

Germinação das sementes e desenvolvimento de mudas de *Magonia pubescens* A.St.-Hil. (Sapindaceae) sob diferentes intensidades de sombreamentoGermination and seedling development of *Magonia pubescens* A.St.Hil. (Sapindaceae) under different shade levelsBianca de Oliveira¹, Simone Matias Reis², Paulo Sérgio Morandi²,
Marco Bruno Xavier Valadao³, Edmar Almeida de Oliveira²,
Beatriz Schwantes Marimon⁴ e Ben Hur Marimon-Junior⁴

Resumo

O objetivo deste estudo foi verificar a influência dos diferentes níveis de sombreamento na germinação, desenvolvimento inicial, *status* nutricional e qualidade de mudas de *Magonia pubescens*. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação com cinco tratamentos: pleno sol, 30%, 50%, 70% e 90% de sombreamento, com 50 mudas por tratamento. Foram avaliados aos 90, 150, 210, 240 e 270 dias após a semeadura (DAS) os parâmetros de germinação, altura, número de folhas, diâmetro do coleto e, ao final do experimento, a repartição de biomassa aérea e radicular, Índice de Qualidade de Dickson (IQD) e concentração e eficiência no uso interno de nutrientes (EIUN). Os resultados foram comparados entre os tratamentos por meio de análise de variância (ANOVA One-Way) ou teste F de Welch para o caso de variâncias desiguais, com teste de Tukey como *post hoc*. De forma geral, os melhores resultados para os parâmetros avaliados foram encontrados para mudas em pleno sol e com nível de sombreamento entre 30 e 70%. Porém, a germinação das sementes e o *status* nutricional das mudas não sofreram influência das diferentes intensidades de sombreamento. Assim, com base nos achados deste estudo, mudas de *Magonia pubescens* devem ser produzidas sob condições de luminosidade que variam de pleno sol à 70% de sombreamento, a fim de produzir mudas de maior qualidade.

Palavras-chave: Concentração de Nutrientes; Produção de Mudanças; Plasticidade Ecológica; Luminosidade.

Abstract

The aim of the study was to verify the influence of different levels of shading in germination, early development, quality and nutritional *status* of *Magonia pubescens* seedlings. The experiment was carried in a greenhouse with five treatments: full sun, 30%, 50%, 70% and 90% shading, with 50 seedlings for which treatment. Were evaluated at 90, 150, 210, 240 and 270 days after seeding (DAS), the germination parameters, height, number of leaves, stem diameter, and at the end of the experiment, the distribution of aboveground biomass and root, Dickson quality index (DQI) and concentration and efficiency in the internal use of nutrients (EIUN). The results were compared among treatments using analysis of variance (one-way ANOVA) or Welch's F test in the case of unequal variance, and Tukey test as *post hoc*. Overall, the best results for the parameters evaluated were found to seedlings in full sun and shade level between 30 and 70%. However, the seed germination and nutritional status of seedlings were not affected by the different intensities of shading. Therefore, based on the findings, *Magonia pubescens* seedlings should be done under light conditions ranging from full sun to 70% shade, to produce higher-quality seedlings.

Keywords: Concentration of Nutrients; Seedlings Production; Ecological Plasticity; Luminosity.

¹Mestre em Ecologia e Conservação UNEMAT - Universidade do Estado de Mato Grosso / Departamento de Biologia. BR 158 - Km 148 - Caixa Postal 08 - 78690000 - Nova Xavantina, MT, Brasil. E-mail: biancadeoliveira89@gmail.com.

²Doutorando (a) em Biodiversidade e Biotecnologia. UNEMAT - Universidade do Estado de Mato Grosso / Departamento de Biologia. BR 158 - Km 148 - Caixa Postal 08 - 78690000 - Nova Xavantina, MT, Brasil. E-mail: simonematiasreis@gmail.com; morandibio@gmail.com; edmardinei@hotmail.com.

