



Desenvolvimento inicial de mudas de caroba sob influência de sombreamento

Gilson Araújo de FREITAS^{1*}, Rubens Ribeiro da SILVA¹, Álvaro José Gomes de FARIA¹,
Jefferson Santana da Silva CARNEIRO², Antônio Carlos Martins dos SANTOS¹

¹ Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, Tocantins, Brasil.

² PPG em Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

*E-mail: freitas@mail.uft.edu.br

Recebido em fevereiro/2017; Aceito em maio/2017.

RESUMO: Devido à devastação de áreas do cerrado, espécies nativas encontram-se ameaçadas de extinção. Nesse sentido, estudos sobre o requerimento de luz nos estágios iniciais de espécies arbóreas tornam-se necessários. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial de mudas de *Jacaranda brasiliana* em diferentes níveis de sombreamento. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, com três níveis de sombreamento e 15 repetições. Ao final dos 50 dias após a emergência, as mudas foram submetidas aos níveis de sombreamento: pleno sol, 50% de sombreamento artificial e sombra natural, no qual as plantas foram colocadas em uma área remanescente de cerrado nativo. Os dados foram avaliados em intervalo de 21 dias, aos 60, 82, 103, 124 e 145 dias após emergência. Aos 145 dias as mudas submetidas ao crescimento a pleno sol apresentaram resultados promissores para o diâmetro (7,61 mm), massa seca das folhas (10,75 g), massa seca do caule (24,62 g), massa seca da raiz (12,38 g), massa seca total (47,75 g), relação parte aérea/raiz (2,86 g) e índice de qualidade de Dickson (6,75) sendo esta condição a mais recomendada para produção de mudas em larga escala a custo zero. Para a condição de sombra natural os resultados apresentaram-se inferiores em comparação aos tratamentos pleno sol e 50% de sombreamento.

Palavras-chave: *Jacaranda brasiliana*, áreas degradadas, luminosidade.

Initial development of caroba plastics under shading influence

ABSTRACT: Due to the devastation of cerrado areas, native species are threatened with extinction. In this sense, studies on the light requirement in the early stages of tree species become necessary. The present work had as objective to evaluate the initial development of *Jacaranda brasiliana* seedlings at different levels of shading. The experiment was conducted in a randomized complete block design with three levels of shading and 15 replicates. At the end of the 50 days after emergence, the seedlings were submitted to shade levels: full sun, 50% artificial shading and natural shade (under trees in a native cerrado). Data were evaluated at 21 days interval at 60, 82, 103, 124 and 145 days after emergence. At 145 days the seedlings submitted to full sun growth presented promising results for the diameter (7.61 mm), leaf dry mass (10.75 g), stem dry mass (24.62 g), root dry mass (12.38 g), total dry matter (47.75 g), aerial part / root ratio (2.86 g) and Dickson quality index (6.75) being the most recommended condition for seedling production in Large scale at zero cost. For the natural shade condition the results were lower compared to full sun treatments and 50% shading.

Keywords: *Jacaranda brasiliana*, degraded areas, luminosity.

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Jacaranda brasiliana* (Lam.) Pers., é conhecida popularmente como caroba, jacarandá-boca-de-sapo ou boca-de-sapo. Árvore decídua e heliófila, característica dos cerrados e campos cerrados do Brasil Central, sua maior ocorrência é nos estados de Tocantins, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Piauí e Pará. Possui cerca de 4 a 10 metros de altura, tronco cilíndrico de 20 a 30 cm de diâmetro. Sua madeira é moderadamente pesada, macia de textura fina, moderadamente resistente e pouco durável, sendo empregada apenas para forros, caixotaria e confecção de peças leves. A árvore quando florida é

extremamente ornamental, floresce durante os meses de agosto a setembro e a maturação dos frutos ocorre de julho a agosto (LORENZI, 2002). Dentre as suas características, o rápido crescimento, boa forma do fuste e elevada taxa de sobrevivência no campo, faz com que esta espécie tenha potencial para programas de recomposição de ambientes degradados, pois adapta-se bem a solos arenosos e argilosos com bom aporte de serapilheira (GLUFKE, 1999).

O conhecimento do requerimento de luz pelas espécies arbóreas do cerrado brasileiro é fundamental para a recomposição de ambientais florestais degradados (NAKAZONO et al., 2001), ocasionadas pelos avanços da agropecuária e a exploração

de recursos naturais, principalmente em regiões de fronteiras agrícolas (NOGUEIRA et al., 2008; SANO et al., 2010), uma vez que o desenvolvimento inicial e a qualidade das plantas pode ser prejudicado pelo suprimento inadequado de luz (LIMA JR. et al., 2006; VALADÃO et al., 2014). O sombreamento, como em condições de viveiro, pode fornecer dados importantes sobre a quantidade ideal de sombra para o melhor incremento da espécie e local estudados (SABINO et al., 2016).

