, PFA: blue physical protector; PFV: red physical protector. DMS: Minimum significant difference obtained by the Tukey test (P <0.05) 106.94 cm². Model adjusted for each treatment (P <0.05).

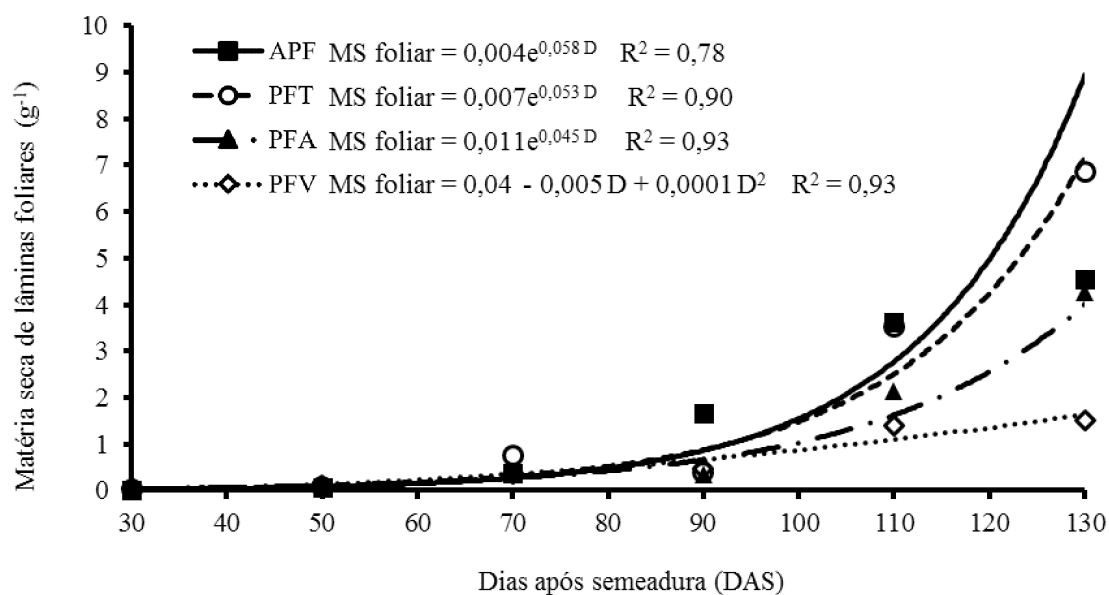


Figura 4. Matéria seca de lâminas foliares (g) de plântulas de canafistula [*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.], submetidas aos tratamentos com ausência ou presença de protetores físicos coloridos em seis épocas de avaliação. APF: ausência de protetor físico; PFT: protetor físico transparente, PFA: protetor físico azul; PFV: protetor físico vermelho. DMS: Diferença mínima significativa obtida pelo teste de Tukey (P<0,05) 1,10 g⁻¹. Modelo ajustado para cada tratamento (P<0,05).

Figure 4. Leaf dry matter (g) of canafistula seedlings [*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.], submitted to treatments with absence or presence of colored physical protectors in six evaluation periods. APF: absence of physical protector; PFT: transparent physical protector, PFA: blue physical protector; PFV: red physical protector. DMS: Minimum significant difference obtained by the Tukey test (P <0.05) 1.10 g⁻¹. Model adjusted for each treatment (P <0.05).

3.5. Matéria seca de pecíolo mais caule

Foi detectada interação entre protetor físico x época de avaliação para a matéria seca de caule de plântulas de canafistula (Figura 5).

As plântulas apresentaram comportamento exponencial em todos os ambientes de cultivo ao longo do tempo, de modo que

os maiores valores da referida variável foram observados aos 131 DAS, em todas as plantas (Figura 5).

Não se verificou diferença nos valores desta variável dos 31 aos 91 DAS. No período subsequente (111 DAS), menores valores médios foram detectados nas plântulas do tratamento PFV. Já aos 131 DAS o maior valor foi observado em PFT.

3.6. Matéria seca da parte aérea

Foi detectada interação entre protetor físico x época de avaliação para a matéria seca da matéria seca da parte aérea de plântulas de canafístula (Figura 6).

As plântulas apresentaram comportamento exponencial em todos os ambientes de cultivos ao longo do tempo. Neste

sentido, os maiores valores de matéria seca da parte aérea foram observados aos 131 DAS em todas as plântulas.

