

CRESCIMENTO INICIAL DE *Tabebuia aurea* SOB TRÊS INTENSIDADES LUMINOSAS¹

INITIAL GROWTH OF *Tabebuia aurea* UNDER THREE LUMINOUS INTENSITIES

Ademir Kleber Morbeck de Oliveira² Sônia Cristina Juliano de Gualtieri Andrade e Perez³

RESUMO

A espécie *Tabebuia aurea* é comumente encontrada no Pantanal de Miranda-MS, em formações vegetacionais conhecidos como paratudais. Essa espécie é boa melífera, fornece corante amarelo para tintura em comunidades rurais e também é considerada uma planta medicinal. Sua madeira tem valor econômico sendo utilizada na construção civil, entre outros usos, além de empregada na arborização e paisagismo. Levando-se em consideração seu amplo aproveitamento, seu desenvolvimento inicial foi analisado durante um período de 180 dias após a emergência, a pleno sol e sob sombreamento artificial (30 e 45%) em Latossolo Vermelho-Amarelo com adição de cálcio e magnésio. Os resultados obtidos indicam que esta espécie se desenvolve melhor sob luminosidade máxima, atingindo 52,7 cm de altura e 43,2 g de matéria seca aos 180 dias de cultivo, com tendência contínua de concentração de matéria orgânica no sistema radicular, principalmente, a partir de 120 dias. Para todas as luminosidades nas quais a espécie foi cultivada, apresentou elevada plasticidade fenotípica para o índice de robustez e biomassa seca total, indicando adaptação aos ambientes de cultivo.

Palavras-chave: Bignoniaceae; intensidade luminosa; análise de crescimento; ipê.

ABSTRACT

Tabebuia aurea species is easily found in *Pantanal* of Miranda-MS, in vegetation formations known as *paratudais*. This species is a good honey producer, supplies yellow dye in rural communities and it is also considered a medicine plant. Its wood has economical value, is used in construction, among other uses, as well as in afforest and in garden landscaping. Considering its wide use, its initial development was analyzed during a period of 180 days after the emergency, full sun and under artificial shade (30 e 45%) in Red Yellow Latosol with addition of calcium and magnesium. The obtained results indicate that this species grows better under maximum brightness, reaching 52,7 cm of height and 43.2 g of dry material to 180 days of cultivation, with continuous tendency of concentration of organic material in the root system, mainly starting from 120 days. The species presents high phenotypic plasticity relating to the total biomass parameter, in the three treatments, indicating the adaptation of the plants to the culture environment.

Keywords: *Bignoniaceae*; luminous intensity; growth analysis; ipê.

1. Parte da tese de doutorado do primeiro autor.

2. Biólogo, Dr., Professor do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional, Universidade Anhanguera-Uniderp, Rua Alexandre Herculano, 1400, Jardim Veraneio, CEP 79037-280, Campo Grande (MS). akmorbeck@hotmail.com

3. Bióloga, Dra., Professora do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação dos Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Departamento de Botânica, Rodovia Washington Luiz, Km 235, SP-310, CEP 13565-905, São Carlos (SP). dscep@ufscar.br

Recebido para publicação em 12/11/2009 e aceito em 20/04/2011

INTRODUÇÃO

A espécie *Tabebuia aurea* (paratudo) é comumente encontrada no Pantanal de Miranda-MS, em formações vegetacionais conhecidas como paratudais, onde apenas uma espécie arbórea, crescendo em solos calcários, resultado da deposição de sedimentos ricos em cálcio e magnésio pelo rio Miranda, domina a paisagem (SOARES e OLIVEIRA, 2009). A espécie também ocorre em comunidades mais complexas na Região Amazônica, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, em diversas formações vegetacionais, sendo conhecida por caraíba, carnaúba-do-campo, caroba-do-campo, ipê, ipê-do-cerrado, entre outros nomes populares (LORENZI, 1992; ALMEIDA et al., 1998).

Além da beleza cênica propiciada pela floração e composição estrutural dos paratudais, a espécie é boa melífera e também é considerada uma planta medicinal (ALMEIDA et al., 1998; LORENZI e ABREU MATOS, 2002). De acordo com Pott e Pott (1994) é um “santo remédio” do pantaneiro.

Sua madeira tem valor econômico e é utilizada para confecção de ferramentas, móveis, caixotaria, artigos esportivos, construção civil e obras externas, entre outros usos, além de empregada na arborização e paisagismo de jardins, ruas e parques (LORENZI, 1992; ALMEIDA et al., 1998).

Apesar de seu potencial para uma ampla utilização, existem poucos trabalhos referentes a seu crescimento inicial (SILVA e NOGUEIRA, 2003; CABRAL et al., 2004; PACHECO et al., 2008), necessitando, portanto, de mais estudos básicos e aplicados.

Frequentemente, a análise de crescimento é utilizada para prever o grau de tolerância das diferentes espécies às mudanças na quantidade de radiação recebida, valendo-se de vários parâmetros para avaliação das respostas das plântulas em relação à intensidade luminosa (BENICASA, 2003).

Pode-se considerar o desenvolvimento das plantas como o resultado de correlações internas que envolvem carboidratos, reguladores de crescimento, água e minerais, embora a fotossíntese seja considerada o processo fisiológico fundamental para o crescimento, pois fornece matéria-prima para o desenvolvimento da espécie (CRAWLEY, 1997).

Em relação às espécies nativas, existe uma grande diversidade de respostas das plantas quanto ao seu crescimento relacionado à luminosidade, com muitas destas estratégias ligadas aos grupos sucessionais a que essas espécies pertencem: estágio

inicial, intermediários ou final de sucessão (BEGON et al., 2007).

As espécies verdadeiramente tolerantes ao sombreamento teriam menor plasticidade fenotípica, em suas características morfológicas e fisiológicas, que as espécies não tolerantes. Assim, estudos poderiam ser realizados durante a fase de planta jovem, uma vez que é durante os estágios iniciais do ciclo de vida de uma planta que a diferenciação entre as espécies é mais acentuada e, a plasticidade fenotípica, mais marcante (LUTGE, 1997).

