

Atividade da Enzima Nitrato Redutase e Crescimento de *Swietenia macrophylla* King sob Efeito de Sombreamento

Walquíria Fernanda Teixeira¹, Evandro Binotto Fagan¹,
Janaína Oliveira Silva¹, Poliane Golçalves da Silva¹, Flávia Helena Silva¹,
Marília Caixeta Sousa¹, Sabrina de Carvalho Canedo¹

¹Núcleo de Pesquisa em Fisiologia e Estresse de Plantas – NUFEP,
Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM, Patos de Minas/MG, Brasil

RESUMO

O mogno (*Swietenia macrophylla* King) possui importância econômica, mas encontra-se em risco de extinção em razão da sua exploração intensiva. Portanto, o cultivo e os estudos que mostrem o comportamento fisiológico dessa espécie tornam-se relevantes. Tendo em vista estes aspectos, foi realizada esta pesquisa com o objetivo de avaliar os efeitos do sombreamento na atividade da enzima nitrato redutase e no crescimento de mogno em casa de vegetação. O plano para as unidades experimentais foi o delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (diferentes níveis de sombreamento) e nove repetições. Os dados de fitomassa seca de caule e a atividade da enzima nitrato redutase não diferiram estatisticamente entre os tratamentos. Com relação às raízes e folhas, observou-se um maior acúmulo de fitomassa seca com 20 e 50% de sombreamento. O mogno apresenta menor acúmulo de fitomassa seca sobre 0% de sombreamento; no entanto, a atividade da enzima nitrato redutase não é influenciada pelo sombreamento.

Palavres-chave: mogno, intensidade luminosa, atividade enzimática.

Nitrate Reductase Activity and Growth of *Swietenia macrophylla* King under Shading Effect

ABSTRACT

This work aimed to evaluate the effect of light on nitrate reductase activity and growth of Mahogany in greenhouse. A randomized design with four shading treatments and nine replicates was used. Data on dry mass of roots and nitrate reductase activity did not differ statistically between any of the treatments. Stem and leaves presented higher growth, with 20 and 50% of shade, respectively. Mahogany showed lower growth on 100% of shade; however, nitrate reductase activity was not influenced by shading.

Keywords: mahogany, luminous intensity, enzyme activity.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem se intensificado o interesse na propagação de espécies florestais, em virtude da ênfase nos problemas ambientais, ressaltando-se a necessidade de recuperação de áreas degradadas e recomposição da paisagem. Entretanto, são escassos os estudos relativos às características físicas e fisiológicas de espécies florestais (Cesarino et al., 2004).

A necessidade de recomposição de ecossistemas degradados demanda o desenvolvimento de tecnologias eficazes de produção de mudas. O desenvolvimento destas técnicas é complexo por causa da grande diversidade de métodos, aliada à pouca informação científica existente sobre produção de mudas florestais (Zamith & Scarano, 2004).

De acordo com Rocha (2004), o mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* King) é uma espécie nativa do Brasil indicada para recuperação de áreas degradadas. Contudo, em função do alto valor comercial de sua madeira, sua exploração coloca-o na lista de espécies ameaçadas de extinção (Pereira & Fernandes, 1998).

O mogno é uma espécie intermediária na escala de sucessão, caracteriza-se pela baixa densidade na floresta natural e apresenta crescimento mais acelerado quando mantida sob elevada luminosidade (Dias & Marengo, 2007), sendo necessário o desenvolvimento de estudos para observar quais são os níveis mais adequados à sua cultura. É uma espécie que reage desfavoravelmente a ambientes sombreados e com competição no nível radicular. Portanto, se desenvolve melhor em ambientes abertos, tais como áreas queimadas, clareiras causadas por tempestades e aquelas geradas por áreas para agricultura, ou seja, em condições de áreas perturbadas pelo homem, pelo fogo e pelos distúrbios meteorológicos; por isso, o mogno é indicado para a regeneração artificial (Lima Junior, 2008).

Contudo, segundo Azevedo & Marengo (2009), o excesso de luz sobre essa espécie provavelmente provoca fotoinibição, causando a inativação parcial do fotossistema em razão do aumento súbito na quantidade de luz que chega às folhas, o que, consequentemente, afetará o desenvolvimento da planta.

