



Crescimento e acúmulo de massa seca de mudas de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret) mantidas sob diferentes níveis de sombreamento

Júlio César de Oliveira Barros, Roberta Patrícia de Sousa Silva, Antonio Lucineudo de Oliveira Freire, Maria Eduarda de Souza Diniz, Maria Heloísa Furtunato Rocha, Rian Alves Ferreira

RESUMO: O objetivo do trabalho foi analisar o crescimento inicial da jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret) sob diferentes níveis de sombreamento. Foram avaliados três tratamentos, constituídos por diferentes níveis de sombreamento (50% e 70%) e pleno sol (0%), obtidos com telas sombrite preta. O experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições sendo a unidade experimental constituída por cinco plantas. Foram avaliados a altura das plantas; diâmetro do caule; razão altura/diâmetro (RAD); taxa de crescimento absoluto (TCA); massa seca de raízes, caule, folhas, da parte aérea, razão parte aérea/raiz e massa seca total; e Índice de Qualidade de Dickson (IQD). O cultivo a pleno sol e o sombreamento 50% proporcionaram maiores valores de altura e taxa de crescimento absoluto das mudas. Sob sombreamento, ocorreram menores produções de massa seca das folhas, do caule, da parte aérea e massa seca total das plantas. O cultivo a pleno sol proporcionou a obtenção de mudas de melhor qualidade, confirmando a observação que a jurema preta é uma espécie pioneira, não sendo recomendado o sombreamento durante a fase de viveiro.

Palavras-chave: Caatinga, intensidade luminosa, qualidade de mudas, restauração florestal.

Growth and dry mass accumulation of *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret seedlings under different shading levels

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the effects of different shading levels on the initial growth and biomass accumulation of *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret seedlings. Three light conditions were tested: full sun (0% shading) and shading levels of 50% and 70%, obtained using black shade nets. The experiment was conducted in a completely randomized design with four replicates, each consisting of five seedlings. The evaluated variables included plant height, stem diameter, height-to-diameter ratio (HDR), absolute growth rate (AGR), root, stem, leaf, shoot, and total dry mass, shoot-to-root ratio, and Dickson Quality Index (DQI). Seedlings grown under full sun and 50% shading exhibited greater height and higher absolute growth rates than those cultivated under 70% shading. In contrast, shaded conditions reduced the accumulation of leaf, stem, shoot, and total dry mass. Seedlings cultivated under full sun also showed the highest DQI values, indicating superior morphological quality. These findings demonstrate that *M. tenuiflora*, as a pioneer species, is best suited to high-light environments, and the use of shading during the nursery stage is not recommended.

Keywords: Caatinga, forest restoration, light intensity, seedling quality.

INTRODUÇÃO

A caatinga, vegetação típica da região semiárida do Brasil, é predominantemente xerófila, decídua e normalmente apresenta três estratos distintos, arbóreo, arbustivo e herbáceo. Essa região é caracterizada por curtos períodos chuvosos seguidos por longo período de estiagem, e seus recursos naturais têm sido explorados de forma extrativista, com o superpastejo, associado à agricultura itinerante e à extração de madeira, apontados como fatores de degradação desse ecossistema. Isto tem levado ao processo de sucessão secundária principalmente de plantas de elevada resistência ao estresse hídrico e que apresente baixa exigência nutricional com o surgimento de espécies pioneiras.

Dentre as espécies vegetais típicas desse bioma, destaca-se a jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret), uma leguminosa pertencente à família Fabaceae, sub-família Mimosoideae, apresentando elevada resistência à seca, grande capacidade de rebrota durante todo o ano, além de possuir um alto teor de proteína bruta na matéria seca (Pereira Filho et al., 2003). É uma espécie pioneira, colonizadora de áreas em estado de degradação, possuindo grande potencial como regeneradora de solos erodidos (Maia, 2004). Devido à sua capacidade de fixação biológica no nitrogênio, melhora a fertilidade do solo, possibilitando melhores condições para o desenvolvimento de outras espécies dentro da sucessão ecológica.

É empregada na produção de lenha, estacas, carvão, extração de tanino, além do uso como forragem e medicinal, caracterizando uso múltiplo, e coloniza abundantemente locais desfavoráveis, incluindo aqueles com severo déficit hídrico (Bakke et al., 2006a). Os caprinos, ovinos e bovinos tem nessa planta, verde ou fenada, um importante componente de suas dietas, especialmente pastejando as rebrotas mais jovens no início das chuvas, bem como folhas e vagens secas durante o período de estiagem (Bakke et al., 2006a; Pereira Filho et al., 2010). Outros aspectos demonstram a importância da jurema-preta, como sua capacidade de propiciar sombra para os animais, proteção ao solo e a formação de uma fina camada de serapilheira o que, no geral, favorece o desenvolvimento de outras espécies vegetais (Maia, 2004).