Dessa forma, a análise de crescimento em plantas apresenta-se como uma técnica importante para integrar informações morfofisiológicas e inferir prováveis respostas dos vegetais às mudanças ambientais. Além disso, alguns componentes de aptidão biológica, como sobrevivência, habilidade competitiva e rendimento reprodutivo, estão relacionados ao tamanho e crescimento das plantas.

A espécie *Tabebuia aurea* deve apresentar uma grande plasticidade fenotípica, levando-se em consideração a diversidade de ecossistemas na qual é encontrada, onde cresce em diferentes situações ambientais relacionadas à luminosidade e sucessão. Assim, levando-se em consideração a possibilidade de múltiplos usos que *Tabebuia aurea* possui, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento inicial da espécie em substrato, com adição de cálcio e magnésio, sob três intensidades luminosas visando à produção de mudas mais vigorosas, com menor custo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de *Tabebuia aurea* (Manso) B. et H. foram colhidos de 10 matrizes localizadas no Passo do Lontra (57°4,2'W e 19°30'S), sub-bacia do Rio Miranda (Bacia do Alto Paraguai), no Pantanal de Miranda, Município de Corumbá, MS, de acordo com critérios citados por Figliolia e Aguiar (1993).

Os frutos foram deixados ao sol durante 36 horas para deiscência natural e então, coletadas as sementes, separando-se manualmente aquelas em melhor estado de conservação. As mesmas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e transportadas para o Laboratório de Ecofisiologia Vegetal, Departamento de Botânica, UFSCar, onde foram colocadas para germinar em placas de Petri forradas internamente com uma folha de papel de filtro umedecido com solução do fungicida Captan (0,2%) e mantidas sobre bancadas de laboratório, sob temperatura ambiente, com umidade da placa

verificada diariamente.

Após a germinação, as plântulas foram colocadas em bandejas de alumínio contendo vermiculita, regadas diariamente com água destilada e, após atingirem a altura de 7 cm acima do substrato, foram transplantadas para sacos de plantio (sacos pretos, com capacidade para 11 Kg, contendo o substrato) e cada recipiente recebeu uma única plântula.

O substrato Latossolo Vermelho-Amarelo, unidade Canchim, de textura franco-arenosa (LORANDI et al., 1989) foi coletado no *Campus* da Universidade Federal de São Carlos - SP, em área de Cerrado, a uma profundidade de 0 a 20 centímetros, peneirado, colocado sobre lona plástica e seco sob céu aberto, sendo posteriormente adicionado cálcio (500 gramas) e magnésio (10 gramas), homogeneizado e então enviado para análise no Laboratório de Análise Química de Solo e Planta, Departamento de Recursos Naturais, Centro de Ciências Agrárias - UFSCar, *Campus* Araras, possuindo as seguintes características: Fósforo (Resina $\mu\text{g}/\text{cm}^3$) – 03; Matéria orgânica (%) – 2,7; pH (CaCl_2) – 5,9; Potássio ($\text{emg}/100\text{cm}^3$) – 0,1; Cálcio ($\text{emg}/100\text{cm}^3$) – 2,7; Magnésio ($\text{emg}/100\text{cm}^3$) – 2,3; Alumínio ($\text{emg}/100\text{cm}^3$) – 0,0; Soma das Bases – 5,1; Volume (%) – 70.

A adição de cálcio e magnésio foi feita para simular condições edáficas da região de coleta das sementes. De acordo com Cunha et al. (1985), em solos calcimórficos da sub-região do Abobral, também inundada pelas águas do rio Miranda, as concentrações encontradas de cálcio variam entre 0,88 e 3,28 me/100 g de solo e de magnésio, entre 0,20 a 0,56 me/100 g de solo.

Os recipientes contendo as plântulas, regadas diariamente pela manhã até, aproximadamente, 80% da capacidade de campo foram divididos em três grupos. O primeiro foi mantido a pleno sol (100% luminosidade), sendo a radiação máxima obtida de $1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, ao meio-dia. O segundo grupo foi colocado em casa de vegetação coberta com tela de nylon conhecida comercialmente como “sombrite”, com 30% de sombreamento artificial (radiação máxima obtida, $950 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, ao meio-dia). O terceiro lote foi colocado em casa de vegetação com 45% de sombreamento artificial (radiação máxima obtida, $750 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, ao meio-dia). Os valores da radiação foram obtidos com o uso de um analisador portátil de gás infravermelho (ADC-LCA-2).

A partir de 37 dias após o plantio (DAP) iniciaram-se as coletas mensais (dezembro a maio),

para a obtenção dos parâmetros altura, área foliar, peso da matéria seca da raiz, parte aérea e biomassa total, com o delineamento experimental realizado em blocos ao acaso, em esquema fatorial de quatro repetições x três intensidades luminosas x seis épocas de coleta, sendo utilizadas quatro plantas por tratamento, a cada coleta (4 por tratamento, 12 por mês, 72 no total do experimento). Os dados foram analisados através do programa estatístico Bioestat 4.0 em nível de 5% de probabilidade, e, quando houve significância, foi realizado o teste de média de Tukey, em nível de 5% ($p < 0,05$).

Os parâmetros biométricos descritos foram obtidos de acordo com as citações de Radford (1967) e Benicasa (2003): Altura (cm) - foi considerada como a distância do colo da planta até o ápice mais alto; Área Foliar (cm^2) - determinada para cotilédones e folhas através de moldes de papel e da relação peso/área; Porcentagem de Matéria Orgânica Investida em cada Órgão (Peso da Matéria Seca); Área Foliar Específica (AFE) ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$) – área foliar/peso da matéria seca foliar; Taxa Assimilatória Líquida (TAL) ($\text{g cm}^2 \text{d}^{-1}$) – crescimento de biomassa por unidade de área foliar. O Índice de Robustez (IR) (g cm^{-1}) – peso da matéria seca do caule/comprimento do caule; e o Índice de Plasticidade Fenotípica (IPF) foi determinado de acordo com Valadares (2000). Para determinação do peso de matéria seca da raiz e da parte aérea, as mesmas foram coletadas e acondicionadas em sacos de papel e então colocadas em estufa, com ventilação forçada a 80-90 °C durante 48 horas e, depois de resfriadas em dessecador, foram pesadas em balança analítica. O peso da matéria seca total foi obtido através do somatório do peso da raiz e da parte aérea.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à altura acima do solo, a espécie apresentou, até 60 dias após o plantio (DAP), crescimento similar nas três intensidades luminosas. A partir de 120 DAP, os tratamentos passam a apresentar resultados estatisticamente diferentes, mês a mês ($F = 365.9203$; $gl 17$; $p < 0.0001$). Todos os tratamentos apresentaram uma tendência de crescimento constante, porém, as plantas crescidas sob a maior intensidade luminosa (100% luminosidade) apresentaram os maiores valores médios com o cultivo a pleno sol, atingindo o máximo de 52,7 cm de altura, indicando que estas condições foram as mais adequadas para o crescimento em altura (Figura 1).