Outro fator que também afeta o desenvolvimento do mogno é a quantidade de nitrogênio (N) disponível. Além de ser o elemento mais abundante na atmosfera, o nitrogênio também é responsável por diversas reações dentro da planta, como: i) faz parte da estrutura da clorofila, de proteínas e enzimas; ii) seu balanço afeta a fotossíntese, a produção e a translocação de fotoassimilados; iii) formação de raízes, e iv) crescimento de raízes e folhas (Taiz & Zeiger, 2004; Fagan, 2007). A diminuição da quantidade de nitrogênio disponível, consequentemente afetará no crescimento e na produtividade da planta (Fagan, 2007).

Frente à carência de informações sobre o manejo e a análise de espécies florestais e os problemas ambientais, que atingem os ecossistemas reduzindo as áreas florestais, tornam-se importantes os trabalhos que colaborem para recuperação de áreas degradadas e recomposição da paisagem. Assim, a presente proposta torna-se relevante, uma vez que facilitará o entendimento da fisiologia da espécie, proporcionando formas mais adequadas e eficientes para a produção de mudas de *Swietenia macrophylla* King.

O objetivo deste trabalho é avaliar os efeitos da luminosidade sobre o crescimento e a atividade da enzima nitrato redutase em plantas de *Swietenia macrophylla* King em casa de vegetação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de junho a setembro de 2009 no Núcleo de Pesquisa em Fisiologia e Estresse de Plantas (NUFEP) do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), em Patos de Minas-MG, município situado na região intermediária às regiões do Triângulo Mineiro e do Alto Paranaíba.

Foram utilizadas mudas de mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* King) adquiridas no viveiro do Instituto Estadual de Florestas (IEF) de Patos de Minas. As mudas apresentaram três a quatro folhas completamente expandidas e imediatamente transplantadas em vasos plásticos. A espécie foi cultivada em vasos cilíndricos de aproximadamente 10 L (25 cm de diâmetro e 22 cm de altura). Os vasos foram preenchidos com solo do tipo latossolo

vermelho, coletado na área experimental de pesquisa (Escola Agrotécnica “Afonso Queiroz”) do UNIPAM. A massa inicial de cada conjunto – vaso + solo – foi aferida para o controle da quantidade de água pelo método gravimétrico.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, com quatro tratamentos e nove repetições para cada tratamento. Os tratamentos foram constituídos por diferentes níveis de sombreamento, em que: T₁ - 50%; T₂ - 35%; T₃ - 20%, e T₄ - 0%. O sombreamento foi realizado com telas de polipropileno preto (“sombrites”), com níveis de transmissividade de luz correspondentes a cada tratamento, sendo estes 400, 520, 680 e 800 $\mu\text{mol m}^{-2}$ para os tratamentos T₁, T₂, T₃ e T₄, respectivamente.

As plantas foram regadas diariamente, de acordo com a necessidade, e a cada quinze dias foram aplicados 10 mL de solução nutritiva por vaso (Johnson et al., 1957).

A determinação de fitomassa seca de raiz, caule, folhas e área foliar foi realizada a cada 15 dias, a partir da aplicação dos tratamentos, sendo retiradas três plantas por tratamento. Para análise da área foliar (AF), foi realizado o método de discos, que consistiu da retirada de dez discos de 1 cm de diâmetro em uma folha de cada planta (Fagan, 2005). Conforme indicado pelo referido autor, esta área foi obtida por meio de uma regra de três (Equação 1):

$$AD \times FSF \times ND / FSD \quad (1)$$

em que: AD = área do disco (cm^2); FSF = fitomassa seca de folhas (g); ND = número de discos; FSD = fitomassa seca dos discos (g).

Para a fitomassa seca, cada órgão da planta foi acondicionado, separadamente, em sacos de papel, e a secagem das diferentes partes da planta foi realizada utilizando-se o método padrão em estufa com circulação de ar forçada e com temperatura de 70 °C, até massa constante.