Os diferentes tipos de duração e intensidade da radiação solar exercem papel fundamental nas diferentes fases do desenvolvimento das plantas, atuando de maneira acentuada na germinação, crescimento e na forma da planta (ROWEDER et al., 2012). Com isso, o desenvolvimento das plantas pode refletir a maior capacidade de adaptação das espécies às condições de radiação do ambiente em que estão inseridas (TAIZ; ZEIGER, 2013). Entretanto, pouco se conhece sobre o comportamento da espécie *Jacaranda brasiliana* em condições de diferentes tipos de duração e intensidade da radiação solar.

Em função das elevadas taxas de conversão da vegetação nativa em pastagens e lavouras, atualmente há grande preocupação em conhecer a ecologia das espécies arbóreas da região, a fim de ampliar a produção de mudas a baixo custo e garantir o sucesso do plantio em campo (VALADÃO et al., 2014). Desta forma, torna-se necessário estudos sobre o comportamento ecológico das espécies arbóreas frente as variações da incidência luminosa e o desenvolvimento de ferramentas úteis para a sua conservação, manejo e recuperação de ambientes degradados (FREITAS; OLIVEIRA, 2002).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial de mudas de *Jacaranda brasiliana* em diferentes níveis de sombreamento na região sul do Tocantins.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Tocantins (UFT), Câmpus Universitário de Gurupi, localizado na região sul do Estado do Tocantins, a 280 m de altitude, nas coordenadas 11° 43' 45" de latitude Sul e 49° 04' 07" de longitude Oeste. O clima regional é do tipo B1wA'a' úmido com moderada deficiência hídrica. A temperatura média anual é de 27 °C, com precipitação anual média de 1500 mm, sendo os meses de novembro a abril os mais chuvosos e maio a outubro os meses mais secos (TOCANTINS, 2014).

As sementes de *Jacaranda brasiliana* foram coletadas na região de Gurupi-TO, em 30 matrizes selecionadas quanto a sanidade vegetal, após terem caído pelo menos 30% do volume de sementes produzidas, sendo a porcentagem realizada por estimativa visual. Posteriormente à coleta, as sementes foram levadas ao Laboratório de Sementes da UFT/CAUG onde passaram por protocolo de assepsia e foram submetidas a expurgo.

Após descontaminação, as sementes foram colocadas para germinar em canteiro de areia lavada, localizado em viveiro e com 50% de radiação solar. Após emergirem e atingirem um par de folhas, as plântulas foram transplantadas para sacos de polietileno com 0,28 m de altura e 0,15 m de diâmetro, contendo aproximadamente 2 dm³ de substrato orgânico feito de terra preta, palha de arroz carbonizada e conteúdo ruminal compostado, na proporção (2:1:1).

Foi realizada análise química do substrato usado no crescimento das plântulas, e o resultado apresentou: pH (CaCl₂) - 5,2; Matéria Orgânica - 4,7%; Cálcio - 3,25 cmol_c dm⁻³; Magnésio - 4,28 cmol_c dm⁻³; Alumínio - 0,39 cmol_c dm⁻³; Hidrogênio + Alumínio - 3,67 cmol_c dm⁻³; Potássio - 39,1 mg kg⁻¹; Fósforo - 14,8 mg kg⁻¹.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, com três níveis de sombreamento e 15 repetições. Ao final dos 50 dias após a emergência, as mudas de *Jacaranda brasiliana* foram submetidas a três níveis de sombreamento, sendo: pleno sol, 50% de sombreamento e sombra natural. O tratamento com 50% de sombra foi obtido com tela de polietileno de coloração preta (sombrite). Enquanto em sombra natural, as mudas foram colocadas em uma área remanescente de vegetação nativa do cerrado *stricto sensu*, com 90% de sombreamento medido com luxímetro. Durante as avaliações as mudas foram alocadas equidistantes a 0,4 m e irrigadas duas vezes ao dia. Os teores nutricionais do substrato considerados foram suficientes para produção das mudas, não havendo necessidade de adubação complementar no plantio, assim como durante o desenvolvimento das mudas nos ambientes sombreados.