Não foram observadas diferenças para a variável referida durante os períodos entre 31 e 71 DAS. Porém, após a retirada dos protetores físicos, nota-se que aos 91 DAS o tratamento APF proporcionou o maior valor médio do acúmulo de fitomassa

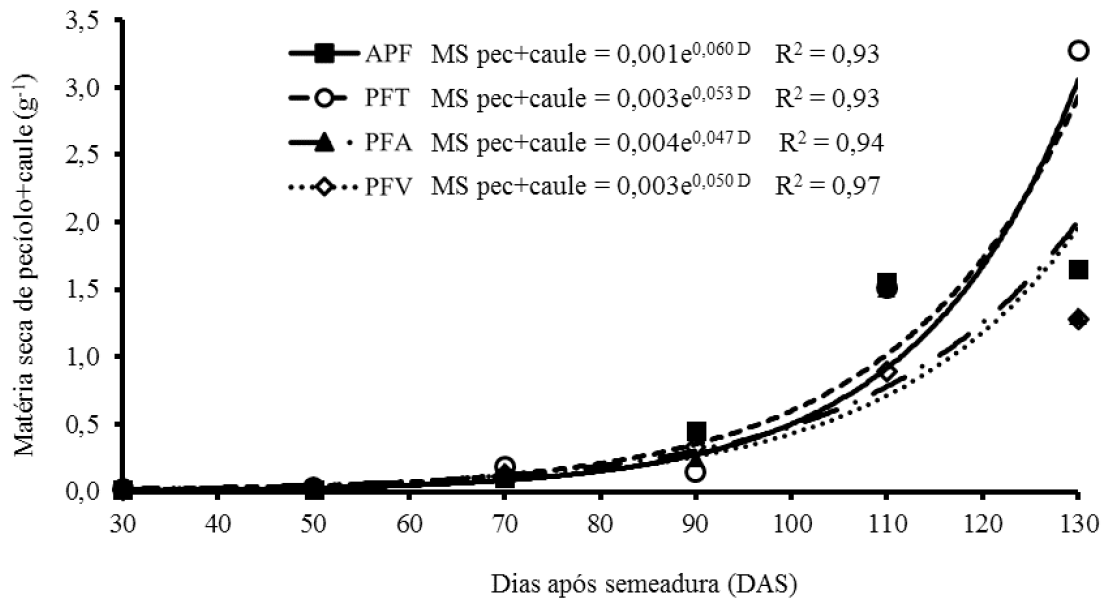


Figura 5. Matéria seca de pecíolo + caule (g) de plântulas de canafístula [*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.], submetidas aos tratamentos com ausência ou presença de protetores físicos coloridos em seis épocas de avaliação. APF: ausência de protetor físico; PFT: protetor físico transparente, PFA: protetor físico azul; PFV: protetor físico vermelho. DMS: Diferença mínima significativa obtida pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) $0,49 \text{ g}^{-1}$. Modelo ajustado para cada tratamento ($P < 0,05$).

Figure 5. Petiole + stem dry matter (g) of canafístula seedlings [*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.], submitted to treatments with absence or presence of colored physical protectors in six evaluation periods. APF: absence of physical protector; PFT: transparent physical protector, PFA: blue physical protector; PFV: red physical protector. DMS: Minimum significant difference obtained by the Tukey test ($P < 0.05$) 0.49 g^{-1} . Model adjusted for each treatment ($P < 0.05$).