Em trabalhos de revegetação ou recuperação de áreas degradadas, deve-se levar em consideração a qualidade das mudas a serem utilizadas. A produção de mudas de qualidade em viveiros se constitui uma das mais importantes etapas na implantação de povoamentos florestais, uma vez que dela depende a sobrevivência e o crescimento no campo e, dessa forma, a produtividade do povoamento (Costa et al., 2008). Determinar, durante a fase de viveiro, os fatores que alteram a sobrevivência e o desenvolvimento inicial das mudas no campo, bem como as características fisiológicas da planta que apresentam melhor correlação com a qualidade da muda é um dos desafios enfrentados pelos produtores (Lima et al., 2008).

A disponibilidade de luz pode variar no tempo e no espaço, com os processos dinâmicos das florestas, com o aparecimento de clareiras, alterando diversos fatores como, atividade de microrganismos, umidade do solo e taxa de mineralização da matéria orgânica, dando condições necessárias para o desenvolvimento das plântulas (Illenseer, Paulino, 2002; Duz et al., 2004).

A luz é um fator que exerce influência em todos os estágios de desenvolvimento das plantas. A dependência das plantas pela luminosidade varia com a espécie e o seu estágio de crescimento, e sua aclimação à intensidade luminosa ocorre de maneira que as mesmas possam maximizar a sua taxa fotossintética (Pacheco, Paulilo, 2009).

Alterações nos níveis de luminosidade promovem mudanças morfológicas e fisiológicas da planta, e o grau de adaptação é controlado pelas características genéticas, associadas ao ambiente (Scalon et al., 2003). Essa interação resultará em modificações na anatomia e fisiologia das folhas, capacitando-as para o uso efetivo da radiação luminosa incidente sobre as mesmas (Moraes Neto et al., 2000).

A adaptação à intensidade luminosa é determinante no processo de regeneração de uma área (Maciel et al., 2002; Gajego et al., 2001), e está relacionada à habilidade das plantas em ajustar de maneira rápida e eficaz o seu aparato fotossintético, de forma a maximizar a captação de luz (Dias Filho, 1997), maior eficiência da energia radiante em carboidratos e, consequentemente, maior crescimento (Campos, Uchida, 2002).

Apesar da abundância dessa espécie na região semiárida e da sua importância econômica e ecológica, pouco se sabe acerca de aspectos silviculturais, notadamente durante a fase de produção de mudas no viveiro e, mais especificamente, em relação ao sombreamento.

Sendo assim, desenvolveu-se a presente pesquisa com o objetivo de verificar o crescimento e qualidade de mudas de jurema-preta mantidas em diferentes níveis de intensidade luminosa.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande (CSTR/UFCG), *Campus* de Patos, nas coordenadas geográficas 7°03'35" S e 37°16'29" O.

O clima da região é do tipo Bsh, segundo Alvares et al. (2013), e classificado como semiárido quente, com precipitação média anual de 750 mm e umidade relativa do ar em torno de 80 % e temperatura média anual é de 25,5° C.

Foram avaliados três níveis de luminosidade: 100% (pleno sol), 70% e 50%, obtidos através do uso de telas de náilon pretas, tipo sombrite.

As sementes de jurema preta foram provenientes de matrizes mantidas no CSTR, colhidas em outubro de 2016. Antes da semeadura, foram submetidas à quebra de dormência tegumentar em água quente (80 °C) durante um minuto e posteriormente colocadas em água fria durante 30 segundos, de acordo com metodologia de Bakke et al. (2006b).

Após a quebra da dormência, as sementes foram semeadas em recipientes de polietileno (garrafas PET) (cinco sementes por recipiente), contendo 1,5 L de substrato, constituído de uma mistura de terra + esterco bovino na proporção 2:1.

Nessa fase inicial, os recipientes foram mantidos em telado com 50% de interceptação da luz solar. Aos dez dias após a emergência foi feito um desbaste, deixando-se a plântula mais vigorosa, dando-se início aos tratamentos. A rega das plantas foi feita com regador, uma vez por dia.