Após dez dias de aclimação, iniciaram-se as avaliações, sendo os dados coletados no intervalo de 21 dias, nos seguintes períodos de desenvolvimento: 60, 82, 103, 124 e 145 dias após emergência (DAE). As características avaliadas foram: Altura da Planta (AP), Diâmetro de Colo (DC), Massa Seca de Folhas (MSF), Massa Seca do Caule (MSC), Massa Seca da Raiz (MSR), Massa Seca Total (MST), Relação Massa Seca da Parte Aérea/Massa Seca da Raiz (RPAR), Partição da Massa Seca (PMS), Relação Altura/Diâmetro (RAD) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD).

Para avaliação de altura de planta e diâmetro do colo, mediu-se todas as mudas. A altura foi considerada desde o colo até o ápice de cada planta, medida com régua graduada em centímetros (cm), e o diâmetro medido com paquímetro graduado em milímetros (mm), tomado a 1 cm do solo. Para as avaliações de massa seca das folhas, massa seca do caule, massa seca das raízes e massa seca total, considerou-se 33% das plantas de cada tratamento, tomados aleatoriamente mediante sorteio.

As plantas foram separadas em folhas, caule e raízes com vistas a determinar as massas secas. Na remoção do substrato aderido às raízes foram utilizados jatos brandos de água. Esta operação foi realizada sobre peneira de malha fina, de forma a evitar a perda de raízes (MORAES NETO et al., 2000). O material foi pesado separadamente em balança semianalítica e acondicionado em sacos de papel devidamente identificados, os quais foram colocados em estufa com circulação de ar forçada, à aproximadamente 70 °C, durante 72 horas.

O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (Equação 1) foi determinado em função da altura da parte aérea (H), do diâmetro do colo (DC), do peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA) e do peso de matéria seca das raízes (PMSR), por meio da fórmula (DICKSON et al., 1960):

$$IQD = \frac{PMST(g)}{\frac{H(cm)}{DC(mm)} + \frac{PMSPA(g)}{PMSR(g)}} \quad (1)$$

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS

As plantas de *Jacaranda brasiliana* apresentaram variações no crescimento, influenciadas pelos níveis de sombreamento e períodos de avaliação. A partir dos 124 dias após a emergência (DAE) as plantas submetidas ao tratamento com 50% de sombreamento apresentaram o maior crescimento em altura em relação aos outros níveis de sombreamento, sendo que aos 145 DAE este crescimento foi ainda mais intensificado. No período final de avaliação, aos 145 DAE, as plantas submetidas ao tratamento com 50% de sombreamento apresentaram um acréscimo de aproximadamente 12 e 107% na altura de planta em relação aos tratamentos à pleno sol e sombra natural respectivamente.

As plantas submetidas a sombra natural apresentou os menores valores para altura de planta especialmente a partir dos 82 DAE, obtendo resultados poucos expressivos ao longo do tempo.

Os níveis de sombreamento e períodos de avaliação induziram aumento no diâmetro de colo das plantas, apresentando diferença significativa entre os tratamentos (Figura 2). O maior valor para esta característica foi observado em condição de pleno sol a partir dos 82 DAE, mantendo essa superioridade até os 145 DAE, diferindo significativamente dos demais tratamentos. Ao final do experimento observa-se um acréscimo de 20 e 105% no diâmetro do colo em planta sob condição de pleno sol em relação aos tratamentos 50% e sombra natural respectivamente.

Para as plantas submetidas ao tratamento de 50% de sombreamento, pode-se observar que houve tendência de aumento nos valores, principalmente a partir dos 82 DAE, em relação as plantas submetidas a condição de sombra natural.

Quanto as características massa seca da raízes, caule, folhas e massa seca total, foi observado diferenças significativas entre os níveis de sombreamento aos 145 DAE (Figura 3). O maior

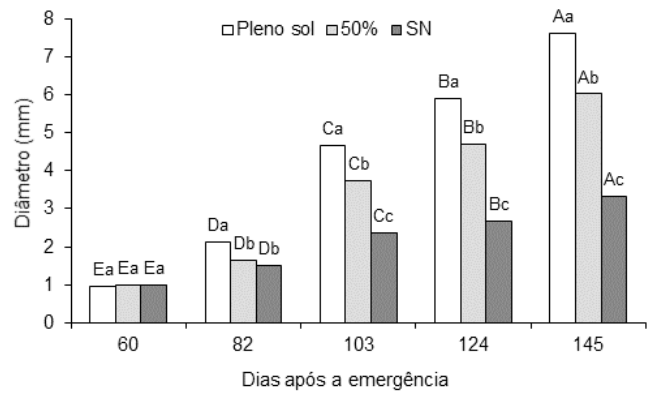


Figura 2. Diâmetro do colo das plantas de *Jacaranda brasiliana* sob três níveis de sombreamento, Gurupi-TO, 2016. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas considerando DAE e letras minúsculas considerando os níveis de luz não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste Tukey. Figure 2. Diameter of the lap of *Jacaranda brasiliana* plants under three levels of shading, Gurupi-TO, 2016. Means followed by the same capital letters considering DAE and lowercase letters considering the light levels do not differ statistically from each other, at 5% probability By the tukey test.