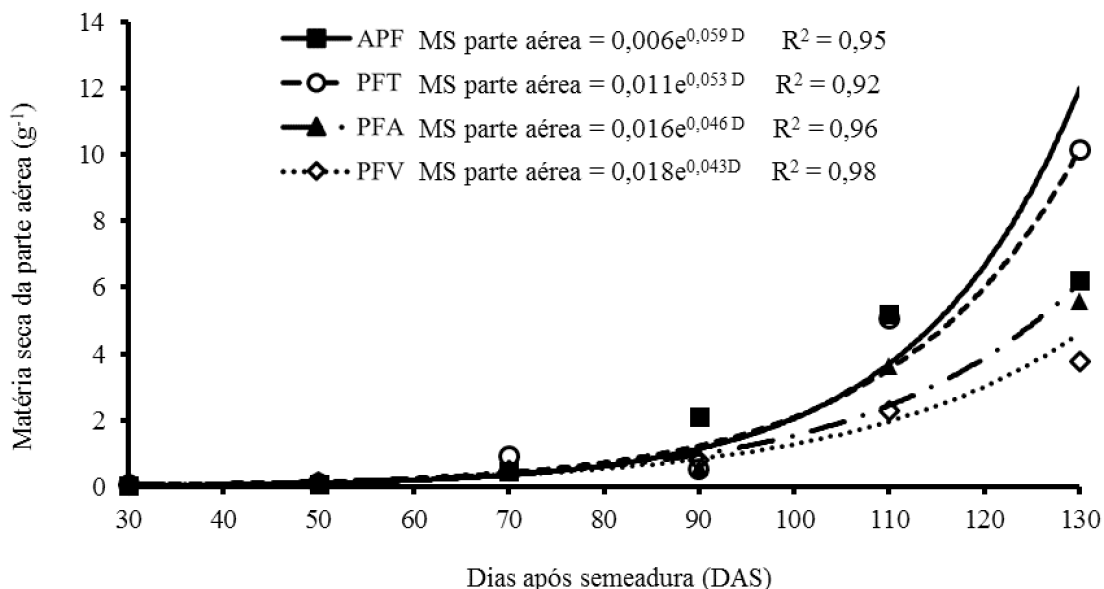


Figura 6. Matéria seca de parte aérea (g) de plântulas de canafístula [*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.], submetidas aos tratamentos com ausência ou presença de protetores físicos coloridos em seis épocas de avaliação. APF: ausência de protetor físico; PFT: protetor físico transparente, PFA: protetor físico azul; PFV: protetor físico vermelho. DMS: Diferença mínima significativa obtida pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) $0,51 \text{ g}^{-1}$. Modelo ajustado para cada tratamento ($P < 0,05$).

Figure 6. Shoot dry matter (g) of canafístula seedlings [*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.], submitted to treatments with absence or presence of colored physical protectors in six evaluation periods. APF: absence of physical protector; PFT: transparent physical protector, PFA: blue physical protector; PFV: red physical protector. DMS: Minimum significant difference obtained by the Tukey test ($P < 0.05$) 0.51 g^{-1} . Model adjusted for each treatment ($P < 0.05$).

da parte aérea. Provavelmente tal comportamento se deve ao maior acúmulo de fitomassa do caule detectado nas plântulas desses tratamentos (APF). Em contrapartida, as plântulas dos tratamentos PFV e PFA, devido à redução na quantidade de luz, privilegiaram o crescimento em altura, tornando-se grandes, porém com valores reduzidos de matéria seca, caracterizando estiolamento. Em relação ao fato da matéria seca das folhas ter sido menor nestes tratamentos a partir de 91 DAS, tal acontecimento pode ter sido devido à queda de algumas folhas ocorrida logo após a retirada dos protetores físicos.

4. DISCUSSÃO

A redução da quantidade de luz, além do aumento de temperatura e umidade no interior dos protetores físicos, foram os principais fatores responsáveis pela redução da altura de plântulas de canafístula. Assim, o uso de papel celofane nas cores azul e vermelha atuaram como filtros, reduzindo os valores de luminosidade incidentes. A redução na quantidade de luminosidade ativa a ações de receptores químicos que passam estimular resposta no crescimento destas plântulas. Segundo TAIZ e ZEIGER (2013), o alongamento do caule caracteriza uma resposta de fuga à sombra em consequência da ação do fitocromo na percepção da luz.

Os resultados obtidos no presente estudo quanto à altura de plântulas corroboram com os de MARTINS et al. (2008), que afirmam que o aumento no crescimento do caule caracteriza resposta de fuga à redução de luminosidade em heliófitas para maior captação de energia luminosa. Conforme os mesmos autores, quanto maior a quantidade de radiação na faixa do vermelho-distante maiores são as chances de estímulo ao alongamento do caule neste grupo de plantas.

Para ALMEIDA e MUNDSTOCK (2001), diversos sinalizadores como o fitocromo encontrados nos diferentes tecidos vegetais podem ser responsáveis por atuar no crescimento das plantas em função da quantidade de luz.