Foram avaliados os seguintes parâmetros:

a) Altura da planta (cm) e diâmetro do caule (mm): Aos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o desbaste (DAD) foram feitas as avaliações de altura

das plantas e o diâmetro do caule, utilizando-se, respectivamente, régua graduada e paquímetro digital. A altura foi considerada como a distância do nível do solo até o ápice da planta, enquanto que o diâmetro do caule foi medido a 1 cm acima do nível do substrato;

b) Razão altura/diâmetro (RAD): através dos dados finais de altura (A) e diâmetro do caule (D) foi calculada a RAD empregando-se a equação:

$$RAD = \frac{Af}{Df} \quad (\text{Equação 1})$$

c) Taxa de crescimento absoluto (TCA) (cm dia⁻¹): calculada de acordo com equação descrita por Benincasa (1988):

$$TCA = \frac{Af - Ai}{\Delta t} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

Ai: altura das plantas aos 30 dias após o desbaste

Af: altura das plantas aos 180 dias após o desbaste

Δt: intervalo de tempo entre as amostragens

d) Massa seca das plantas (g): Ao final do experimento (180 DAD), as plantas foram cortadas, separadas em caule, folhas e raízes, colocadas em sacos de papel e levadas para secagem em estufa (± 70 °C) durante 72 horas. Para a retirada das raízes, os vasos foram submetidos a jatos de água, sob torneira, coletando-as em peneira, evitando-se a mínima perda de raízes. Após a secagem, o material vegetal foi pesado em balança analítica, para a obtenção do peso da matéria seca de cada componente. De posse desses valores, foi calculada a proporção de matéria seca em

cada componente, tomando-se por base o peso da matéria seca total.

e) Qualidade das mudas: foi avaliação através do Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (Dickson et al. 1960), utilizando-se a seguinte fórmula:

$$IQD = \frac{MSTt}{RAD + RPAR} \quad (\text{Equação 3})$$

Em que:

RAD: razão altura/diâmetro

MSTt: massa seca total

RPAR: razão massa seca da parte aérea/massa seca das raízes.

Os dados foram submetidos à análise estatística e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, usando-se o programa estatístico Assistat Versão 7.7 (Silva, Azevedo, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos exerceram efeito significativo em todos os parâmetros avaliados.

Os dados de altura das plantas estão apresentados na Tabela 1, e verifica-se diferença significativa entre os tratamentos testados, em todas as épocas de avaliação, exceto aos 30 dias. Percebe-se que, em geral, o sombreamento 50% proporcionou a maior altura das plantas. No entanto, ao final do experimento, houve igualdade estatística entre este tratamento e aquele em que as plantas foram mantidas a sol pleno. Quando se compara as plantas a sol pleno e a 50% de sombreamento com aquelas a 70%, constata-se reduções de 26% e 29%, respectivamente, na altura das plantas, aos 180 dias.

Tabela 1. Altura e taxa de crescimento absoluto (TCA) de plantas jurema-preta submetidas a diferentes níveis de sombreamento

Níveis de sombreamento (%)	Altura de plantas (cm)						TCA (cm dia ⁻¹)
	Dias após o início dos tratamentos						
	30	60	90	120	150	180	
0	5,82 a	17,18 ab	24,24 c	39,46 b	59,19 b	91,72 a	0,57 a
50	6,64 a	27,17 a	47,17 a	65,15 a	80,27 a	95,73 a	0,59 a
70	4,94 a	13,63 b	28,56 b	49,53 b	59,82 b	68,10 b	0,42 b

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

Vários são os parâmetros analisados com o objetivo de avaliar o comportamento das mudas de espécies florestais em relação à luz, dentre os quais altura das plantas, que é utilizada com frequência devido à facilidade de avaliação (Muroya et al., 1997).

Em mudas de pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tull.), Santos et al. (2013) relataram que a 50% de sombreamento, houve maior crescimento em altura. Resultado semelhante foi relatado por Siebeneichen et al. (2008), em plantas de ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo). No entanto, avaliando o crescimento de mudas de guapuruvu (*Schizolobium*

parahyba (Vell.) S. F. Blake) e copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) a 0, 30, 50 e 70% de sombreamento, Caron et al. (2010), verificaram que a altura das plantas aumentou à medida que o nível de sombreamento se elevou. Porém, em mudas de nim indiano (*Azadirachta indica* Juss.), Azevedo et al. (2015) verificaram que os menores valores de altura foram encontrados no nível de 70% de sombreamento, o que evidencia uma provável formação de mudas com tendência ao estiolamento.