A avaliação foliar da atividade da enzima nitrato redutase (ANR) nas folhas das plantas também foi realizada a cada 15 dias. Para esta, foram retiradas amostras de três folhas do terço superior da planta completamente expostas à luz, em quatro plantas por tratamento.

A ANR foi determinada seguindo a metodologia proposta por Cataldo (1975). As folhas foram

cortadas em pedaços pequenos, das quais foram colocados 200 mg em tubos de ensaio de 15 mL com tampa, que continham 4 mL de KNO_3 0,25 M em tampão fosfato. Os tubos de ensaio foram envolvidos em papel de alumínio e mantidos em banho-maria a 35°C durante 2 h, sendo agitados de 5 em 5 minutos. Logo após, foi pipetado 1 mL da solução de cada tubo de ensaio para balão volumétrico de 50 mL para cada um dos respectivos tratamentos, evitando-se fragmentos de folhas. Em seguida, colocou-se água destilada até completar 25 mL do balão e, a seguir, 1 mL de ácido sulfanílico. Esta solução foi mantida em repouso de 5 a 10 minutos. Posteriormente, foi adicionado 1 mL de alfa-naftalamina e 1 mL do tampão de acetato de sódio, completando-se o volume a 50 mL com água destilada. A leitura foi realizada depois de 10 e antes de 30 minutos em Espectrofotômetro de luz não visível, marca Biospectro, modelo SP22, o qual foi ajustado ao valor zero com água destilada, a uma leitura de 540 nm.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao crescimento das raízes (FSR) (Figura 1), foram encontradas diferenças significativas na última análise, sendo que as plantas submetidas ao tratamento T1 (50% de sombreamento) foram as que apresentaram o maior crescimento desse órgão. Este dado difere dos resultados obtidos em um trabalho semelhante com a espécie *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) tol. (ipê), em que Siebeneichler et al. (2008) observaram que esta espécie, submetida aos ambientes de pleno sol e 50% de luz, apresentou maior massa seca de raiz em comparação a plantas colocadas em ambientes com 30% de luminosidade e com sombreamento natural.

Silva et al. (2007) realizaram experimento com *Hymenaea parvifolia* (Huber) (jatobá) e também constataram que, sob sombreamento mais intenso (70% de sombreamento e sombreamento natural), ocorreu redução na massa seca acumulada na raiz (MSR), em relação a níveis mais altos de luz (pleno sol e 50% de sombreamento). Esse comportamento, segundo Carvalho et al. (2006), permite maior

absorção de água e nutrientes, estratégia que garante à planta capacidade de suportar taxas mais elevadas de fotossíntese e transpiração em ambientes mais iluminados.

Essa contradição em relação aos dados obtidos nesta pesquisa e nos demais trabalhos supracitados deve-se, provavelmente, ao fato de essas espécies se encontrarem na primeira fase de sucessão ecológica, sendo classificadas como plantas pioneiras, e, portanto, mais exigentes em luz (Lorenzi, 2002). Já o mogno é uma espécie intermediária na escala de sucessão ecológica (Marenco et al., 2001) e necessita de menor quantidade de luz para um melhor desenvolvimento, em comparação com *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) tol. (ipê) e *Hymenaea parvifolia* (Huber) (jatobá).

O crescimento do caule (Figura 2) não apresentou diferenças significativas em nenhuma das avaliações. Lima et al. (2008) observaram, em seus experimentos, que mudas de *Caesalpinia ferrea* (Mart.) (pau-ferro) cultivadas a pleno sol mostraram menor acúmulo de biomassa nas folhas e maior no caule, quando comparadas com mudas dos demais tratamentos (50% e 70% de sombreamento e sombreamento natural). Mudanças mantidas sob sombreamento natural, ou seja, pouca disponibilidade de luz, mostram forte limitação de crescimento, provavelmente em função da baixa luminosidade e das alterações na qualidade da luz.