Resultados verificados no presente estudo foram encontrados anteriormente por LEITE et al. (2007), avaliando o crescimento e florescimento de orquídea (*Phalaenopsis* sp.) cultivada sob malhas de coloração azul, as quais estimularam o crescimento e produção de matéria seca das folhas. Os mesmos autores afirmam que as malhas foram responsáveis pelo aumento da altura de plantas de *Ocimum gratissimum* L. uma vez que contribuíram para a redução do espectro de luz durante o cultivo.

Da mesma forma, malhas na coloração vermelha provavelmente estimularam o crescimento da parte aérea de plantas de orquídea (*Cattleya loddigessi*) (COSTA et al., 2007). Resultados semelhantes também foram observados em *Pittosporum variegatum* (OREN-SHAMIR et al., 2001) e em *Aralia* sp., *Monstera deliciosa*, *Aspidistra elatior* e *Asparagus* sp. (SHAHAK et al., 2002).

Porém, este mesmo padrão de comportamento quanto a altura não foram observados por MEIRELLES et al. (2007), que analisaram a influência de diferentes sombreamentos no desenvolvimento de mudas de palmeira ráfia [*Rhapis excelsa* (Thunberg) Henry Ex. Rehder], e observaram que as diferentes malhas de sombreamento não levaram à maior desenvolvimento de mudas desta espécie.

A menor expansão do colo caulinar ocorrida nas plântulas de canafístula no tratamento PFV pode ser atribuída ao

efeito do filtro colorido utilizado, visto que com a redução da luminosidade as plântulas do referido tratamento estimularam processos metabólicos que direcionaram o desenvolvimento em altura do caule das plântulas em vez do incremento em diâmetro do colo.

Para MARTINS et al. (2008), as plantas de *Ocimum gratissimum* L. cultivadas sob malhas coloridas apresentaram maiores valores médios de diâmetro do colo quando cultivadas a pleno sol em comparação àquelas crescidas sob malha preta, evidenciando que a redução da intensidade de luz sem alteração da qualidade espectral proporciona plantas de caule mais delgado, o que poderia justificar o comportamento observado no presente estudo.

Segundo LARCHER (2004), as plantas heliófitas utilizam altas intensidades de radiação graças à elevada eficiência do sistema de transporte de elétrons, desta forma conseguindo maiores acúmulos de fitomassa.

Diferente do presente estudo, FARIAS et al. (1997), observaram que folhas de cedrorana [*Cedrelinga catanaeformis* (Ducke) Ducke] cultivadas a sol pleno apresentaram maiores valores de área foliar em comparação às mudas cultivadas a 30, 50 e 70% de sombreamento. No entanto, SCALON et al. (2001), verificaram que mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) cultivadas sob sombreamento apresentaram maior área foliar quando comparadas àquelas mantidas a pleno sol.

Da mesma forma, em café (*Coffea arabica* L.), PAIVA et al. (2005) relataram que 50% de sombreamento favoreceu o desenvolvimento das plântulas, principalmente em relação à área foliar. Comportamento semelhante a este estudo também foram observados por SILVA et al. (2007), onde a área foliar das mudas de jutaí-mirim (*Hymenaea parvifolia* Huber) aos 105 DAS foi superior em plantas mantidas sob 70% de sombreamento.

Para LEMOS et al. (2007), a redução nas taxas de luminosidade pode proporcionar alterações metabólicas levando ao aumento da área foliar. Por outro lado, COSTA et al. (2007) observaram que tais condições reduziram a espessura do limbo foliar nas plantas de *Ocimum selloi* Benth. mantidas em baixa qualidade luminosa. MARTINS et al. (2008) consideram que a redução na espessura das folhas sombreadas possivelmente se deve à diferença na distribuição e no consumo de fotoassimilados durante a expansão do limbo foliar, especialmente em plantas mantidas sob as malhas vermelha e azul.

De acordo com TAIZ e ZEIGER (2013) e MARTINS et al. (2008), esta é uma estratégia adaptativa que pode proporcionar melhor captura de luz e permitir maior eficiência fotossintética, levando a maiores ganhos de carbono devido à maior área foliar, e quando em situações de sombreamento, proporcionar menor taxa fotorespiratória em plantas de metabolismo C3.

O aumento da área foliar segundo JONES e MCLEOD (1990) e SILVA et al. (2007), é um dos mecanismos utilizados pelas plantas para aumentar a superfície fotossintética, assegurando desta forma um rendimento fotossintético mais eficiente sob baixa intensidade luminosa e, conseqüentemente, compensando a baixa taxa fotossintética por unidade de área foliar, característica típicas das folhas sombreadas.