³Doutorando em Ciências Florestais. UnB - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia - Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais. Campus Universitário Darcy Ribeiro - Caixa Postal 04.357 - 70.904-970 - Brasília, DF. E-mail: marcobrunovaladao@gmail.com

⁴Professor(a) Adjunto(a) do curso de Ciências Biológicas. UNEMAT - Universidade do Estado de Mato Grosso - BR 158, Km 148, Caixa Postal 08- 78.690-000 - Nova Xavantina, MT. E-mail: biamarimon@hotmail.com; bhmjunior@gmail.com.

INTRODUÇÃO

O Cerrado destaca-se entre os biomas do território brasileiro, sendo uma das savanas mais ricas em espécies do mundo, conhecida como um “hotspot” em biodiversidade (MYERS et al., 2000; MENDONÇA et al., 2008). Entretanto, nos últimos 35 anos, mais da metade dos dois milhões de km² de vegetação nativa do Cerrado foram convertidos em áreas de cultivo ou de pastagens (KLINK; MACHADO, 2005; SANO et al., 2010). Esta redução na vegetação promove a perda de recursos naturais e de espécies vegetais endêmicas e raras que ainda não foram devidamente investigadas (AGUIAR et al., 2004).

A espécie nativa *Magonia pubescens* A.St.-Hil, conhecida popularmente como tingui, é uma árvore heliófila, pioneira, seletiva xerófila, decídua, que ocorre frequentemente em cerradões de solos férteis e em terrenos elevados e bem drenados (SILVA JR., 2005; LORENZI, 2008). O tingui possui madeira densa e muito utilizada na construção civil e também para recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 2008). É possível ainda extrair o tanino de sua casca, o qual pode ser utilizado no extermínio de larvas de *Aedes aegypti* (SILVA et al., 2004a). As sementes de tingui podem causar aborto em bovinos e por isso muitas árvores são eliminadas das pastagens, ameaçando a espécie de extinção local (BRANDÃO et al., 2002). Dessa forma, estudos sobre produção de mudas do tingui são importantes, não só visando o uso em reflorestamentos ou recuperação de áreas degradadas, mas também para gerar conhecimento sobre o comportamento ecofisiológico da espécie na fase de plântula em relação à luminosidade.

O desenvolvimento de plântulas varia de acordo com a espécie, posicionamento do indivíduo na floresta, luminosidade, umidade e disponibilidade dos nutrientes (FELFILI, 1995; 1997). A luminosidade é também um dos principais fatores que influenciam no crescimento das plântulas em condições de campo (CAMPOS; UCHIDA, 2002; DOUSSEAU et al., 2007). Desse modo, diferentes intensidades de luminosidade podem causar mudanças na morfologia e fisiologia de plântulas, dependendo do nível de adaptação da espécie (SCALON et al., 2003). Espécies de mata de galeria têm demonstrado melhor crescimento inicial em condições intermediárias de luminosidade (VALADÃO et al., 2014).

Além do crescimento, o uso dos nutrientes é outro parâmetro importante que tem sido avaliado em viveiro (REIS et al., 2015). Plantas pioneiras e heliófilas adaptadas a solos distróficos podem ou não apresentar variações na eficiência de uso dos nutrientes (EUN) (SILVA et al., 2006). A eficiência de uso dos nutrientes varia também em relação a luminosidade, conforme observado por Reis et al. (2015) para *Dilodendron bipinnatum* Radkl, testada em viveiro. Uma das formas de compensação de fatores nutricionais extremos, como a baixa fertilidade dos solos, é o aumento da EUN no tecido foliar maduro e nas folhas senescentes (VITOUSEK; SANFORD, 1986). Neste caso, a produção e o acúmulo de biomassa pelas plantas são dependentes de vários fatores, como a capacidade fotossintética (TAIZ; ZEIGER, 1998). Todavia, a eficiência interna no uso dos nutrientes associada à condição de luz também é um fator determinante do crescimento das plântulas de espécies nativas do bioma cerrado (REIS et al., 2015).