O tempo de avaliação da espécie *Swietenia macrophylla* King pode ter sido insuficiente para provocar uma resposta fisiológica da planta sob diferentes tipos de tratamentos, embora os maiores

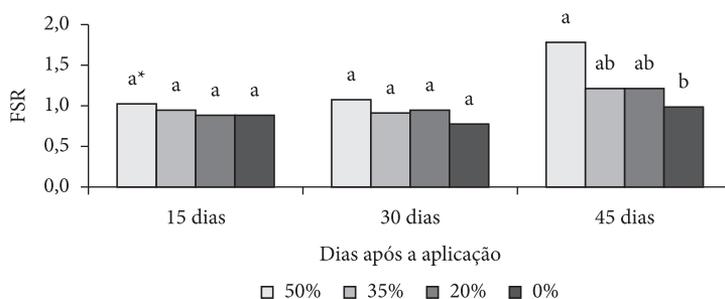


Figura 1. Análise de fitomassa seca de raiz (FSR) em plantas de *Swietenia macrophylla* submetidas a diferentes níveis de sombreamento. UNIPAM, Patos de Minas-MG, 2009. *Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Figure 1. Analysis of root dry mass (FSR) of *Swietenia macrophylla* in plants exposed to different levels of shading. UNIPAM, Patos de Minas, 2009. *Means followed by same letter do not differ statistically among themselves by Tukey test at 5% probability of error.

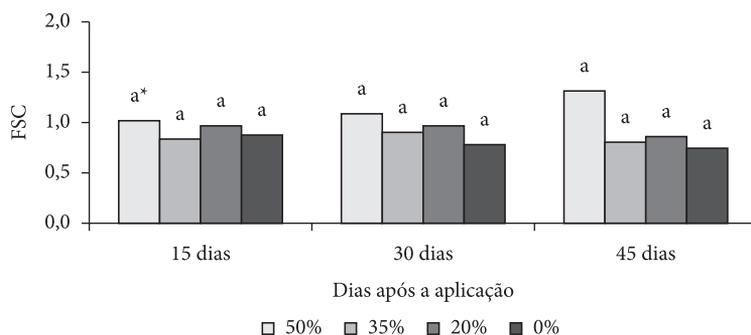


Figura 2. Análise de fitomassa seca de caule (FSC) em plantas de *Swietenia macrophylla* submetidas a diferentes níveis de sombreamento. UNIPAM, Patos de Minas-MG, 2009. *Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Figure 2. Analysis of stem dry mass (FSC) of *Swietenia macrophylla* in plants exposed to different levels of shading. UNIPAM, Patos de Minas, 2009. *Means followed by same letter do not differ statistically among themselves by Tukey test at 5% probability of error.

valores de FSC estejam concentrados no tratamento T1 (50% de luminosidade).

Houve diferenças estatísticas com relação à fitomassa seca de folhas (FSF) (Figura 3) aos 30 e 45 dias após a aplicação dos tratamentos, sendo que, aos 30 dias, o tratamento T1 (50% de sombreamento) foi mais eficiente para o crescimento das folhas. Esse dado está em contradição com alguns trabalhos, como o de Siebeneichler et al. (2008), que encontraram maiores valores de massa seca de folhas em tratamentos com maior luminosidade em mudas de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) tol. (ipê). Segundo esses autores, na medida em que as plantas tendem a aumentar a fotossíntese sob maior disponibilidade de luz, ocorreu um incremento no teor de carboidratos nas folhas, o que influencia na elevação da massa seca.

Aos 45 dias após a aplicação dos tratamentos, foram encontrados maiores valores de FSF nos tratamentos com T1 (50% de sombreamento) e T3 (35% de sombreamento).

Com relação à área foliar (AF) (Figura 4a), foram encontradas diferenças significativas no tratamento T1, em que se apresentaram maiores valores em relação aos demais tratamentos. Segundo Larcher (2000), o aumento da área foliar da planta mostra a habilidade da espécie em utilizar a radiação fotossinteticamente ativa e alocar os fotoassimilados em resposta a um ambiente particular de luminosidade. Resultados semelhantes também foram observados em outras espécies:

Caesalpinia ferrea (Mart.), *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) tol., *Hymenaea parvifolia* (Huber) e *Jatropha curcas* L. (Sesma et al., 2009; Lima et al., 2008; Siebeneichler et al., 2008; Silva et al., 2007).