De acordo com Larcher (2004) ocorre um ajuste das taxas metabólicas, com maior alocação de carbono para o caule quando a planta é submetida a uma intensidade luminosa menor do que o necessário ao seu melhor crescimento. Porém, isto não foi observado para esta espécie, uma vez que as plantas crescidas sob intensidades luminosas abaixo de 30% de sombreamento apresentaram menores valores médios de altura e acúmulo de matéria seca na parte aérea, demonstrando pouca adaptação ao ambiente sombreado.

Em relação ao parâmetro área foliar, há um aumento contínuo dos valores para todos os ambientes de cultivo, com indivíduos cultivados a pleno sol apresentando os maiores valores aos 180 DAP (1012,2 cm²) (Figura 2), sendo todos os tratamentos estatisticamente diferentes entre si ($F = 401.0861$; $gl = 2$; $p < 0.0001$).

Levando-se em consideração que a alteração deste parâmetro também é um mecanismo para compensar as baixas intensidades luminosas (LARCHER, 2004), a menor área foliar a partir de 120 DAP, em plantas cultivadas com 45% de sombreamento, também indica a falta de adaptação da espécie para ambientes com maior nível de sombreamento.

Os maiores valores de peso da matéria seca da parte aérea foram obtidos quando as plantas foram cultivadas em maiores intensidades luminosas e, à medida que aumentou o tempo de cultivo,

ocorreu uma maior diferença no crescimento, com menor acúmulo de carboidratos em ambientes mais sombreados (Figura 3).

O peso da matéria seca da parte aérea, nos três ambientes com intensidades luminosas distintas, é similar até 120 DAP. A partir de 150 DAP as plântulas crescidas sob 30% de sombreamento e a pleno sol se destacam, com o maior valor sendo de 7,9 g (100% luminosidade), sendo, a partir deste momento, todos os tratamentos estatisticamente diferentes ($F = 744.6667$; $gl = 2$; $p < 0.0001$). Todos os tratamentos apresentaram um aumento gradual no peso da matéria seca da parte aérea, com o decorrer do tempo (Figura 3), mesmo quando a intensidade luminosa não foi a mais adequada.

A estratégia de escape ao sombreamento com uma maior alocação de carbono para o caule, quando a planta é submetida a condições de radiação inadequadas ao seu melhor crescimento, é comum. Porém, algumas espécies não estão adaptadas para crescer normalmente em ambientes mais sombreados, o que reduz suas taxas de acúmulo de matéria seca.

O peso da matéria seca subterrânea indica um aumento constante para a biomassa acumulada no sistema radicular. Aos 90 DAP já ocorrem diferenças estatísticas ($F = 31.5000$; $gl = 2$; $p < 0.0001$) entre o tratamento com 45% de luminosidade, chegando aos 180 DAP também com diferenças significativas ($F = 75.0065$; $gl = 2$; $p < 0.0001$) entre o tratamento de menor luminosidade e os demais, com plantas

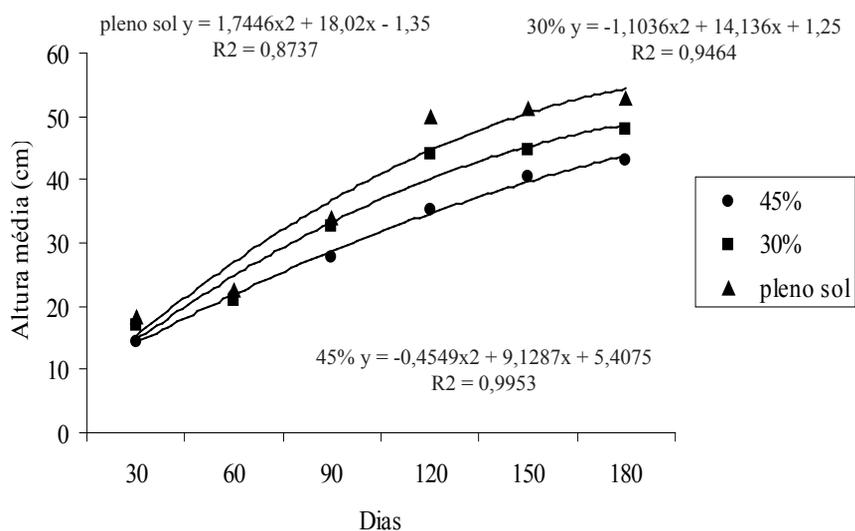


FIGURA 1: Valores médios de altura acima do solo (cm) de *Tabebuia aurea* após 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias, cultivadas em sacos de plantio, em três condições luminosas.

FIGURE 1: Average values of height above the soil (cm) of *Tabebuia aurea* after 30, 60, 90, 120, 150 and 180 days cultivated in plantation bags in three luminous conditions.