De acordo com Kitao et al. (2000), a exposição prolongada a altas irradiâncias pode ser prejudicial às plântulas, por absorverem mais fótons de luz do que

podem utilizar, podendo ter como consequência a fotoinibição ou, mesmo, a morte da planta.

A capacidade de crescer rapidamente quando moderadamente sombreada é um mecanismo importante de adaptação da espécie, constituindo uma estratégia de fuga à baixa intensidade luminosa (Moraes Neto et al., 2000; Rêgo, Possamai, 2006).

Quando plantas de sol são submetidas a condições de sombreadamento, a razão luz vermelha/luz vermelho-distante (R/FR) diminui, possibilitando maior conversão do fitocromo vermelho-distante (Pfr) em fitocromo vermelho (Pr), e diminuição da razão Prf/fitocromo total (Pfr/P_{total}) possibilitando assim maior alongamento do caule, constituindo-se em uma *resposta de evitação da sombra* (Taiz et al., 2024). Esses autores afirmam ainda que a baixa razão Pfr/P_{total} induz as plantas de sol a alocar uma quantidade maior de assimilados para proporcionar um rápido crescimento em altura, o que não acontece com plantas de sombra. Segundo Lorrain et al. (2008), quando a razão R/FR é baixa ocorre exclusão de uma grande quantidade de fitocromo do núcleo, proporcionando que proteínas PIF, que regulam negativamente a fotomorfogênese, se acumulem e promovam a elongação.

Com relação ao diâmetro do caule (Tabela 2), foi detectada diferença significativa entre os tratamentos apenas aos 60, 150 e 180 dias após o transplantio. Verifica-se que os maiores valores foram obtidos nas plantas mantidas a sol pleno, enquanto que os menores valores foram apresentados pelas plantas a 70% de sombreadamento, com redução de 28%, aos 180 dias.

A avaliação do diâmetro de colo é um método não destrutivo e de fácil mensuração, sendo considerado um dos mais importantes parâmetros para determinar a sobrevivência e crescimento, logo após o plantio das mais diversas espécies de plantas (Gomes et al., 2002).

Aguiar et al. (2005) não constataram efeito do sombreadamento na altura das plantas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), mas verificaram que a pleno sol, as plantas apresentaram maior diâmetro do caule, quando comparadas com aquelas a 60 e 80% de sombreadamento. Sob condições de sol pleno, Scalon et al. (2001) obtiveram maiores valores de altura e diâmetro do caule em pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), semelhante aos resultados obtidos em sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth.) e amendoim-bravo (*Pterogyne nitens* Tul.), por Scalon et al. (2002).

Tabela 2. Diâmetro do caule das plantas de jurema preta submetidas a diferentes níveis de sombreadamento

Níveis de sombreadamento (%)	Diâmetro do caule (mm)					
	Dias após o início dos tratamentos					
	30	60	90	120	150	180
0	1,24 a	2,78 a	4,28 a	5,51 a	7,42 a	9,65 a
50	1,14 a	2,47 ab	3,30 a	5,24 a	6,85 a	7,31 b
70	1,00 a	1,71 b	2,96 a	4,38 a	5,76 b	6,94 b

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Decréscimo linear do diâmetro do colo com aumento no nível de sombreadamento foi verificado em crindiúva (*Trema micrantha* (L.) Blume) (Fonseca et al., 2002) e em pau-ferro (Lima et al., 2008).

Em estudo realizado em mudas de três espécies amazônicas, Campos, Uchida (2002) relataram uma tendência à diminuição do diâmetro do colo, sob 50% e 70% de sombreadamento, resultando em mudas de má qualidade, estioladas, que tombaram, após certo período no viveiro.

O comportamento de redução no diâmetro do caule em função no sombreadamento pode ser reflexos

dos efeitos dessa condição de luz na produção de assimilados pela fotossíntese, bem como de reguladores de crescimento, causando a diminuição no diâmetro do caule (Koslowski, 1962). Sendo assim, as plantas investiriam mais fotoassimilados no comprimento do caule do que no diâmetro.

Quanto à produção de matéria seca nos diversos componentes das plantas (Tabela 3), verificou-se que o maior acúmulo de massa seca nas raízes ocorreu nas plantas a 50% de sombreadamento, sendo 20% e 61% superior ao obtido a pleno sol e a 70% de sombra, respectivamente.