A área foliar pode ser considerada como um índice de produtividade, dada a importância dos órgãos fotossintetizantes na produção biológica da planta (Scalon et al., 2003). A expansão da folha sob baixa luminosidade é uma resposta frequentemente relatada e indica uma maneira de a planta compensar a diminuição da quantidade de luz (Lima et al., 2008).

As plantas que estão em condições de ambiente sombreado tendem a expandir o limbo foliar, aumentando a área de captação de luz (Larcher, 2000), sem, no entanto, aumentar a massa seca. Tal fato pode ser confirmado pelos dados do trabalho de Lima et al. (2008), em que a área foliar específica apresentou maiores valores na condição de sombra natural. Entretanto, as mudas de *Swietenia macrophylla* King não apresentaram valores de área foliar específica (AF_e) significativamente diferentes entre os tratamentos (Figura 4b) em nenhuma das análises, apesar de ter sido observada uma tendência de os maiores valores estarem concentrados em T1 (50% de sombreamento).

O fato de não terem sido encontradas diferenças estatísticas com relação aos tipos de sombreamento sobre o crescimento da planta, na primeira avaliação (15 dias após a aplicação dos tratamentos), é explicado, provavelmente, pelo pouco tempo de transplante, o qual se mostra insuficiente para uma

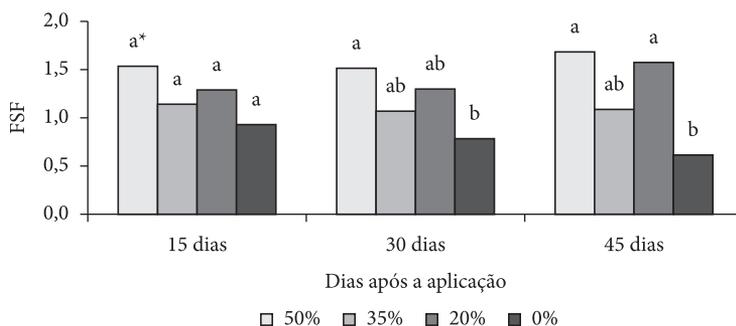


Figura 3. Análise de fitomassa seca de folhas (FSF) em plantas de *Swietenia macrophylla* submetidas a diferentes níveis de sombreamento. UNIPAM, Patos de Minas-MG, 2009. *As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Figure 3. Analysis of leaves dry mass (FSF) of *Swietenia macrophylla* in plants exposed to different levels of shading. UNIPAM, Patos de Minas, 2009. *Means followed by same letter do not differ statistically among themselves by Tukey test at 5% probability of error.

resposta fisiológica das plantas aos diferentes tipos de tratamento.

Esse pouco tempo de transplante também pode explicar o fato de não terem sido encontradas

diferenças significativas na atividade da enzima nitrato redutase (ARN) (Figura 5). Segundo Marschner (1995), plantas cultivadas permanentemente sob condições de baixa luminosidade – por exemplo,