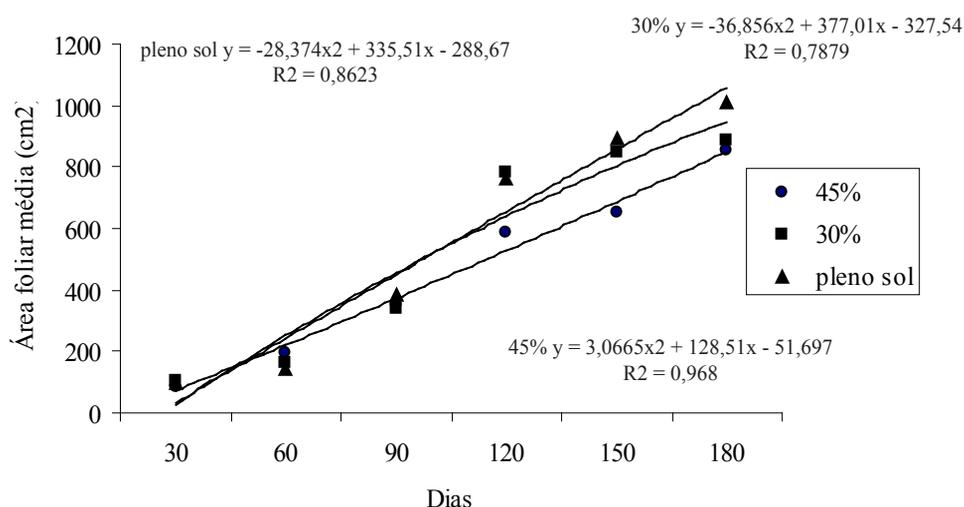


FIGURA 2: Valores médios de área foliar (cm²) de *Tabebuia aurea* após 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias, cultivadas em sacos de plantio, em três condições luminosas.

FIGURE 2: Average values of foliar area (cm²) of *Tabebuia aurea* after 30, 60, 90, 120, 150 and 180 days, cultivated in bags of plantation in three luminous conditions.

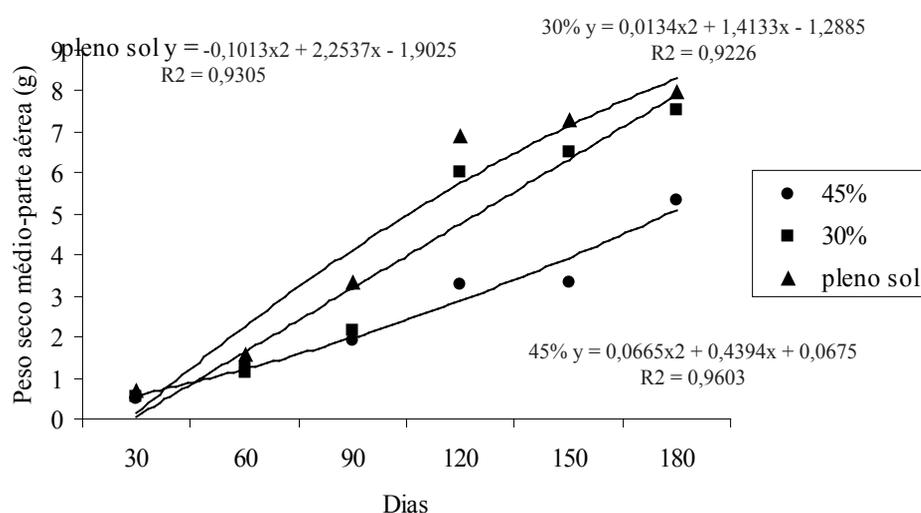


FIGURA 3: Valores médios de peso da matéria seca, em gramas, da parte aérea de *Tabebuia aurea* após 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias, cultivadas em sacos de plantio, em três condições luminosas.

FIGURE 3: Average values of dry weight in grams of the aerial part of *Tabebuia aurea* after 30, 60, 90, 120, 150 and 180 days, cultivated in bags of plantation in three luminous conditions.

cultivadas a pleno sol apresentando o maior valor médio, 26,2 g aos 180 DAP (Figura 4).

Larcher (2004) afirma haver uma hierarquia entre os locais que armazenam reservas e que suprem os diferentes órgãos. Assim, a parte aérea pode ter uma maior prioridade na alocação de carbono, onde, geralmente, os centros de crescimento são supridos com fotoassimilados provenientes da fonte mais próxima, sendo então a raiz suprida com carbono pelas folhas da base do caule. Em continuidade, as

folhas centrais suprem o caule, e as folhas do topo suprem as folhas jovens em crescimento.

Assim, as folhas situadas na base do caule, que já sofrem um maior sombreamento causado pelas folhas situadas na parte superior do caule, ficaram ainda mais prejudicadas pelo sombreamento artificial produzido nas casas de vegetação. Desta maneira, quanto maior o sombreamento, menor o peso da matéria seca da raiz e, quanto maior a intensidade luminosa, maior acúmulo de matéria seca.

Em relação à biomassa total, ocorre um aumento significativo na biomassa seca, para indivíduos cultivados com 30% de luminosidade e a pleno sol, a partir de 120 DAP. Aos 180 DAP, plantas crescidas com 100% de energia solar incidente, apresentam o maior acúmulo de biomassa, (34,2 g), indicando melhor adaptação à maior luminosidade, resultados significativamente diferentes dos demais tratamentos ($F = 97.6691$; $gl\ 2$; $p < 0.0001$).

Em todos os tratamentos avaliados houve uma tendência constante de aumento de crescimento, porém, as plantas cultivadas sob 45% de sombreamento apresentaram menor acúmulo de biomassa (Figura 5).

O índice de plasticidade fenotípica é de 0,95 para 45% de sombreamento e 0,97 para 30% de sombreamento e a pleno sol, indicando que, para esse parâmetro, a plasticidade fenotípica é alta, para as três condições luminosas. Os valores obtidos não diferem entre si ($F = 1.8000$; $gl\ 2$; $p < 0.0001$), sinalizando uma adaptação das plantas neste parâmetro aos ambientes de cultivo, uma vez que existe habilidade de alterar sua fisiologia/morfologia em decorrência de interações ambientais.

A proporção de assimilados alocados para a parte aérea e subterrânea sofreu uma alteração no decorrer das coletas. Inicialmente, a maior parte dos assimilados era acumulada na parte aérea, com o tratamento 45% de sombreamento apresentando maior valor, significativamente diferente dos demais ($F = 19.5000$; $gl\ 2$; $p < 0.0001$), porém, com uma

diminuição proporcional contínua destes valores. A partir de 120 DAP para plantas cultivadas a 30% de sombreamento e a pleno sol, e 150 DAP para 45% de sombreamento, o sistema radicular começa a receber a maior parte dos fotoassimilados. Ao final do experimento, a proporção foi de 0,6 para 45% de sombreamento e 0,3 para 30% de sombreamento e 100% de luminosidade, continuando o tratamento 45% de sombreamento (Figura 6), estatisticamente diferente dos demais ($F = 9.000$; $gl\ 2$; $p < 0.0001$).