Tabela 3. Peso da matéria seca das raízes, do caule, das folhas, da parte aérea, razão parte aérea/raiz (PA/R) e matéria seca total (PMST) de mudas de jurema preta submetidas a diferentes níveis de sombreadamento

Nível de sombreadamento (%)	Massa seca (g)					
	Raiz	Caule	Folha	Parte aérea	PMST	PA/R
0	105,01 b	111,84 a	78,09 a	189,93 a	294,94 a	1,81 a
50	131,53 a	43,36 b	14,24 b	57,59 b	189,12 b	0,44 b
70	50,86 c	16,46 c	11,65 b	28,11 c	78,98 c	0,55 b

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Em copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), Dutra et al. (2012) verificaram que, em termos percentuais, as mudas apresentaram um ligeiro aumento na produção de MSR sob maiores intensidades de sombra, demonstrando a boa capacidade adaptativa da espécie a diferentes incidências luminosas.

Tanto a produção de matéria seca do caule quanto da folha e, dessa forma, da parte aérea, foram maiores no tratamento a sol pleno, diminuindo com o aumento no nível de sombreamento (Tabela 3). Ocorreu redução em 70% na produção de matéria seca na parte aérea das plantas a 50% de sombra em relação às aquelas sob sol pleno. Comparando-se esses tratamentos, o compartimento folhas foi o mais afetado, com redução de 82% na matéria seca, enquanto que no caule a redução foi apenas de 61%. Maior acúmulo de massa seca no caule em relação aos demais compartimentos da planta, em resposta ao sol pleno também foi verificado por Siebeneichler et al. (2008).

Aguiar et al. (2011) relataram que a maior produção de matéria seca de folhas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) foi obtida em mudas mantidas sob sol pleno, enquanto os níveis de 60 a 80% de sombreamento apresentaram os menores valores médios. Ramos et al. (2004) também constataram que plantas de cumaru (*Amburana cearensis* (Freire Allemão) A. C. Smith) apresentaram maior acúmulo de biomassa foliar quando mantidas a sol pleno (0,51g), seguido de 50% e diferindo significativamente de 70% e 90% de sombreamento (0,36g).

Em estudos realizados por Nery et al. (2016), mostrou que as mudas submetidas a sol pleno, obtiveram os menores valores de matéria seca de folhas, enquanto as de 50% obtiveram os maiores valores. Resultado semelhante foi relatado por Lenhard et al. (2013) em mudas de pau-ferro (*Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz) apresentaram melhor desempenho de crescimento quando cultivadas sob 50% de sombreamento. Contrariamente, em plantas jovens de castanha-do-maranhão (*Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns), Scalon et al. (2003) constataram que as mudas crescidas em sol pleno apresentaram maior massa seca da parte aérea que aquelas mantidas a 30 e 50% de sombreamento.

De acordo com Gomide, Gomide (2000), para o crescimento vegetal é importante o processo de formação e desenvolvimento de folhas, o que acarretará o aumento da área foliar, que por sua vez, influenciará diretamente em sua fotossíntese. A alta disponibilidade de luz aumenta a espessura da folha como recurso de proteção aos pigmentos fotossintetizantes, podendo contribuir para o aumento no peso seco da folha (Scalon et al., 2001).

Em relação à produção de matéria seca total (Tabela 3), verifica-se que ocorreu reduções da ordem

de 36% e 73% nos valores dessa variável quando as plantas foram submetidas a 50% e 70% de sombra, respectivamente, em comparação com aquelas sob sol pleno. Câmara, Endres (2008) observaram maior acúmulo de massa seca em mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia* e *Sterculia foetida* submetidas a 50% de sombreamento, e Azevedo et al. (2015) citou que esse fato evidencia que cada espécie apresenta exigência própria quanto à luminosidade para seu desenvolvimento.

Felfili et al. (1999) demonstraram que mesmo espécies tolerantes ao sombreamento alcançam a máxima produção de massa seca quando crescem em sol pleno. Entretanto, Lima Júnior et al. (2005) observaram que o crescimento da parte aérea de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. foi reduzido nas plantas cultivadas a sol pleno em relação às aquelas 50% de sombreamento.

Os maiores valores de crescimento e acúmulo de massa seca das plantas de jurema preta aqui obtidos sob sol pleno pode ser atribuído à maior taxa de fotossíntese e, conseqüentemente, de produção de assimilados, sob essa condição de luz, evidenciando a necessidade das plantas dessa espécie serem mantidas sob condição de sol pleno, na fase de viveiro.