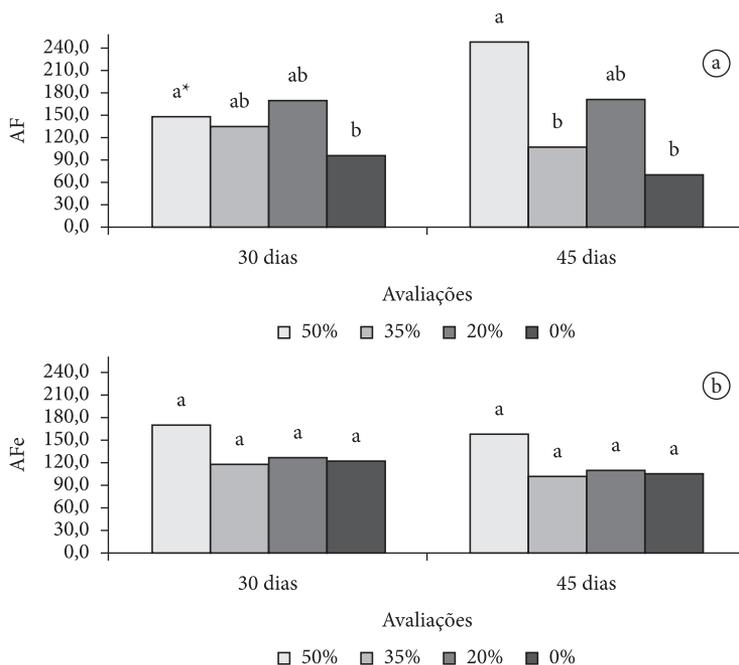


Figura 4. AF – área foliar (a) e AFe – área foliar específica (b) em plantas de *Swietenia macrophylla* submetidas a diferentes níveis de sombreamento. UNIPAM, Patos de Minas-MG, 2009. *Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Figure 4. AF – Leaf area (a) e AFe – specific leaf area (b) of *Swietenia macrophylla* in plants exposed to different levels of shading. UNIPAM, Patos de Minas, 2009. *Means followed by same letter do not differ statistically among themselves by Tukey test at 5% probability of error.

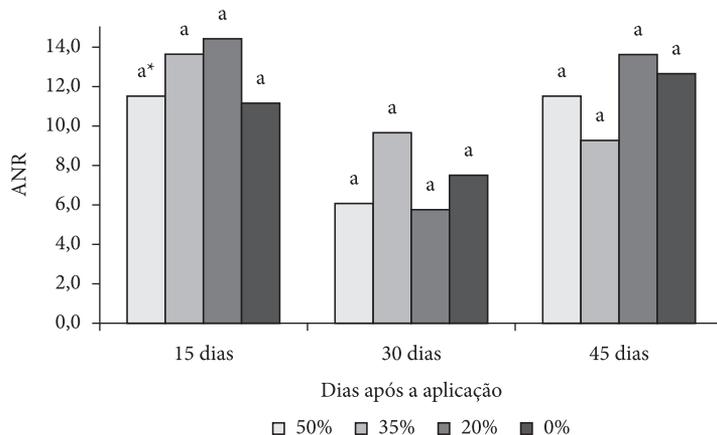


Figura 5. Atividade da enzima nitrato redutase em plantas de *Swietenia macrophylla* submetidas a diferentes níveis de sombreamento. UNIPAM, Patos de Minas-MG, 2009. *Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Figure 5. Activity of the enzyme nitrate reductase in plants of *Swietenia macrophylla* in plants exposed to different levels of shading. UNIPAM, Patos de Minas, 2009. *Means followed by same letter do not differ statistically among themselves by Tukey test at 5% probability of error.

em casa de vegetação – podem ter concentrações de nitrato maiores do que aquelas que crescem sob alta condição de luz – por exemplo, em campo aberto.

Para Kaiser & Huber (2001), em condições normais de ativação e na presença de luz, a ação da enzima nitrato redutase (NR) seria da ordem de 70% a 90%, reduzindo-se para 10% a 30%, no escuro. Esses autores afirmam que a luz não é um sinal direto para a atividade dessa enzima (NR), pois, mesmo sob intensa e contínua luminosidade, a NR é inativada quando falta CO₂, indicando que a fotossíntese é requerida para sua ativação.

4. CONCLUSÕES

A luminosidade afeta o crescimento de *Swietenia macrophylla* King, sendo que o tratamento T₄ (0% de sombreamento) foi o menos eficiente para desenvolvimento dessa espécie. Ao se utilizar 50 e 20% de sombreamento, o mogno apresenta melhor crescimento. Além disso, a atividade da enzima nitrato redutase não é afetada pela luminosidade nesta espécie.

STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 01/02/2012

Aceito: 29/11/2012

Publicado: 28/02/2013

AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

Walquíria Fernanda Teixeira

Núcleo de Pesquisa em Fisiologia e Estresse de Plantas, Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM,
Rua Major Gote, 808, Caiçaras,
CEP 38700-000, Patos de Minas, MG, Brasil
e-mail: walquiria_bio@yahoo.com.br

REFERÊNCIAS

Azevedo GFC, Marengo RA. Influência da radiação solar plena na eficiência fotoquímica em mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King.) In: *Anais do XII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal*; 2009; Fortaleza. Fortaleza; 2009.