Quanto ao acúmulo de matéria seca, o mesmo comportamento observado neste estudo também foi verificado por ALMEIDA et al. (2002) ao avaliaram a produção de matéria seca de folhas de plantas jovens de *Cryptocarya aschersoniana* Mez. submetidas à diferentes condições de radiação luminosa, onde o tratamento a pleno sol levou ao maior acúmulo de fitomassa

em comparação ao cultivo a 30, 50 e 70% de sombreamento, porém sem apresentar diferença estatística significativa.

Da mesma forma que o presente estudo, plantas de *Mentha suaveolens* Ehrh submetidas a diferentes condições de luminosidade apresentaram os maiores valores médios de matéria seca de folhas em plantas cultivadas com malhas vermelhas e azuis, comparados àqueles dos tratamentos malha preta e cultivo a pleno sol (AMARAL, 2007).

Resultados encontrados na literatura indicam que a capacidade de acúmulo de fitomassa nos diferentes órgãos vegetais varia em função da espécie, sendo resultante da adaptação das mesmas ao ambiente a que estão sujeitas (ALMEIDA et al., 2002). Tais autores, trabalharam com *C. aschersoniana* e verificaram maior acúmulo de matéria seca total e de raízes a 30% de sombreamento, enquanto que o maior acúmulo de matéria seca de folhas ocorreu nas plantas cultivadas sob 30 e 50% de sombreamento.

Em relação ao acúmulo de matéria seca de pecíolo + caule, resultados semelhantes foram observados por FELFILI (1999), onde avaliou-se o comportamento de plantas de *Sclerolobium paniculatum* e não verificou-se influência de diferentes níveis de sombreamento na alocação de matéria seca para o caule. Do mesmo modo, CAMPOS e UCHIDA et al. (2002) analisaram a influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas, caroba [*Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don.], pau-de-balsa [*Ochroma lagopus* (Cav. ex Lam.) Urban] e jatobá [*Hymenaea courbaril* L.], e não observaram diferenças na matéria seca do caule após 245 DAS.

Porém, resultados diferentes aos observados para o pecíolo + caule durante as três primeiras coletas foram obtidos por SILVA et al. (2007), onde plantas de *Theobroma grandiflorum* cultivadas a 50% de sombreamento apresentaram maior acúmulo de matéria seca de caule comparadas as plantas cultivadas a pleno sol.

MARTINS et al. (2008) relatam que plantas de *Ocimum gratissimum* L. cultivadas em malhas de cor azul com 50 % de sombreamento, apresentaram valores superiores de matéria seca de caule comparadas àquelas mantidas em malhas preta e vermelha, com 50 % de sombreamento.

Grande maioria dos resultados obtidos no presente estudo são atribuídos a regulação hormonal do vegetal. O crescimento vegetal é incrementado principalmente pela ação de auxinas e giberelinas, sendo que o primeiro é um hormônio altamente fotodegradável. Com a redução da incidência do espectro luminoso na planta, as auxinas se mantêm mais ativas, e consequentemente incrementam a atividade das giberelinas, pois são necessárias para a conversão de GA₂₀ para GA₁ (forma mais ativa), e impedem a degradação de GA₁ para GA₈ (TAIZ e ZEIGER, 2013), elevando a atividade das giberelinas nas plantas de canafistula, e consequentemente promovendo os incrementos observados no presente estudo.

5. CONCLUSÕES

O crescimento inicial de plântulas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. foi reduzido quando utilizado protetores físicos com filtros de luminosidade azul ou vermelho. Deste modo, a adoção de protetores físicos transparentes possibilita adequado desenvolvimento com baixa interferência no crescimento das plântulas.