A razão matéria seca parte aérea/raiz diminuiu com o sombreamento (Tabela 3), demonstrando que o sombreamento favoreceu o acúmulo de matéria seca nas raízes em detrimento da parte aérea. Apesar de não ter sido detectada diferença estatística, notou-se que os valores do tratamento 70% foram maiores do que a 50%. A condição de sombreamento pode ter proporcionado maior translocação de assimilados para as raízes em detrimento da parte aérea, como forma de compensar a baixa luminosidade, constituindo-se uma estratégia de adaptação a essa condição. Comportamento inverso foi verificado por Silva et al. (2007) em plantas de cupuaçu, as quais investiram mais na área foliar do que nas raízes, proporcionando maior razão parte aérea/raiz em condições de sombreamento.

Carvalho et al. (2006) verificaram que houve tendência de redução nos valores da razão raiz/parte aérea em mudas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc) no tratamento que recebeu menor nível de luz. Comportamento idêntico ao obtido por Franco, Dillenburg (2007), em *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, com menor razão entre raízes/parte aérea em plantas sombreadas.

Segundo Claussen (1996), a razão raiz/parte aérea mais elevada em plantas de ambientes mais iluminados indica que a biomassa se distribui mais para as raízes que para os órgãos fotossintetizantes. Essa tendência permite maior absorção de água e nutrientes, estratégia que garantiria à planta maior capacidade de suportar as maiores taxas de

fotossíntese e transpiração em ambientes mais iluminados (Carvalho et al., 2006). Martins (2006), avaliando o efeito de diferentes níveis de sombreamento no crescimento de *Ocimum gratissimum*, mostrou que a razão raiz/parte aérea foi expressivamente maior a pleno sol, contrário ao obtido neste estudo. Esse autor afirmou ainda que esse comportamento indica uma alocação preferencial de massa seca para o sistema radicular em comparação a plantas mantidas sob sombreamento.

Quando se analisa os parâmetros que podem ser utilizados para determinar a qualidade da muda

(Tabela 4), verifica-se comportamento variado entre os tratamentos.

No tocante à RAD, verifica-se que o maior valor foi proporcionado pelo tratamento 50% de sombra, havendo igualdade estatística entre os outros dois tratamentos. Dessa forma, percebe-se que as plantas de jurema preta crescidas sob 50% de sombra apresentaram maior crescimento em altura em relação ao diâmetro. Em mudas de pau-ferro mantidas a 50% de sombra, Santos et al. (2013) verificaram maior relação altura da planta/diâmetro do coleto, em comparação com aquelas a sol pleno.

Tabela 4. Razão altura/diâmetro (RAD) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) das plantas de jurema preta submetidas a diferentes níveis de sombreamento

Nível de sombreamento (%)	RAD	IQD
0	94,6 b	3,06 a
50	131,3 a	1,43 b
70	98,5 b	0,80 c

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Gomes et al. (2002) denominaram essa relação de quociente de robustez, considerando-a como uma das características morfológicas fundamentais para deduzir sobre a qualidade de mudas de espécies florestais. Segundo Gomes, Paiva (2004), quanto menor for o valor de RAD, maior será a capacidade de sobrevivência e estabelecimento das mudas no campo.

O fato de as mudas apresentarem valores elevados de RAD evidencia o estiolamento das plantas, e plantas muito altas e com diâmetro do caule inferior pode levar desvantagem em termos de sobrevivência no campo. Segundo Moraes-Neto et al. (2000), plantas submetidas a uma baixa luminosidade tendem a investir normalmente de forma mais intensa em altura. Esse fato pode ser explicado principalmente ao fenômeno de estiolamento e/ou aos mecanismos adaptativos entre diversas espécies de plantas que promovem maior crescimento em ambientes com restrição de luz (Moraes Neto et al., 2000; Carvalho et al., 2006).

Quanto ao IQD, o melhor resultado foi verificado nas plantas mantidas a sol pleno. Este índice é bastante empregado para a determinação da qualidade de mudas, por considerar a robustez e o equilíbrio da distribuição de biomassa da planta, apesar de ser de difícil determinação em virtude de se utilizar parâmetros destrutivos (Gomes et al., 2003). Santos et al. (2013) verificaram que o tratamento a pleno sol proporcionou a obtenção de mudas de pau-ferro com valores de IQD superiores aos daquelas mantidas a 50% de sombra.

CONCLUSÕES

- O sombreamento a 50% e o cultivo a pleno sol proporcionaram maior altura final e maior taxa de crescimento absoluto das mudas;
- o sombreamento possibilitou menor acúmulo de massa seca das folhas, do caule, da parte aérea e massa seca total das plantas;
- o cultivo a pleno sol proporciona a obtenção de mudas de melhor qualidade, não sendo recomendado o sombreamento durante a fase de viveiro.