O crescimento mensal apresentou um padrão de diminuição contínua dos valores, para todos os tratamentos, indicando que, cada vez mais, o sistema radicular acumulava uma parte significativa da matéria orgânica.

As respostas relacionadas à mudança na disponibilidade de luz podem ocorrer em nível foliar, envolvendo aclimatação do aparelho fotossintético e/ou em nível de planta toda, resultando em mudança no crescimento ou nos modelos de alocação de biomassa (CHAZDON et al., 1996).

Entretanto, os indivíduos respondem de forma distinta aos diferentes níveis de intensidade luminosa, em termos de alocação de biomassa, morfologia, e crescimento relativo. Sob baixa intensidade luminosa, haverá alocação preferencial para as folhas que para as raízes, que também desenvolverão folhas mais finas (maior área foliar específica) e com maior proporção de área foliar para a biomassa da planta. Porém, determinadas espécies não são adaptadas a uma diminuição da intensidade

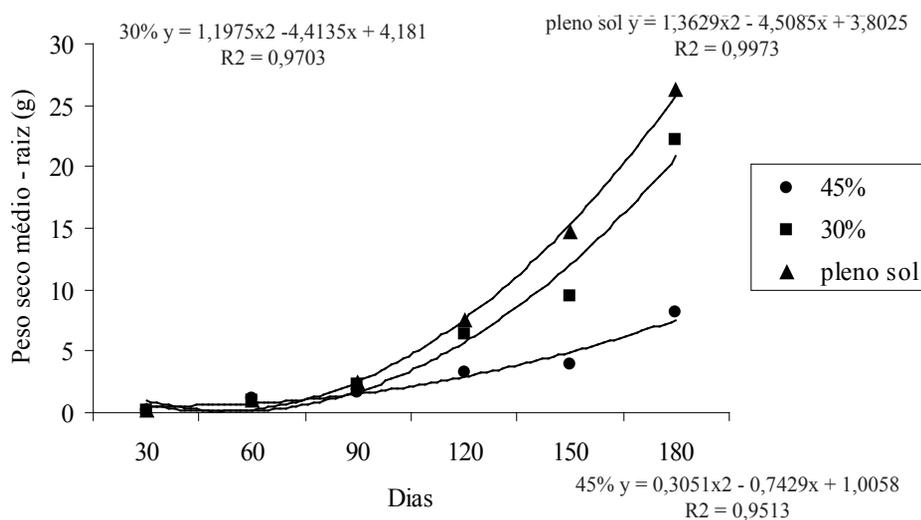


FIGURA 4: Valores médios de peso da matéria seca (g) da raiz de *Tabebuia aurea* após 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias de cultivo em sacos de plantio, em três condições luminosas.

FIGURE 4: Average values of dry weight (g) of the *Tabebuia aurea* root after 30, 60, 90, 120, 150 and 180 days of culture in plantation bags, in three luminous conditions.

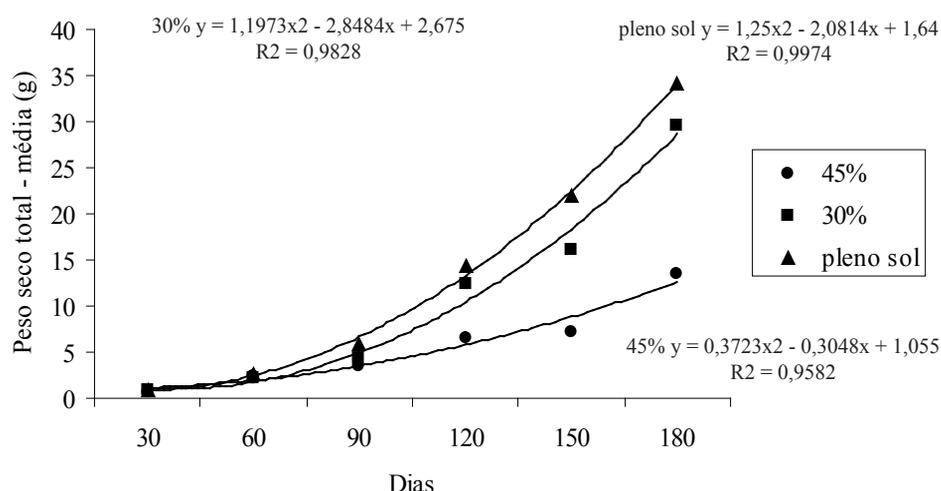


FIGURA 5: Valores médios de biomassa seca total (g) de *Tabebuia aurea* após 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias, cultivadas em sacos de plantio, em três condições luminosas.

FIGURE 5: Average values of total dry biomass (grams) of *Tabebuia aurea* after 30, 60, 90, 120, 150 and 180 days cultivated in bags of plantation in three luminous conditions.

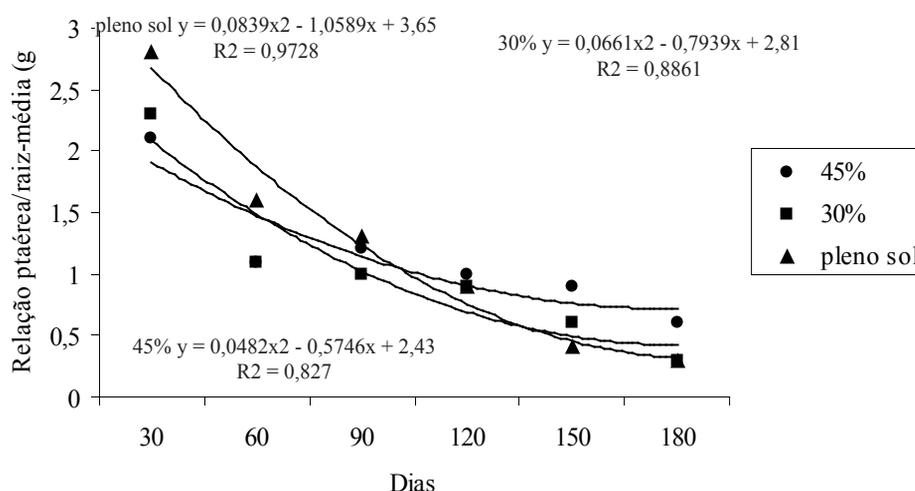


FIGURA 6: Valores médios, em gramas, da relação MSPA/MSPS de *Tabebuia aurea* após 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias, cultivadas em sacos de plantio, em três condições luminosas.