acúmulo de biomassa, ocorreu principalmente em plantas submetidas ao tratamento de pleno sol, apresentando valores relativamente superiores as plantas submetidas a condição de 50% de sombreamento e sombra natural. A condição de pleno sol apresentou um acréscimo de 900, 1250, 550 e 1467% na massa seca foliar, caule, raiz e total respectivamente em relação a condição de sombra natural.

Na relação parte aérea/raiz foi possível observar maiores incrementos em plantas submetidas à condição de pleno sol e sombra natural, do que para plantas submetidas a 50% de sombreamento (Figura 3).

Os níveis de sombreamento e períodos de avaliação induziram grande variação na relação altura/diâmetro das mudas, apresentando diferença significativa entre os tratamentos (Figura 4). Durante todo os períodos de avaliação as condições de 50% de sombreamento e sombra natural apresentaram os melhores valores para esta característica, no entanto, aos 145 DAE a condição de 50% de sombreamento apresentou os melhores resultados, com acréscimo de 33 e 20% em relação

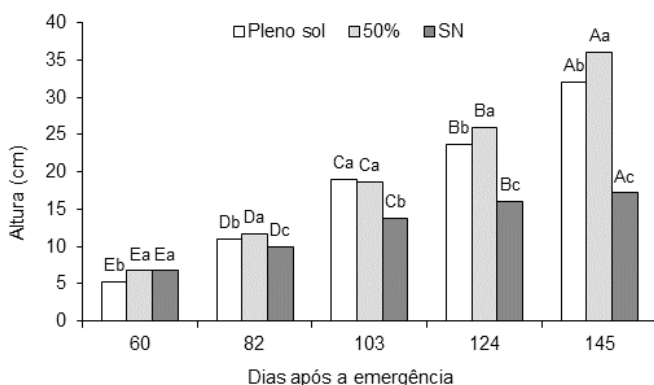


Figura 1. Altura das plantas de *Jacaranda brasiliana* sob três níveis de sombreamento, Gurupi-TO, 2016. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas considerando DAE e letras minúsculas considerando os níveis de luz não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste Tukey. Figure 1. Height of *Jacaranda brasiliana* plants under three levels of shading, Gurupi-TO, 2016. Means followed by the same capital letters considering DAE and lowercase letters considering the light levels do not differ statistically from each other, at 5% probability by the test Tukey.

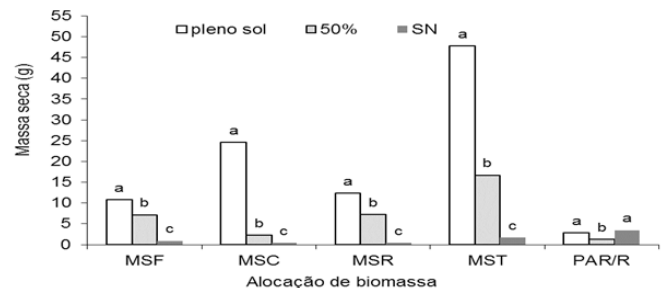


Figura 3. Massa Seca da Folha (MSF), Massa Seca do Caule (MSC), Massa Seca de Raiz (MSR), Massa Seca Total (MST) e Relação Parte Aérea/Raiz (RPAR) das plantas de *Jacaranda brasiliana* sob três níveis de sombreamento aos 145 dias, em Gurupi-TO, 2016.

Figure 3. Dry Leaf Mass (MSF), Dry Root Mass (MSC), Dry Root Mass (MSR), Total Dry Mass (MST) and Aerial Part / Root (RPAR) of *Jacaranda brasiliana* plants under three levels Shading at 145 days in Gurupi-TO, 2016.