Carvalho NOS, Pelacani, CR, Rodrigues MOS, Crepaldi IC. Crescimento inicial de plantas de licúria

(*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. *Revista Árvore* 2006; 30(3): 351-357. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000300005>

Cataldo DA, Haroon M, Schrader LE, Youngs VL. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 1975; 6: 71-80. <http://dx.doi.org/10.1080/00103627509366547>

Cesarino F, Silva BMS, Pantoja TF. Germinação de Sementes de *Clitoria fairchildianar*. A. Howard em diferentes temperaturas. Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá. *Arquivos Instituto Biologia* 2004; 71: 1-749.

Dias DP, Marengo RA. Fotossíntese e fotoinibição em mogno e acariquara em função da luminosidade e temperatura foliar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2007; 2: 305-311. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2007000300002>

Fagan EB. Fisiologia da fixação biológica do nitrogênio em soja - Revisão. *Revista da FZVA* 2007; 14: 89-106.

Fagan EV. *Regime de irrigação e densidade de frutos na produção de melão hidropônico* [dissertação]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2005.

Johnson CM, Stout PR, Broyer TC, Carlton AB. Comparative chlorine requirement of different plant species. *Plant and Soil* 1957; 8(3): 337-353. <http://dx.doi.org/10.1007/BF01666323>

Kaiser WM, Huber SC. Pos-translation regulation of nitrate reductase: mechanism, physiological relevance and environmental triggers. *Journal of Experimental Botany* 2001; 52: 1981-1989. PMID:11559733. <http://dx.doi.org/10.1093/jexbot/52.363.1981>

Larcher W. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos: Rima; 2000. 531 p.

Lima Junior EC. *Crescimento e estado nutricional de plantas jovens de mogno (Swietenia macrophylla King), em função da calagem* [dissertação]. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia; 2008.

Lima JD, Silva DNBMS, Moraes WS, Dantas VAV, Almeida CC. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia férrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). *Acta Amazônica* 2008; 38(1): 5-10. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672008000100002>

Lorenzi H. *Árvores Brasileiras: manual de identificação de plantas arbóreas do Brasil*. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum; 2002.

Marengo RA, Gonçalves JFC, Vieira G. Leaf gas exchange and carbohydrates in tropical trees differing in successional status in two light environments in central Amazonia. *Tree Physiology* 2001; 21: 1311-1318. PMID:11731341. <http://dx.doi.org/10.1093/treephys/21.18.1311>

- Marschner H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2. ed. San Diego: Academic press; 1995.
- Pereira RS, Fernandes VT. Comportamento ecofisiológico do mogno (*Swietenia macrophylla*, King), no município de Miguel Pereira-RJ. *Floresta e Ambiente* 1998; 5(1): 139-145.
- Rocha SC, Quoirin M. Calogênese e Rizogênese em Explantes de Mogno (*Swietenia macrophylla* King) Cultivados *in vitro*. *Ciência Florestal* 2004; 14(1): 91-101.
- Scalon SPQ, Mussury RM, Rigoni MR, Scalon Filho H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. *Revista Árvore* 2003; 27(6): 753-758. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622003000600001>
- Sesma EB, Demuner VG, Hebling SA. Efeito de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento inicial de *Jatropha curcas* L. em casa de vegetação. *Natureza online* 2009; 7(1): 31-36.
- Siebeneichler SC, Freitas GA, Silva RR, Adorian GC, Capellari D. Características morfofisiológicas em plantas de *Tabebuia heptaphylla* (vell.) tol. em condições de luminosidade. *Acta Amazônica* 2008; 38(3): 467-472. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672008000300011>
- Silva BMS, Lima JD, Dantas VAV, Moraes WS, Sabonaro DZ. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. *Revista Árvore* 2007; 31(6): 1019-1026. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622007000600006>
- Taiz L, Zeiger E. *Fisiologia Vegetal*. Tradução de Eliane Romanato Santarém et al. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.
- Zamith LR, Scarano FR. Produção de mudas de espécies das Restingas do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *Acta Botânica Brasilica* 2004; 18 (1): 161-176. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062004000100014>