A resposta das plântulas aos diferentes níveis de luminosidade pode ser avaliada através de características como número de folhas, altura, diâmetro do coleto, massa seca (FELFILI et al., 1999; DUTRA et al., 2012; VALADÃO et al., 2014), qualidade das mudas (DICKSON et al., 1960) e eficiência no uso interno de nutrientes, sendo estes parâmetros suficientes para determinar o melhor crescimento inicial das plântulas em viveiro. Ter conhecimento destes parâmetros é importante, pois possibilita a produção de mudas de espécies com potencial para recuperação de áreas degradadas, como é o caso de *Magonia pubescens*.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influencia dos diferentes níveis de sombreamento na emergência em viveiro, desenvolvimento inicial, qualidade e *status* nutricional de mudas de *M. pubescens*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no viveiro florestal da UNEMAT, no *campus* de Nova Xavantina, Mato Grosso. O clima da região é do tipo *Aw*, de acordo com a classificação de Köppen, com dois períodos bem definidos, sendo um seco, de abril a setembro e outro chuvoso, de outubro a março (SILVA et al., 2008).

Foram avaliadas 50 mudas para cada tratamento, em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC). As sementes foram coletadas em 10 árvores matriz de uma mata de galeria localizada no Parque Municipal do Bacaba (PMB) (14°41'S e 52°20'W), uma unidade de conservação com cerca de 500 ha de área total. O critério de seleção das sementes foi visual considerando-se as sementes sadias e sem sinal de predação. Em seguida, foi semeada uma semente em cada um dos sacos de polietileno preto de 15 x 30 cm.

O substrato utilizado nos sacos de polietileno foi composto de uma mistura de serragem de madeira curtida e Latossolo Vermelho-Amarelo na proporção de 2:1, respectivamente. Posteriormente, foram adicionados 400 g de adubo químico granulado N-P-K 4-30-16 e 2 kg de calcário dolomítico (PRNT 90%) para cada metro cúbico de substrato, a fim de melhorar os atributos químicos do solo. Os componentes foram misturados em betoneira elétrica para perfeita homogeneização. Uma dose extra de 0,5 g de Superfosfato Triplo foi adicionada como cobertura em cada saco para compensar a fração de P do substrato inibida pela ação alcalina do calcário. A descrição completa da composição química do substrato utilizado está indicada em Reis et al. (2015).

Após a semeadura, os sacos de polietileno contendo as sementes foram submetidas aos tratamentos pleno sol, 30%, 50%, 70% e 90% de sombreamento com Sombrite®. Foram realizadas irrigações diárias por microaspersão, com taxa diária de aplicação ajustada conforme as condições microclimáticas, com base na estação meteorológica localizada no *Campus* da UNEMAT de Nova Xavantina (OMM: 83319 - Ministério do Desenvolvimento Rural-MDR, Instituto de Meteorologia-INMET, 9° Distrito de Meteorologia).

Diariamente, durante 43 dias, foram contadas as sementes germinadas para cada tratamento e posteriormente foram calculados a porcentagem e o Índice de Velocidade de Germinação (IVG), sendo consideradas germinadas as sementes que apresentavam alongamento do hipocótilo sobre o solo e lançamento de pelo menos um folíolo. O IVG foi calculado de acordo com Maguire (1962), sendo: $IVG = \sum (G_i/n_i)$, onde G_i = número de sementes germinadas e n_i = dia da contagem.

Foram mensurados a altura (H) da base da muda até a gema apical, o diâmetro do coleto (DC) e o número de folhas (NF) aos 90, 150, 210, 240 e 270 dias após a semeadura (DAS). O diâmetro foi medido com auxílio de um paquímetro digital (precisão de 0,02 mm) e a altura com uma régua. Ao final do experimento, aos 270 DAS, foram sorteadas dez plântulas de cada tratamento para quantificar a massa seca da parte aérea (MSPA), radicular (MSR), total (MST) e a relação raiz/parte aérea (R/PA). As raízes foram separadas do substrato por lavagem com água e em seguida separadas da parte aérea e levadas para secagem em estufa a 80°C até peso constante. Após a secagem o material vegetal foi pesado em balança de precisão.

Para determinar a concentração de N, P, K, Ca, Mg e S no tecido foliar de *Magonia pubescens*, em cada nível de sombreamento, foram realizadas análises químicas em laboratório. As amostras de folhas secas foram submetidas à digestão por via úmida através de ataque com mistura triácida (ácido sulfúrico + ácido perclórico + ácido nítrico) por 48 horas em blocos de digestão a 320°C. Os teores de Ca e Mg foram determinados através de espectrofotômetro de absorção atômica, K por meio de espectrofotômetro de emissão de chama digital, P e S por espectrofotometria ultravioleta visível e N por destilação Kjeldahl (SILVA, 1999).