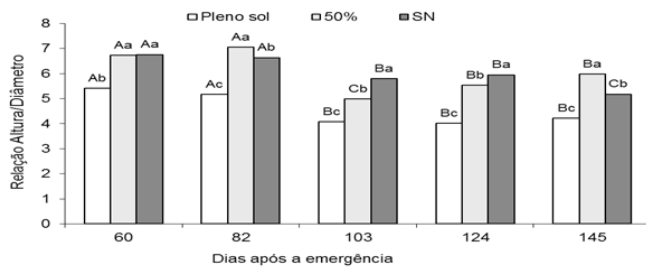


Figura 4. Relação Altura/Diâmetro (H/D) das plantas de *Jacaranda brasiliiana* sob três níveis de sombreamento, Gurupi-TO, 2016. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas considerando DAE e letras minúsculas considerando os níveis de luz não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste tukey.

Figure 4. Relationship Height / Diameter (H / D) of *Jacaranda brasiliiana* plants under three levels of shading, Gurupi-TO, 2016. Means followed by the same capital letters considering DAE and lowercase letters considering the light levels do not differ statistically among themselves, At 5% probability by the Tukey test.

aos tratamentos a pleno sol e sombra natural. Os menores valores durante todo período de avaliação foram constatados na condição de pleno sol.

Em termos percentuais observa-se que em condição de 50% de sombreamento, aos 145 DAE, a maior alocação de biomassa nas plantas de *Jacaranda brasiliiana* ocorreu na região radicular seguida posteriormente pela massa seca foliar (Figura 5). As plantas conduzidas em condição de pleno sol e sombra natural apresentou maior alocação de biomassa para o caule e foliar respectivamente, assim nestas condições as plantas não investiu na formação de raiz. Pode-se observar também que o aumento da alocação da biomassa para a folhas acontece à medida que se aumenta os níveis de sombreamento, caracterizando o maior aproveitamento dos fotoassimilados produzido para a formação de novas folhas como forma de aumentar a área foliar e sobrevivência da espécie a condições de sombreamento extremo.

O maior índice de qualidade de Dickson, que considera os principais parâmetros alométricos em conjunto, em plantas de *Jacaranda brasiliiana* foi obtida sob condição de pleno sol (Figura 6) e o menor valores para esta característica foi apresentado em mudas submetidas ao crescimento em sombra natural.

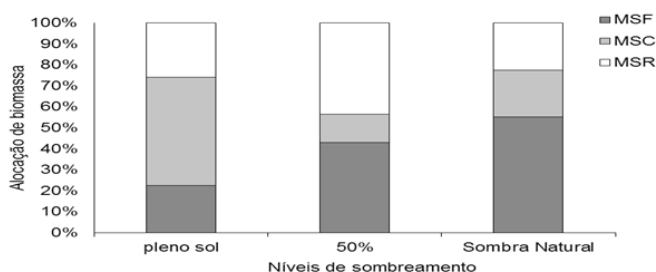


Figura 5. Alocação da Massa Seca da Folha (MSF), Massa Seca do Caule (MSC) e Massa Seca de Raiz (MSR) nas plantas de *Jacaranda brasiliiana* sob três níveis de sombreamento aos 145 dias, em Gurupi-TO, 2016.

Figure 5. Allocation of Dry Leaf Mass (MSF), Dry Stem Mass (MSC) and Dry Root Mass (MSR) in *Jacaranda brasiliiana* plants under three levels of shading at 145 days in Gurupi-TO, 2016.

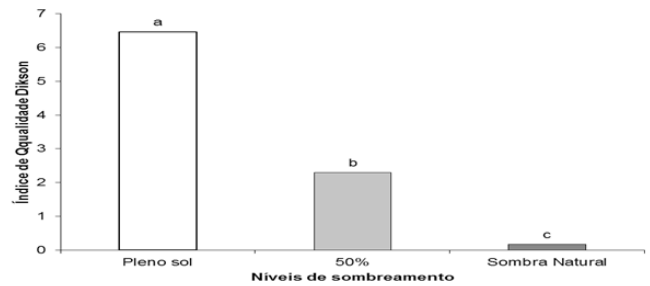


Figura 6. Índice de Qualidade de Dickson (IQD) dos tratamentos de *Jacaranda brasiliiana* sob três níveis de sombreamento aos 145 dias, Gurupi-TO, 2016.

Figure 6. Dickson Quality Index (IQD) of the *Jacaranda brasiliiana* treatments under three levels of shading at 145 days, Gurupi-TO, 2016.

4. DISCUSSÃO

A altura de planta e um dos parâmetros mais utilizados para avaliar a respostas de crescimento de plantas submetidas a diferentes intensidades luminosa, sabido que a capacidade em crescer rapidamente quando sombreadas pode ser um mecanismo de adaptação, caracterizando assim uma valiosa estratégia para escapar do sombreamento (REGO; POSSAMAI, 2006). Os resultados apresentados neste trabalho para altura, mostram que as plantas de *Jacaranda brasiliiana* submetidas ao tratamento de 50% de sombreamento obteve os melhores resultados, indicando que está espécie investe mais em altura em ambientes com luminosidade intermediária, como clareiras.