6. REFERÊNCIAS

- AGRITEMPO. **Sistema de Monitoramento Agrometeorológico 2.0**. 2002. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br>>. Acesso em: 19. jan. 2015.
- ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M. O afilhamento da aveia afetado pela qualidade de luz em plantas sob competição. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, p.393-400, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782001000300005>
- ALMEIDA, C. M. V. C.; MÜLLER, M. W.; SENA-GOMES, A. R.; MATOS, P. G. G. Sistemas agroflorestais com cacauieiro como alternativa sustentável para uso em áreas desmatadas, no Estado de Rondônia, Brasil. **Agrotrópica**, Itabuna, v.14, p.1091-20, 2002.
- AMARAL, T. A. **Crescimento, características estruturais e teor de óleo essencial de *Mentha suaveolens* Ehrh., cultivada sob telas coloridas**. 2007 67 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- BAKER, J. B.; GULDIN, J. M. Natural Regeneration methods for Loblolly and Shortleaf pines. **Forest Farmer**, Atlanta, v.50, p.59-63, 1991.
- CAMARGO, J. L. C.; FERRAZ, I. D. K.; IMAKAWA, A. M. Rehabilitation of degraded areas of central Amazonia Using Direct sowing of forest tree seeds. **Restoration Ecology**, Washington, v.10, p.636-644, 2002. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1526-100X.2002.01044.x>
- CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p.281-288, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2002000300008>.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR-FUPEF, 1995.
- COSTA, L. C. B.; CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; ALVES, E.; BERTOLUCCI, S. K. Aspectos da anatomia foliar de *Ocimum selloi* Benth. (Lamiaceae) em diferentes condições de qualidade de luz. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, p.6-8, 2007.
- DÁRIO, F. R. A dispersão de sementes pelas aves. **Silvicultura**, v.58, p.32-34, 1994.
- DONADIO, N. M. M.; DEMATTÊ, M. E. S. P. Morfologia de frutos, sementes, e plântulas de canafistula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) e jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth.) - Fabaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.22, p.64-73, 2000.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed., Embrapa Solos: Brasília, 2013.
- FARIAS, J. J. A.; CUNHA, M. C. L.; FARIAS, S. G. G. Crescimento inicial de mudas de turco sob diferentes tipos de recipientes e níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.2, p.228-232, 2007.
- FAVARETTO, N.; MORAES, A.; MOTTA, A. C. V.; PREVEDELLO, B. M. S. Efeito da revegetação e adubação de área degradada na fertilidade do solo e nas características da palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.2, p.289-297, 2000. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000000200007>.
- FELFILI, J. M.; HILGBERT, L. F.; FRANCO, A. C.; SOUSA-SILVA, J. C.; RESENDE, A. V.; NOGUEIRA, M. V. P. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.34, p.297-301, 1999. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84041999000500011>.