FIGURE 6: Average values in grams of the relation MSPA/MSPS of *Tabebuia aurea* after 30, 60, 90, 120, 150 and 180 days cultivated in bags of plantation in three luminous conditions.

da radiação e são afetadas negativamente em seu crescimento (KITAJIMA, 1994; CHAZDON et al., 1996).

Em ambientes sombreados, a luz pode ser o fator limitante ao crescimento das plantas e, em ambientes com maiores intensidades de luz, a água pode tornar-se o fator limitante ao crescimento das plantas. Uma modificação importante observada em plantas crescendo, sob alta intensidade luminosa, seria o maior investimento em biomassa do sistema radicular, resultando em maiores valores de razão de

massa radicular e no balanço mais adequado entre a superfície de transpiração foliar e biomassa radicular (POOTER, 1999).

A sobrevivência da espécie, sob baixa intensidade de luz, dependeria, então, de uma estratégia ecológica relacionada à conservação de energia, envolvendo o crescimento lento e o armazenamento de nutrientes em seus órgãos, evitando a produção de uma planta muito grande sob um ambiente com restrição de energia (KITAJIMA, 1994).

De acordo com Medina (1982), o baixo suprimento hídrico ou mineral leva a um aumento da alocação de carbono para a parte subterrânea, em detrimento da parte aérea. A tendência desta espécie, ao que parece, é alocar quantidades significativas de carbono em suas raízes. Paulilo e Felipe (1995) indicam que plantas de ambientes pouco férteis, ou sujeitos a estresses periódicos, possuem uma tendência de armazenar maiores quantidades de nutrientes na raiz, para aproveitá-los quando a oferta deste nutriente for menor, mantendo assim um crescimento constante.

Marschner (1995) chama este processo de *luxury uptake*, que é comum quando existem altas concentrações externas de determinados macronutrientes; em condições de campo este processo ocorre durante a ontogenia da planta, sendo um processo de grande importância, pois providencia uma reserva para períodos de alta demanda ou supressão do fluxo de nutrientes para a raiz.

A maior concentração de matéria orgânica no sistema radicular de *Tabebuia aurea* seria uma estratégia de sobrevivência durante os períodos desfavoráveis, pois a maior alocação de fotoassimilados, para a parte subterrânea, propiciaria uma maior reserva, quando as condições ambientais forem adversas e, as plantas crescidas sob maior intensidade luminosa seriam mais adaptadas para um possível estresse hídrico ou nutricional, comuns na área de estudo (SOUSA e

OLIVEIRA, 2009).

A espécie, apesar de ser considerada pioneira no Pantanal (POTT e POTT, 1994), não apresenta plasticidade fenotípica em função de diferentes níveis de sombreamento, pois uma diminuição no nível de sombreamento não induziu a modificações morfológicas, tais como uma maior área foliar ou um maior comprimento no parâmetro altura. Este tipo de modificação é característica de espécies pioneiras, que possuem uma grande variação morfológica ao longo de diferentes gradientes ambientais (CANHAM, 1989). Este fator também indica baixa capacidade de adequação a ambientes sombreados, demonstrando ser a espécie heliófita.

Os dados referentes à Área Foliar Específica (Figura 7) demonstram que ocorre uma oscilação mensal nos valores encontrados, com plantas crescidas sob 45% de sombreamento apresentando os maiores valores durante a maior parte do experimento, chegando aos 180 DAP com resultados estatisticamente diferentes ($F = 28.7276$; $gl = 2$; $p < 0.0001$) em relação ao tratamento 45% de sombreamento e os demais.

A tendência de diminuição dos valores, verificada em algumas coletas, esta relacionada à menor expansão das folhas, que não crescem na mesma velocidade dos outros órgãos, sendo que a AFE varia em função da taxa de crescimento.

Os maiores valores encontrados para menor luminosidade estão relacionados à maior área foliar (comparativamente), pois o aumento

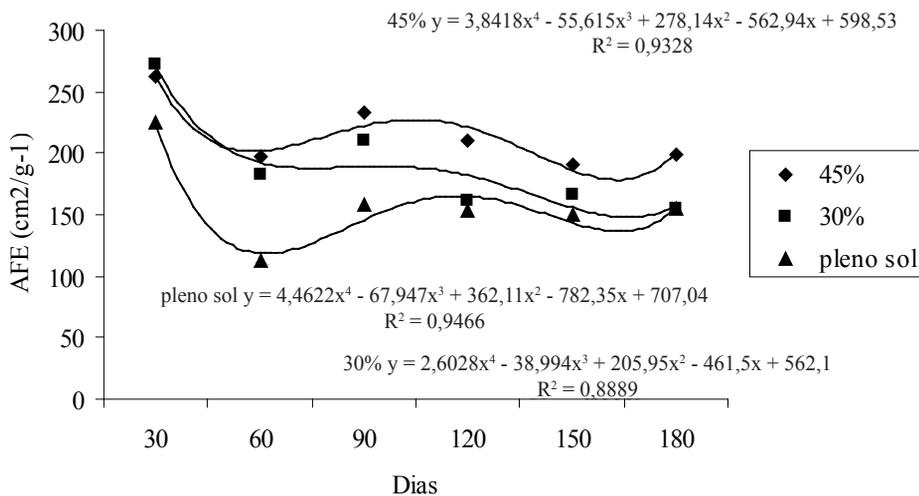


FIGURA 7: Valores médios em cm² g⁻¹ da área foliar específica de *Tabebuia aurea* após 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias, cultivadas em sacos de plantio, em três condições luminosas.