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.
- AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; PINTO, M. A.; STANCATO, G. C.; AGUIAR, J.; NASCIMENTO, T. D. R. Germinação de sementes e formação de mudas de *Caesalpinia echinata* Lam. (Pau-Brasil): efeito de sombreamento. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 871-875, 2005.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- AZEVEDO, G. T. O.; NOVAES, A. B.; AZEVEDO, G. B.; SILVA, H. F. Desenvolvimento de mudas de nim indiano sob diferentes níveis de sombreamento. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 22, n. 2, p. 249-255, 2015.
- BAKKE, I. A.; BAKKE, O. A.; ANDRADE, A. P.; SALCEDO, I. H. Regeneração natural da Jurema preta em áreas sob pastejo de bovinos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 3, p.228-235, 2006a.

- BAKKE, I. A.; FREIRE, A. L. O.; BAKKE, O. A.; ANDRADE, A. P.; BRUNO, R. L. A. Water and sodium chloride effects on *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir seed germination. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 3, p. 261-267, 2006b.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.
- CÂMARA, C. A.; ENDRES, L. Desenvolvimento de mudas de duas espécies arbóreas: mimosa caesalpiniifolia benth. e sterculia foetida l. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 1, 2008.
- CAMPOS, M. A. S.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 281-288, 2002.
- CARON, B. O.; SOUZA, V. Q.; CANTARELLI, E. B.; MANFRON, P. A.; BEHLING, A.; ELOY, E. Crescimento em viveiro de mudas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake submetidas a níveis de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p.683-689, 2010.
- CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. S.; CREPALDI, I. C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.3, p.351-357, 2006.
- CLAUSSEN, J. W. Acclimation abilities of three tropical rainforest seedlings to an increase in light intensity. **Forest Ecology and Management**, v. 80, p. 245:255, 1996.
- COSTA, E. C.; D'AVILA, M.; CANTARELLI, E. B.; MURARI, A. B.; MANZONI, C. G. **Entomologia florestal**. Santa Maria, RS: Ed. da UFSM, 2008. 240 p.
- DIAS FILHO, M. B. Physiological response of *Solanum crinitum* Lam. to contrasting light environments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 8, p. 789-796, 1997.
- DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**. v. 36, p.10-13, 1960.
- DUTRA, T. R.; GRAZZIOTTI, P.H.; SANTANA, R. C.; MASSAD, M. D. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 321-329, 2012.
- DUZ, S. R.; SIMINSKI, A.; SANTOS, M.; PAULILO, M. T. S. Crescimento inicial de três espécies arbóreas da Floresta Atlântica em resposta à variação na quantidade de luz. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 587-596, 2004.
- FELFILI, J. M.; HILGBERT, I. f.; FRANCO, A.C.; SOUSA-SILVA, J. C.; RESENDE, A. V.; NOGUEIRA, M. V. P. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 297-301, 1999. Suplemento.
- FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; 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.
- FRANCO, A. M. S.; DILLENBURG, L. R. Ajustes morfológicos e fisiológicos em plantas jovens de Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze em resposta ao sombreamento. **Hoehnea**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 135-144, 2007.
- GAJEGO, E. B. ZANELA, S. M.; SOARES, A. M.; LIMA JÚNIOR, E. C.; ALVARENGA, A. A. Crescimento de plantas jovens de Maclura tinctoria e Hymenaea courbaril em diferentes condições de sombreamento. In: CONGRESSO NACIONAL DE FISILOGIA, 8., 2001, Ilhéus-BA. **Resumos...** Ilhéus: [s.n.], 2001. CD-ROM.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 116 p.
- GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de Eucalyptus grandis. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.
- GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 113-127, 2003.
- GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Morfogênese de cultivares de Panicum maximum Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2 p.341-348, 2000.
- ILLENSEER, R.; PAULILO, M. T. S. Crescimento e eficiência na utilização de nutrientes em plantas jovens de *Euterpe edulis* mart. sob dois níveis de irradiância, nitrogênio e fósforo. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 385-394, 2002.
- 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**, n. 23, p.81-89, 2000.
- KOSLOWSKI, T. T. **Tree growth**. New York: The Ronald Press, 1962.
- LENHARD, N. R.; PAIVA NETO, V. B. de; SCALON, S. de P. Q.; ALVARENGA, A. A. de. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 178-186, 2013.
- LIMA, J. D.; SIVA, B. M. S.; MORAES, W. S.; DANTAS, A. A. V.; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n. 1, p. 5-10, 2008.
- LIMA JUNIOR, R. C.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; OLIVEIRA, H. M. Trocas gasosas,