A Eficiência de Uso de Nutrientes (EUN) foi calculada pelo método proposto por Marimon Jr. et al. (*dados não publicados*) (ver REIS et al., 2015). Com base no método dos referidos autores (Eficiência no Uso Interno de Nutrientes - EUIN), a análise das folhas verdes indica a quantidade de nutrientes que as plântulas estão utilizando para produzir determinada quantidade de biomassa.

A qualidade das mudas foi avaliada através do índice de qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON et al., 1960), por meio da fórmula: $IQD = MST / ((A/D) + (MSPA/MSR))$, onde: MST = Massa seca total (g), A = Altura da parte aérea (cm), D = Diâmetro do coleto (mm), MSPA = Massa seca da parte aérea (g) e MSR = Massa seca da raiz.

Para verificar se ocorreram diferenças nos parâmetros avaliados entre os tratamentos, foi realizada uma análise de variância (ANOVA One-Way) seguida do teste de Tukey a 5% de probabilidade (ZAR, 2010). A normalidade dos dados foi verificada pelo teste Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene. Quando o pressuposto de homocedasticidade não foi atendido, mesmo após tratamento dos dados, foi utilizado o teste F de Welch, i.e. ANOVA para variâncias desiguais (ZAR, 2010), seguida do teste de Tukey a 5%. Todas as análises foram feitas com o auxílio

do programa PAST (Paleontological Statistics) versão 2.15 (HAMMER et al., 2001). Também foi aplicada análise de regressão para verificar a relação entre os diferentes níveis de luminosidade e os parâmetros avaliados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Emergência em viveiro

O Índice de Velocidade de Germinação ($F_{(4, 80)} = 0,28, p = 0,88$) e a porcentagem de sementes que emergiram ($F_{(4, 80)} = 0,01, p = 0,99$) não variaram de forma significativa entre os níveis de sombreamento (Figura 1). As sementes de *Magonia pubescens* iniciaram a emergência aos 11 dias após a semeadura (DAS), sendo registrado pico de emergência aos 13 DAS em todos os níveis de sombreamento. A emergência foi prolongada até 43 DAS para os sombreamentos de 50 e 90%.