FIGURE 7: Average values in cm² g⁻¹ of the specific foliar area of *Tabebuia aurea* after 30, 60, 90, 120, 150 and 180 days cultivated in bags of plantation in three luminous conditions.

deste parâmetro não é acompanhado de maneira proporcional pelo aumento do peso da matéria seca das folhas, indicando menor acúmulo de fotoassimilados nas folhas. Estes resultados também indicam uma menor adaptação a ambientes sombreados. À medida que a radiação diminui, aumentam os valores de AFE, resultado do aumento da superfície das células do mesófilo por unidade de área foliar, resultando uma alta razão superfície/volume dentre as folhas (KITAJIMA, 1994; CRAWLEY, 1997; LARCHER, 2004).

Os índices de plasticidade encontrados (0,27 – 45% de sombreamento; 0,43 – 30% de sombreamento; e, 0,49 – 100% de luz) também demonstram que plantas cultivadas, em menor luminosidade, apresentam menor adaptação, com valores estatisticamente diferentes ($F = 194.0000$; $gl = 2$; $p < 0.0001$). Porém, nesta fase de crescimento, a AFE desta espécie não possui um IPF significativa, ou seja, possui pouca habilidade de alterar sua morfologia em decorrência de interações ambientais.

A taxa assimilatória líquida (Figura 8) também apresentou oscilações mensais nos valores encontrados, com o maior valor sendo $0.000529 \text{ g cm}^2 \text{ d}^{-1}$ aos 180 dias de cultivo, a pleno sol, embora, estatisticamente, os três tratamentos sejam iguais ($F = 297.3229$; $gl = 2$).

A oscilação dos valores é devido aos ritmos de crescimento relacionados aos fatores ambientais, tais como temperatura, luminosidade,

disponibilidade hídrica, entre outros. Os dados encontrados são significativamente diferentes, indicando que a maior luminosidade é condição mais adequada para o crescimento das plantas, demonstrando as características heliófitas da espécie.

Um maior sombreamento das folhas pode levar a uma maior área foliar, desta maneira reduzindo a TAL, em decorrência do autossombreamento, pois a taxa assimilatória é um parâmetro fisiológico diretamente ligado à fotossíntese (KITAJIMA, 1994; CRAWLEY, 1997; LARCHER, 2004).

Os IPF encontrados 0,72 e 0,69, para plantas crescidas em 45% e 30% de sombreamento e 0,42, estatisticamente diferente dos demais ($F = 409.5000$; $gl = 2$; $p < 0.0001$), a pleno sol, indicam que o crescimento em maior intensidade de luminosidade leva a uma menor plasticidade fenotípica para a taxa assimilatória líquida, demonstrando que a espécie apresenta pouca habilidade de alterar sua fisiologia/morfologia, em decorrência de interações ambientais quando crescida a pleno sol.

Em relação ao índice de robustez (Figura 9), plantas crescidas a pleno sol apresentaram maior vigor, com uma tendência de crescimento constante, com o maior valor encontrado, $0,044 \text{ g cm}^{-2}$, aos 180 dias de experimento, sendo, ao final do experimento, todos os tratamentos estatisticamente diferentes ($F = 61.8353$; $gl = 2$; $p < 0.0001$).

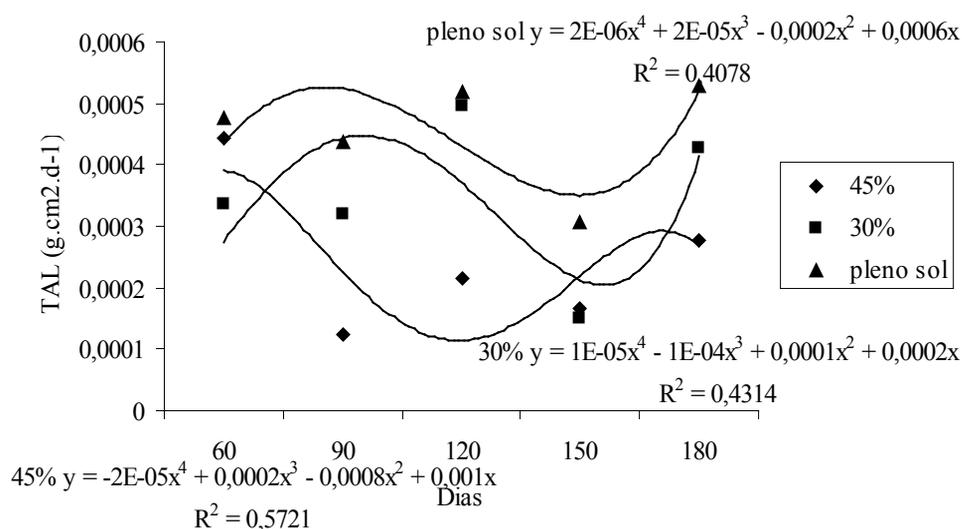


FIGURA 8: Valores médios em $\text{g cm}^2 \text{ d}^{-1}$ da taxa assimilatória líquida de *Tabebuia aurea* após 60, 90, 120, 150 e 180 dias, cultivadas em sacos de plantio, em três condições luminosas.

FIGURE 8: Average values in $\text{g cm}^2 \text{ d}^{-1}$ of the net assimilation rate of *Tabebuia aurea* after 60, 90, 120, 150 and 180 days cultivated in bags of plantation in three luminous conditions.