- características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Rural**, v. 35 n. 5, 1092-1097, 2005.
- LORRAIN, S.; ALLEN, T.; DUEK, P. D.; WHITELAM, G.; FANKHAUSER, C. Phytochrome-mediated inhibition of shade avoidance involves degradation of growth-promoting bHLH transcription factors. **The Plant Journal**, v. 53, n. 2, p. 312-313, 2008.
- MACIEL, M. N. M.; WATZLAWICK, L. F.; SCHOENINGER, E. R.; YAMAJI, F. M. Efeito da radiação solar na dinâmica de uma floresta. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 101-114, 2002.
- MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 1 ed. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 2004. 413 p. il.
- MARTINS, J. R. **Aspectos da germinação de sementes e influência da luz no desenvolvimento, anatomia e composição química do óleo essencial em *Ocimum gratissimum* L.** 2006. 176f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. 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.
- MUROYA, K.; VARELA, V. P.; CAMPOS, M. A. A. Análise de crescimento de mudas de jacaréuba (*Calophyllum angulare* – Guttiferae) cultivadas em condições de viveiro. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 27, n. 3, p.197-212, 1997.
- NERY, F. C.; PRUDENTE, D. O.; ALVARENGA, A. A.; PAIVA, R. NERY, M. C. Desenvolvimento de mudas de guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 14, n.3, p. 187-192, 2016.
- PACHECO, P.; PAULILO, M. T. S. Efeito da intensidade de luz no crescimento inicial de plantas de *Cecropia glaziovii* Snethlage (Cecropiaceae). **Insula: Revista de Botânica**, Florianópolis, v. 38, n. 38, p. 28-41, 2009.
- PEREIRA FILHO, J. M.; VIEIRA, E. L.; SILVA, A. M. A.; CEZAR, M. F. E.; AMORIM, F. U. Efeito do tratamento com hidróxido de sódio sobre a fração fibrosa, digestibilidade e tanino do feno de Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora* Willd.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 70-76, 2003.
- PEREIRA FILHO, J. M.; VIEIRA, E. L.; SILVA, A. M. A.; CÉZAR, M. F.; CARVALHO JÚNIOR, A. M. Efeito da altura de corte no controle da jurema-preta [*Mimosa tenuiflora* (WILD) POIR.]. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 2, p. 51-58, 2010.
- RAMOS, K. M. O.; FELFILI, J. M.; FAGG, C. W.; SILVA, J. C. S.; FRANCO, A. C. Desenvolvimento inicial e repartição de biomassa de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, em diferentes condições de sombreamento. **Acta Botânica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 18, n. 2, p. 351-358. 2004.
- REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre teor de clorofila e crescimento inicial de jequitibá-
- SANTOS, L. W.; COELHO, M. F. B.; AZEVEDO, R. A. B. Qualidade de mudas de pau-ferro produzidas em diferentes substratos e condições de luz. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 74, p. 151-158, 2013.
- SANTOS, R. C.; CARNEIRO, A. C. O.; PIMENTA, A. S.; CASTRO, R. V. O.; MARINHO, I. V.; TRUGILHO, P. F.; ALVES, I. C. N.; CASTRO, A. F. N. M. Potencial energético da madeira de espécies oriundas de plano de manejo florestal no estado do Rio Grande do Norte. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 491-502, 2013.
- SCALON, S. P. Q.; MUSSURI, M. R.; RIGONI, M. R.; VERALDO, F. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 1, p.1-5, 2002.
- SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 753-758, 2003.
- SCALON, S. P. Q.; SCALON FILHO, H.; RIGONI, M. R.; VERALDO, F. Germinação e crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob condições de sombreamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 652-655, 2001.
- SIEBENEICHLER, S. C.; FREITAS, G. A.; ADORIAN, G. C.; CAPELLARI, D.; SILVA, R. R. Características morfofisiológicas em plantas de *Tabebuia heptaphylla* (vell.) Tol. em condições de luminosidade. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n. 3, p. 467-472, 2008.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.
- SILVA, R. R.; FREITAS, G. A.; SIEBENEICHLER, S. C.; MATA, J. F.; CHAGAS, J. R. Desenvolvimento inicial de plântulas de *Theobroma grandiflorum* (Willd.) ex Spreng.) sob influência do sombreamento. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 3, p. 365-370, 2007.
- TAIZ, L.; MOLLER, I.; MURPHY, A.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 7 ed. Porto Alegre: Artmed, 2024. 864 p.