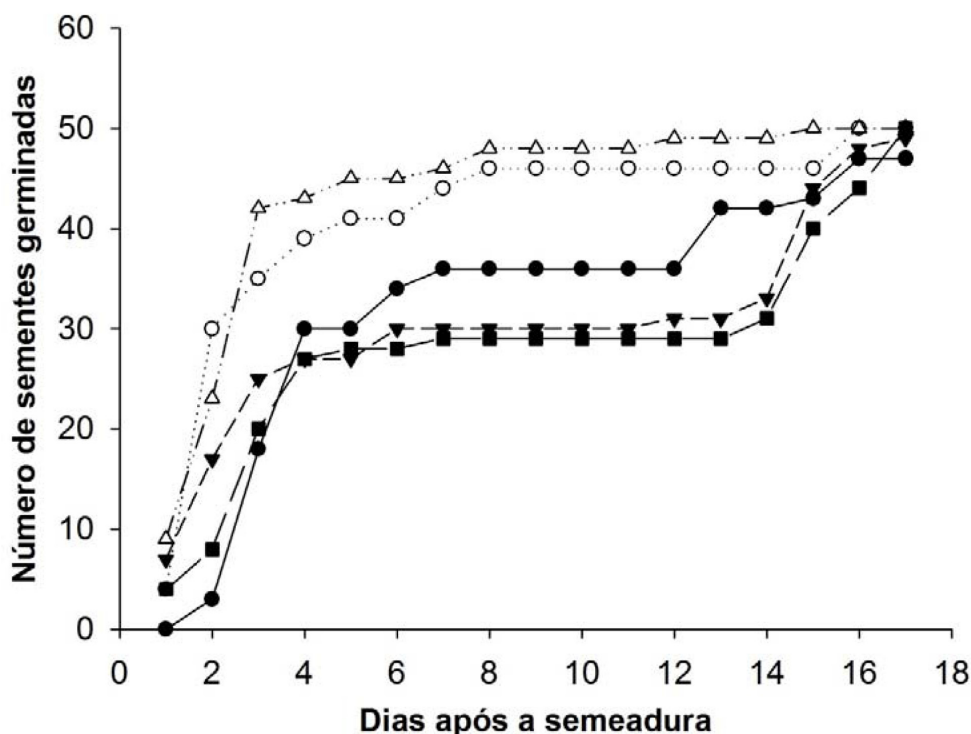


Figura 1. Efeitos dos diferentes níveis de sombreamento na emergência de sementes de *Magonia pubescens* em viveiro florestal, Nova Xavantina-MT. —●— = pleno sol, —○— = 30% de sombreamento, —▼— = 50% de sombreamento, —△— = 70% de sombreamento e —■— = 90% de sombreamento.

Figure 1. Effects of different shading levels in *Magonia pubescens* seed emergency in forest nursery, Nova Xavantina-MT. —●— = full sun, —○— = 30% shading, —▼— = 50% shading, —△— = 70% shading and —■— = 90% shading.

As sementes de *Magonia pubescens* apresentaram emergência alta em todos os sombreamentos avaliados, padrão já descrito por Lorenzi (2008). A germinação das sementes dessa espécie tem sido estudada por alguns autores (CALDEIRA, 2000; GIOTTO et al., 2009; MACEDO et al., 2009), porém, as respostas em relação as condições ideais de luminosidade são contraditórias. Salgado-Laboriau (1973) verificaram que as sementes de *M. pubescens* germinam somente com a presença de luz, sendo classificadas como fotoblásticas positivas. Por outro lado, Joly et al. (1980) afirmam que suas sementes não sofrem influência da luz, o que corrobora com os resultados do presente estudo, sendo importante salientar que foi feito um teste de emergência das sementes em viveiro e não em laboratório.

Desenvolvimento inicial

As mudas de *Magonia pubescens* submetidas a 90% de sombreamento apresentaram as maiores médias de altura e diferiram dos demais níveis de sombreamento em todas as mensurações, exceto 50% de sombreamento aos 90 DAS (Tabela 1). O diâmetro do coleto das mudas de *M. pubescens* não apresentou um padrão definido em relação ao sombreamento. Aos 90 DAS não foram registradas

diferenças significativas entre os níveis de sombreamento para essa variável (Tabela 1). Aos 150 DAS os sombreamentos entre pleno sol e 50% apresentaram as maiores médias em diâmetro do coleto e aos 210 DAS os sombreamentos entre pleno sol e 70% apresentaram as maiores médias, diferiram do sombreamento a 90%. Aos 240 e 270 DAS as maiores médias foram registradas a 70%, diferindo dos demais sombreamentos, à exceção do pleno sol, na última mensuração (Tabela 1). Maior média no número de folhas foi observada a 90% de sombreamento aos 150 e 240 DAS, com diferença significativa em relação ao pleno sol e 30%. O número de folhas apresentou um aumento significativo aos 150 DAS conforme aumentou o sombreamento (Figura 2). Nas demais mensurações, não houve diferença entre os sombreamentos para este parâmetro (Tabela 1).

Tabela 1. Efeito dos níveis de sombreamento na altura (cm), diâmetro do coleto (mm) e número de folhas aos 90, 150, 210, 240 e 270 dias após semeadura (DAS) de *Magonia pubescens* em viveiro florestal, Nova Xavantina-MT.

Table 1. Effect of different shading levels in height (cm), stem diameter (mm) and number of leaves at 90, 150, 210, 240 and 270 days after shading (DAS) of *Magonia pubescens* in forest nursery, Nova Xavantina-MT.