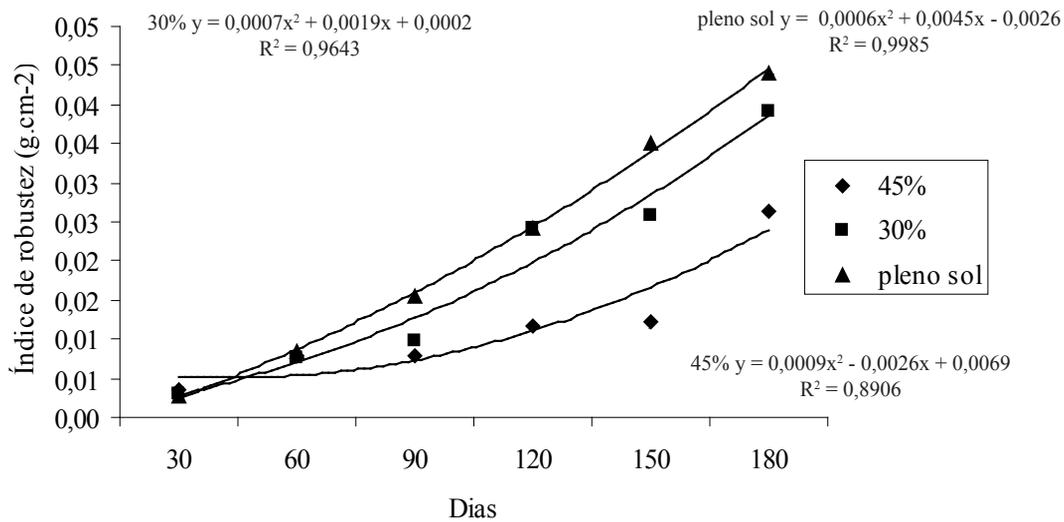


FIGURA 9: Valores médios em g cm² de índice de robustez de *Tabebuia aurea* após 60, 90, 120, 150 e 180 dias, cultivadas em sacos de plantio, em três condições luminosas.

FIGURE 9: Average values in g cm² of index of robustness of *Tabebuia aurea* after 60, 90, 120, 150 and 180 days cultivated in bags of plantation in three luminous conditions.

Plantas crescidas sob menor luminosidade foram menos vigorosas, 0,026 g cm⁻² aos 180 dias de experimento a 45% de sombreamento, e 0,039 g cm⁻² aos 180 dias de experimento com 30% de sombreamento.

Porém, os índices de plasticidade encontrados são altos (0,87; 0,92; 0,94) para as três condições luminosas, sendo que o tratamento 45% de sombreamento estatisticamente diferente dos demais ($F = 17.6526$; $gl = 2$; $p < 0.0001$) demonstrando que, neste parâmetro, a espécie apresenta uma grande habilidade de alterar sua morfologia em decorrência de interações ambientais.

CONCLUSÕES

Tabebuia aurea apresenta maior acúmulo de biomassa quando mantida a pleno sol, com uma tendência crescente de translocamento de matéria orgânica no sistema radicular.

Para todas as luminosidades nas quais a espécie foi cultivada, apresentou elevada plasticidade fenotípica para o índice de robustez e biomassa seca total, indicando adaptação aos ambientes de cultivo.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa concedida aos dois autores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S. P. et al. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: EMBRAPA – CPAC, 1998. 464 p.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a populações**. Porto Alegre: ARTMED, 2007. 752 p.
- BENICASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.
- CABRAL, E. L.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore submetidas a estresse hídrico. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 241-251, Apr./June, 2004.
- CANHAM, C. D. Different responses to gaps among shade tolerant tree species. **Ecology**, New York, v. 70, n. 3, p. 548-550, 1989.
- CHAZDON, R. L. et al. Photosynthetic response of tropical forest plants to contrasting light environments. In: MULKEY, S. S.; CHAZDON, R. L.; SMITH, A. P. (Eds). **Tropical forest plant ecophysiology**. New York: Chapman Hall, p. 5-55. 1996.
- CRAWLEY, M. J. **Plant ecology**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1997. 717 p.
- CUNHA, N. G.; POTT, A.; GONÇALVES, A. R. **Solos calcimórficos da sub-região do Abobral, Pantanal Mato-Grossense**. Corumbá: Embrapa-

- CPAP. 52 p. (Circular Técnica n. 19)
- FIGLIOLIA, M. B.; AGUIAR, I. B. Colheita de Sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Orgs.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, p. 275-302. 1993.
- KITAJIMA, K. Relative importance of photosynthetic traits and allocation patterns as correlates of seedling shade tolerance of 13 tropical trees. **Oecologia**, Heidelberg, v. 98, n. 3/4, p. 419-428, Aug., 1994.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlo: RiMa, 2004. 531 p.
- LORANDI, R. et al. Avaliação do levantamento pedológico semi-detalhado (escala 1:5.000) do Campus da UFSCar em obras civis: correlação de informações e parâmetros geotécnicos. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 1., 1989, Rio de Janeiro-RJ. **Boletim de Resumos**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1989. p. 204-205.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992, 352 p. v.1.
- LORENZI, H.; ABREU MATOS, F. J. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 512 p.
- LUTGE, U. **Physiological ecology of tropical plants**. Berlin: Springer-Verlag, 1997. 289 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889 p.
- MEDINA, E. Physiological ecology of neotropical savanna plants. In: HUNTLEY, B. J.; WALTER, B. H. (Edts.) **Ecology of tropical savannas**. Berlin: Springer-Verlag, 1982, p. 308-335.
- PACHECO, M. V. et al. Germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook f. ex S. Moore. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 143-150, abr./jun., 2008.
- PAULILO, M. T. S.; FELIPPE, G. M. Respostas de plântulas de *Qualea grandiflora* Mart., uma espécie arbórea de cerrado, à adição de nutrientes minerais. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 109-112, 1995.
- POOTER, L. Growth responses of 15 rain forest tree species to a light gradient: the relative importance of morphological and physiological traits. **Functional Ecology**, Oxford, v. 13, n. 3, p. 396-410, 1999.
- POTT, V. J.; POTT, A. **Plantas do Pantanal**. Corumbá: EMBRAPA-SPI, 1994. 320 p.
- RADFORD, P. J. Growth analysis formulae - their use and abuse. **Crop Science**, Madison, v. 7, n. 3, p. 171-175, 1967.
- SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Crescimento de quatro espécies lenhosas cultivadas sob estresse hídrico em casa-de-vegetação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 288, p. 203-217, 2003.
- SOARES, J. J.; OLIVEIRA, A. K. M. Os paratundais no Pantanal de Miranda. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 339-347, mar./apr., 2009.
- VALLADARES, F. Light and plant evolution: adaptation to the extremes versus phenotypic plasticity. In: GREPPIN, H. **Advanced studies in plant biology**. Geneve: University of Geneve, 2000. p. 341-355.