- FERRAZ-GRANDE, F. G. A.; TAKAKI, M. Temperature dependent seed germination of *Dalbergia nigra* Allem (Leguminosae). **Brazilian Archives of Biology and Tecnology**, Curitiba, v.44, p.401-404, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132001000400010>
- FERREIRA, R. A.; DAVIDE, A. C.; BEARZOTI, E.; MOTTA, M. S. Semeadura direta com espécies arbóreas para recuperação de ecossistemas florestais. **Cerne**, Lavras, v.13, p.271-279, 2007.
- GASPARINO, D.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M.; SOUZA, I. Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do solo em área de domínio ciliar. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.1, p.1-9, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000100001>
- GONÇALVES, R. M.; GONÇALVES, M. R. G.; GIANNOTTI, E.; GIANNOTTI, J.; SILVA, A. A. Aplicação de modelo de revegetação em áreas degradadas, visando à restauração ecológica da microbacia do córrego da Fazenda Itaqui, no município de Santa Gertrudes, SP. **Revista do Instituto Florestal**, Piracicaba, v.17, p.73-95, 2005.
- GUERRA, M. P.; NODARI, R. O.; REIS, A.; GRANDO, J. L. Comportamento da canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert. em viveiro, submetida a diferentes métodos de quebra de dormência e sementeira. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.5, p.1-15, 1982.
- JONES, R. H.; MCLEOD, K. W. Growth and photosynthetic responses to a range of light environments in Chinese tallow tree and Carolina ash seedlings. **Forest Science**, v.36, p.851-862, 1990.
- KLEIN, J.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M.; ALEIXO, V. Variação da temperatura do ar em protetores físicos utilizados na sementeira direta. In: JORNADA CIENTÍFICA DA UNIOESTE, III, 2005. **Anais...** Marechal Cândido Rondon. Livro de resumos, p.152-158.
- LAHDE, E. The effect of seed-spot shelters and cold stratification on pine (*Pinus sylvestris* L.). **Folia Forestalia**, v.196, p.1-16, 1974.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2004.
- LEMOS, C. L.; MATSUMOTO, S. N.; COELHO, R. A.; LIMA, J. M.; CÉSAR, F. R. C. F.; BONFIM, J. A.; GUIMARÃES, M. M. C.; SANTOS, M. A. F.; ARAÚJO, G. S.; SOUZA, A. J. J. Caracterização do ritmo diurno da atividade da redutase do nitrato em agrossistema sombreado e a pleno sol. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v.2, p.1584-1587, 2007.
- LEITE, C. A.; ITO, R. M.; GERALD, L. T. C.; FAGNANI, M. A. Manejo do espectro de luz através de malhas coloridas visando o controle do crescimento e florescimento de *Phalaenopsis* sp. In: JORNADA CIENTÍFICA E FIPA DO CEFET, I. 2007. Bambuí: Livro de resumos, p.1-4.
- LIMA, J. D.; SILVA, B. M. S. E.; MORAES, W. S.; DANTAS, V. A. V.; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazonica**, Manaus, v.38, p.5-10, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672008000100002>
- MALAVASI, U. C.; GASPARINO, D.; MALAVASI, M. M. Sementeira direta na recomposição vegetal de áreas ciliares: efeitos da sazonalidade, uso do solo, exclusão da predação e profundidade na sobrevivência inicial. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.26, p.449-454, 2005.
- MATTEI, V. L.; ROSENTHAL, M. D. Sementeira direta de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) taub.) no enriquecimento de capoeiras. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, p.649-654, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622002000600001>
- MARTINS, J. R.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; SILVA, A. P. O. Avaliação do crescimento e do teor de óleo essencial em plantas de *Ocimum gratissimum* L. cultivadas sob malhas coloridas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Paulínia, v.10, p.102-107, 2008.
- MEIRELLES, A. J. A.; PAIVA, P. D. O.; OLIVEIRA, M. I.; TAVARES, M. F. Influência de diferentes sombreamentos e nutrição foliar no desenvolvimento de mudas de Palmeiras *Ráfia rhaps* excelsa (Thunberg) Henry ex. Rehder. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, p.1884-1887, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000600043>
- MENEGHELLO, G. E.; MATTEI, V. L. Sementeira direta de timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*), canafístula (*Peltophorum dubium*) e cedro (*Cedrela fissilis*) em campos abandonados. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.14, p.21-27, 2004.
- MORINI, S.; MULEO, R. Effects of light quality on micropropagation of woody species. In: JAIN, S. M.; ISHII, K. **Micropropagation of woody trees and fruits**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 3-35.
- OREN-SHAMIR, M.; GUSSAKOVSKY, E. E.; SHPIEGEL, E.; NISSIM-LEVI, A.; RATNER, K.; OVADIA, R.; GILLER, Y. E.; SHAHAK, Y. Colored shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.76, p.353-361, 2001. <http://dx.doi.org/10.1080/14620316.2001.11511377>
- PAIVA, A. S.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D.; TURCO, J. E. P. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, p.161-169, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162005000100018>
- RENNER, G. D. R.; CAMACHO, F.; PEIXE, S. Ação da temperatura, ácido giberélico e luz na germinação de fáfia – *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.28, p.349-354, 2007.
- RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R., LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp, 2000. p. 235-248.
- SCALON, S. P. Q., SCALON FILHO, H., RIGONI, M. R., VERALDO F. Germinação e crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob condições de sombreamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.652-655, 2001.
- SHAHAK, Y.; GUSSAKOVSKY, E. E.; GAL E.; GANELEVIN R. Colornets: crop protection and light-quality manipulation in one technology. **Acta Horticulturae**, v.659, p.143-151, 2004. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.659.17>
- SILVA, R. R.; FREITAS, G. A.; SIEBENEICHLER, S. C. Initial development of *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum. saplings under shading influence. **Acta Amazonica**, Manaus, v.37, n.3, p.365-370, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672007000300007>
- SWEENEY, B. W.; CZAPKA, S. J. Riparian forest restoration: why each site needs an ecological prescription. **Forest Ecology and Management**, v.192, p.361-373, 2004. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2004.02.005>
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.
- WANLI, Z.; LEIHONG, L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Pré-condicionamento e seus efeitos em sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.23, p.146-153, 2001.