Resultados positivos na altura de espécies florestal submetidas a condição de 50% de luminosidade e bastante documentada na literatura. Reis et al. (2015) avaliando a influência do sombreamento no desenvolvimento inicial da espécie *Dilodendron bipinnatum* Radkl, concluíram que as plantas submetidas a 50% de luminosidade apresentaram os maiores valores em altura a partir dos 180 DAE em comparação as mudas submetidas a pleno sol e a 30% de sombreamento. Já Lenhard et al. (2013), avaliando o crescimento de *Caesalpinia ferrea* Mart. sob diferentes níveis de sombreamento, concluíram que a maior altura das plantas ocorreu sob 50% de sombreamento, aos 180 DAE em relação as plantas submetidas a pleno sol e 70% de sombreamento.

Em relação aos resultados encontrado em plantas submetidas a condição de sombra natural, o desenvolvimento insatisfatório está relacionado principalmente a baixa taxa fotossintética realizada pelas plantas nestas condições, indicando que a espécie é sensível ao nível de sombreamento muito elevado (TAIZ; ZIEGER, 2002).

O diâmetro de colo é uma variável de grande importância na avaliação do indicador de qualidade e desempenho das plantas após o plantio no local definitivo (RITCHIE; LANDIS, 2008) e de acordo com Gomes e Paiva (2004) a combinação do diâmetro do colo com altura constitui-se uma das mais importantes características para estimar o desenvolvimento inicial em plantas após emergência. O que pode ser observado nos resultados encontrados neste trabalho, as plantas com maiores alturas apresentaram também os maiores diâmetros de colo principalmente nas condições de pleno sol e 50% de sombreamento, indicando que nestes ambientes apresentam melhor qualidade e desempenho em relação a condição de sombra natural.

Segundo Paiva et al. (2003) o crescimento do diâmetro do caule depende da atividade cambial que, por sua vez, é estimulada por carboidratos produzidos pela fotossíntese e por hormônios translocados das regiões apicais, provavelmente a condições de pleno sol proporcionou maior formação de carboidratos, seguido pela condição de 50% de sombreamento.

Os maiores valores de massa seca total foi encontrada em plantas submetidas a condição de pleno sol mostra que a produção de fotoassimilados não foi prejudicada sob condições de alta luminosidade. Este maior valor de massa seca total deve estar relacionada com os valores relativamente altos de altura e diâmetro de colo nesta mesma condição. Resultado semelhante também observado por Aguiar et al. (2011), em mudas de *Caesalpinia echinata*, Fanti & Perez (2003), em mudas de *Adenanthera pavonina* L.

A menor produção de massa seca foliar nas plantas submetidas a 50% de sombreamento e sombra natural em relação ao pleno sol indica que plantas submetidas a baixa intensidade luminosa por período prolongado pode ser prejudicial, mesmo tendo comportamento de adaptação, uma vez que podem gerar baixa produção de fotoassimilados, e conseqüentemente, menor produção de biomassa (KITAO et al., 2000; ALMEIDA et al., 2005).

As plantas que cresceram sob tratamento a pleno sol apresentaram raízes mais desenvolvidas em relação aos outros tratamentos. Segundo Marimon et al. (2014) esse tipo de característica é um fator positivo para a seleção de espécies em ambientes com intensa estacionalidade climática, como é o caso do cerrado, onde a ocorrência de veranicos é frequente. Nesta região, muitas espécies de plantas desenvolvem estratégias de sobrevivência em solo cuja a disponibilidade de água pode ser fator limitante, aliado às altas temperaturas, o que pode explicar raízes mais desenvolvidas em plantas expostas a pleno sol (LENHARD et al., 2013). Plantas com sistema radicular desenvolvido apresentam maior capacidade de aclimação ao plantio em campo sob condições adversas do que aqueles com sistemas radiculares reduzidos (CLAUSSEN, 1996).

Já a baixa quantidade de massa seca radicular em plantas submetidas ao sombreamento, está relacionado a baixa temperatura do ambiente ao redor das mudas, que pode diminuir em até 5 °C, reduzindo a taxa de evaporação e mantém a umidade do solo por maior tempo fazendo com que as raízes tenham menor desenvolvimento (FONSECA et al., 2002).