DAS	Sombreamento	Altura (cm)	Diâmetro do coleto (mm)	Número de folhas
90	0%	8,54 c	2,90 a	4,16 a
	30%	9,60 bc	2,87 a	3,73 a
	50%	11,29 ab	2,95 a	3,80 a
	70%	9,20 bc	2,73 a	3,74 a
	90%	12,10 a	2,75 a	3,50 a
		$F_{(4, 238)} = 6,96; p < 0,01$	$F_{(4, 238)} = 2,12; p = 0,07$	$F_{(4, 238)} = 1,97; p = 0,09$
150	0%	8,97cd	3,42 ab	3,54 b
	30%	8,90 d	3,59 a	3,69 ab
	50%	10,91 b	3,50 ab	3,79 ab
	70%	10,58 bc	3,01b	4,22 ab
	90%	14,98 a	3,16 a	4,36 a
		$F_{(4, 232)} = 27,92; p < 0,01$	$F_{(4, 232)} = 6,57; p < 0,01$	$F_{(4, 232)} = 3,12; p < 0,01$
210	0%	11,29c	3,81ab	3,93a
	30%	10,09 c	3,49 ab	3,85 a
	50%	13,76 b	3,49 ab	3,69 a
	70%	11,70 bc	3,85 a	4,04 a
	90%	16,21 a	3,37 b	4,30 a
		$F_{(4, 230)} = 19,51; p < 0,01$	$F_{(4, 230)} = 3,58; p < 0,01$	$F_{(4, 230)} = 0,99; p = 0,41$
240	0%	9,82 c	3,70 b	3,77 ab
	30%	9,91 c	3,15 c	3,02 b
	50%	12,26 b	3,60 b	3,31 ab
	70%	11,78 b	4,25 a	3,52 ab
	90%	14,77 a	3,63 b	3,82 a
		$F_{(4, 229)} = 16,69; p < 0,01$	$F_{(4, 229)} = 12,21; p < 0,01$	$F_{(4, 229)} = 2,66; p < 0,03$
270	0%	11,55 bc	4,01 ab	3,50 a
	30%	11,00 c	3,77 b	2,87 a
	50%	13,66 b	3,86 b	3,15 a
	70%	12,50 bc	4,28 a	2,94 a
	90%	16,02 a	3,23 c	3,00 a
		$F_{(4, 226)} = 13,44; p < 0,01$	$F_{(4, 226)} = 13,15; p = 0,01$	$F_{(4, 226)} = 1,25; p = 0,28$

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente.

Maior valor médio de altura para as plântulas encontradas a 90% de sombreamento não era esperado para *M. pubescens* uma vez que, segundo Silva Jr. (2005) e Lorenzi (2008), essa é uma espécie pioneira, e por isso deveria se desenvolver melhor em condições de menor sombreamento. Resultados semelhantes foram observados por Felfili et al. (1999) para *Tachigali vulgaris* (carvoeiro, também pioneira). O crescimento em altura na fase de plântula, em ambientes com menor luminosidade, é normalmente mais intenso, por estas apresentarem mecanismos adaptativos para promover um crescimento mais rápido em ambientes com menor luminosidade (MORAES NETO et al., 2000), o que pode explicar o maior crescimento em altura sob 90% de sombreamento no presente estudo.