A menor relação parte aérea/raiz em plantas indica maior alocação de fotoassimilados no sistema radicular, mostrando maior equilíbrio na produção de matéria seca entre os sistemas aéreo e radicular. Isso pode ser um fator positivo para as plantas submetidas a 50% de sombreamento, conforme demonstrado no gráfico. Resultados semelhantes foram encontrados por Felfili et al. (1999), estes autores avaliando o comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Benth, concluíram que as plantas submetidas as condições de 50%, 70% e 90% de sombreamento apresentaram menor relação que na condição de pleno sol. Lenhard et al. (2013) avaliando o crescimento de *Caesalpinia ferrea* Mart. sob diferentes níveis de sombreamento, concluíram que mudas cultivadas sob os tratamentos 50% e 70% de sombreamento apresentaram também os menores relações que em condição de pleno sol.

O valor das relações alométricas entre H/D de acordo com Dutra et al. (2013), para que possa ter mudas de qualidade e conseqüentemente maior capacidade de desenvolvimento e

sobrevivência pós plantio, e necessário encontrar baixo valor para esta característica. Neste trabalho o menor resultado encontrado foi em plantas submetidas a condição de pleno sol apresentando provavelmente maior qualidade e capacidade de desenvolvimento em relação aos demais tratamentos.

Em relação a alocação da biomassa, observa-se que a condição de 50% de sombreamento proporcionou plantas com sistema radicular mais desenvolvido, assim provavelmente irá apresentar maior capacidade de aclimação ao plantio em campo sob condições adversas.

Em trabalho sobre qualidade de mudas sob diferentes períodos de sombreamento Fonseca et al. (2002), explica que o IQD é um dos melhores indicadores da qualidade de mudas, pois leva em consideração outros parâmetros morfológicos avaliados de grande importância e ao mesmo tempo, otimiza o índice, tendo como vantagem a utilização de forma isolada dos indicadores alométricos e posteriormente a diminuição dos riscos na escolha equivocada de mudas. De acordo com Hunt (1990) o valor mínimo aceitável para o IQD de 0,20 indicando mudas de qualidade e aptas a serem plantadas no campo. No presente estudo a condição de pleno sol apresentou valores acima de 0,20 e estariam aptas a serem plantadas em campo (olhar fonte).

Os maiores valores encontrados para as características: diâmetro, massa seca da folha, massa seca do caule, massa seca da raiz, massa seca total, Relação Parte Aérea/Raiz e índice de Qualidade de Dickson sob a condição de pleno sol é característico de espécies heliófilas de fases iniciais de sucessão. Desta maneira, recomenda-se a utilização da espécie *Jacaranda brasiliana*, em conjunto com espécies pioneiras de rápido crescimento, nas fases iniciais de recuperação de matas degradadas.

5. CONCLUSÕES

O nível de sombreamento que proporcionou melhor desenvolvimento inicial de plântulas de *Jacaranda brasiliana* foi a pleno sol, devido ao desempenho qualitativo das mudas e o baixo custo operacional. A condição de sombra natural não é indicada para o desenvolvimento das mudas da espécie.

6. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; NASCIMENTO, T. D. R.; ROCCO, F. M. Crescimento de mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), submetidas a cinco níveis de sombreamento. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 729-734, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034737X2011000600008>
- ALMEIDA, S. M. Z.; SOARES, A. M.; CASTRO, E.M.; VIEIRA, C. V.; GAJEGO, E. B. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 62-68, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S010384782005000100010>
- CLAUSSEN, J. W. Acclimation abilities of three tropical rainforest seedlings to an increase in light intensity. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 80, n. 1, p. 245-255, 1996. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(95\)03606-7](https://doi.org/10.1016/0378-1127(95)03606-7)
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, Syracuse, v. 36, p. 10-13, 1960.

- DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SARMENTO, M. F. Q.; OLIVEIRA, J. C. Substratos alternativos e métodos de quebra de dormência para produção de mudas de canafístula. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 1, p. 7278, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034737X2013000100011>
- FELFILI, J. M.; HILGBERT, L. F.; FRANCO, C. A.; SILVA, J. C. S.; RESENDE, V. A.; 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**, Brasília, v. 22, n. 2(suplemento), p. 297-301, 1999.
- FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Influência do sombreamento artificial e da adubação química na produção de mudas de *Adenantha pavonina* L. **Ciência Florestal**, v. 13, p. 49-56, 2003. <http://dx.doi.org/10.5902/198050981723>
- FONSECA, É. D. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S010067622002000400015>
- FREITAS, C. V.; OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 311-321, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S010084042002000300007>
- GLUFKE, C. **Espécies florestais recomendadas para recuperação de áreas degradadas**. 2.ed. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999, p.48.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros Florestais-Propagação sexuada**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004.
- HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: ROSE, R.; CAMPBELL, S. J.; LANDIS, T. D. Target seedling symposium, meeting of the western forest nursery associations, general technical report RM-200. 1990, Roseburg: **Proceedings...** Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 218-222.
- KITAO, M.; LEI, T. T.; KOIKE, T.; TOBITA, H. MARUYAMA, Y. Susceptibility to photoinhibition of three deciduous broadleaf tree species with different successional traits raised under various light regimes. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v. 23, p. 81-89, 2000. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-3040.2000.00528.x>
- LENHARD, N. R.; PAIVA NETO, V. B.; SCALON, S. D. P. Q.; ALVARENGA, A. A. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 178-186, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S198340632013000200012>
- LIMA JR, É. C.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; BARBOSA, J. P. R. A. D. Aspectos fisiológicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 33-41, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S010067622006000100005>
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Nova Odessa: **Instituto Plantarum**, v. 1, 2002. p. 54.
- MARIMON, B. S.; MARIMON JR., B. H.; FELDPAUSCH, T. R.; SANTOS, C. O.; MEWS, H. A.; GONZALEZ, G. L.; LLOYD, J.; FRANZAK, D. D.; OLIVEIRA, E. A.; MARACAHIPES, L.; MIGUEL, A.; LENZA, E.; PHILLIPS, O. L. Disequilibrium and hyperdynamic tree turnover at the forest cerrado transition zone in southern Amazonia. **Plant Ecology & Diversity**, London, v. 7, n. 12, p. 281-292, 2014. <http://dx.doi.org/10.1080/17550874.2013.818072>
- MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. de M.; TAKAKI, M.; CENCI, S.; GONÇALVES, J. C. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica, em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 35-45, 2000.
- NAKAZONO, E. M.; COSTA, M. C.; FUTATSUGI, K. PAULILO, M. T. S. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 173-179. 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S010084042001000200007>
- NOGUEIRA, E. M.; FEARNESIDE, P. M.; NELSON, B. W.; BARBOSA, R. I.; KEIZER, E. W. H. Estimates of forest biomass in the Brazilian Amazon: new allometric equations and adjustments to biomass from wood volume inventories. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 256, n. 11, p. 1853-1857. 2008. <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.07.022>
- PAIVA, L. C.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S. Influência de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, p.134-140, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542003000100016>
- REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do Sombreamento sobre o Teor de Clorofila e Crescimento Inicial do Jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 53, p. 179-194, 2006.
- REIS, S. M.; MORANDI, P. S.; OLIVEIRA, B.; OLIVEIRA, E. A.; VALADÃO, M. B. X.; MARIMON, B. S.; MARIMON JR, B. H. Influence of shading on the initial development and nutrient use efficiency of *Dilodendron bipinnatum* Radkl (Sapindaceae). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 107, p. 581-590, 2015.
- RITCHIE, G. A.; LANDIS, T. D. **The container tree nursery manual**. USDA, v. 7, p. 17-80. 2008. (Agricultural Handbook 674). Disponível em: <<http://www.rngr.net/Publications/ctnm/volume7>>. Acessado em: 10 de nov. 2016.
- ROWEDER, C.; NASCIMENTO, M. S.; SILVA, J. B. Uso de diferentes substratos e ambiência na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de cedro. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 5, n. 1, p. 27-46, 2012. <http://dx.doi.org/10.5777/paet.v5i1.1603>
- SABINO, M.; KORPAN, C.; FERNEDA, B. G.; SILVA A. C. Crescimento de mudas de ipês em diferentes telas de sombreamento. **Nativa**, Sinop, v. 4, n. 2, p. 61-65, 2016. <http://dx.doi.org/10.14583/2318-7670.v04n02a01>
- SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA JR., L. G. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 166, n. 14, p. 113-124, 2010. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-009-0988-4>
- TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Plant Physiology**, 3ªed. Sunderland: Sinauer Associates Inc. 2002. 690p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2013. p. 918.
- TOCANTINS, Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente. **Atlas do Tocantins**: subsídio ao planejamento e gestão territorial. Palmas: SEPLAN, 2014. 54p.
- VALADÃO, M. B. X.; MARIMON JR., B. H.; MORANDI, P. S.; REIS, S. M. OLIVEIRA, B.; OLIVEIRA, E. A.; MARIMON, B. S. Initial development and biomass partitioning of *Physocalymma scaberrimum* Pohl (Lythraceae) under different shading levels. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 101, p. 129-139, 2014.