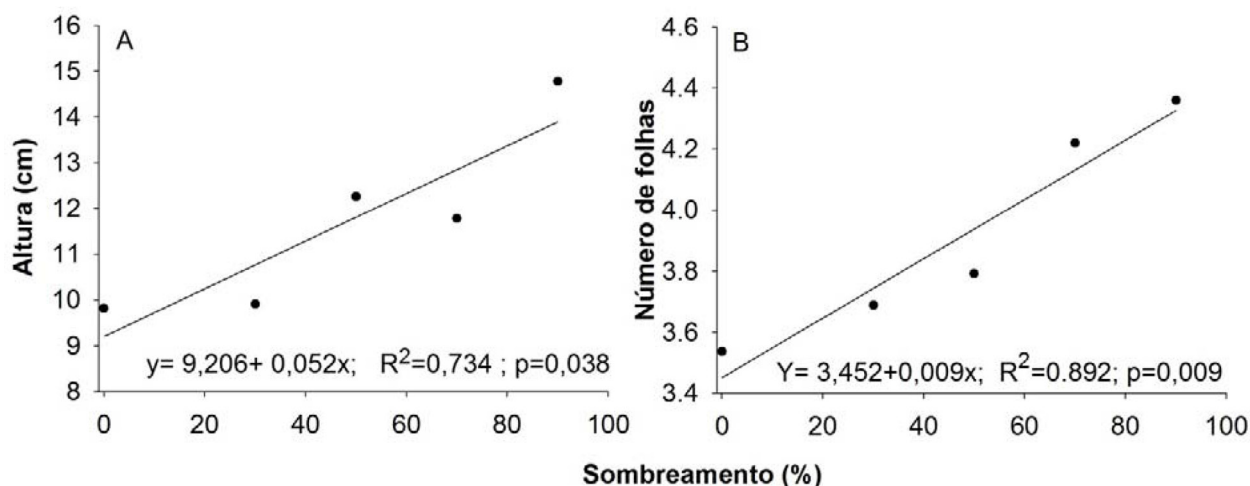


Figura 2. Efeitos dos diferentes níveis de sombreamento sob a altura (cm) aos 240 DAS e número de folhas aos 150 DAS em mudas de *Magonia pubescens* no viveiro florestal, Nova Xavantina-MT.

Figure 2. Effects of different shading levels under height (cm) at 240 DAS and number of leaves in *Magonia pubescens* seedlings in the forest nursery, Nova Xavantina-MT.

Apesar da maior altura média ter sido registrada sob 90% de sombreamento, as plântulas de *Magonia pubescens* apresentaram menor diâmetro nessas condições. Assim, plantas submetidas a 90% de sombreamento podem estar sendo afetadas pelo efeito do estiolamento e menor capacidade em converter energia luminosa em biomassa (SILVA et al., 2007). Por outro lado, tal como observado pelos referidos autores, maiores diâmetros nos sombreamentos entre pleno sol e 70% podem estar relacionados com maior potencial fotossintético das plântulas para realizar os processos metabólicos e promover maior crescimento em diâmetro.

A ausência de diferença significativa no número de folhas nos níveis de sombreamento e em todo o período de estudo, já foi observada em outros estudos com plantas de mata de galeria e floresta estacional (SOUSA-SILVA et al., 1999; FONSECA et al., 2002; RAMOS et al., 2004). Neste caso, a homogeneidade no número de folhas indica que plântulas de *Magonia pubescens* apresentam adaptação ecológica diante das diferentes condições estabelecidas (CAMPOS; UCHIDA, 2002). Outros estudos encontraram maior número de folhas a 50% de sombreamento (SALGADO et al., 1998; LIMA JR. et al., 2006;) para *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. e *Cupania vernalis* Camb. respectivamente ou a pleno sol (MAZZEI et al., 1999) para plântulas de *Z. rhoifolium*, *C. vernalis* e *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee & Lang, respectivamente. Segundo Venturi e Paulilo (1998), o número de folhas serve como um bom indicador do vigor das mudas, pois as plantas que apresentam maior número de folhas podem estar sendo favorecidas em processos metabólicos importantes, como produção de fotoassimilados, alocação de nutrientes e eficiência de uso da água.

Biomassa e indicadores de qualidade das mudas (IQD)

Maiores médias de MSR, MST e R/PA foram encontradas a 70% de sombreamento e a MSPA não variou entre os níveis de sombreamento. Em geral, as mudas submetidas a 90% de sombreamento apresentaram as menores médias para os parâmetros avaliados (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito dos níveis de sombreamento sobre a massa seca da raiz (MSR), parte aérea (MSPA), total (MST) e relação raiz/parte aérea (R/PA) de *Magonia pubescens* em viveiro florestal, Nova Xavantina-MT. Somb.= sombreamento.

Table 2. Effect of different shading levels in root dry mass, shoot, total and root/shoot relation of *Magonia pubescens* in forest nursery, Nova Xavantina-MT. Somb.= shading.

Somb.	MSR	MSPA	MST	R/PA
0%	5,12 ab	2,17 a	7,29 ab	2,54 ab
30%	5,82 ab	2,45 a	8,28 ab	2,55 ab
50%	7,18 ab	2,72 a	9,91 ab	2,68 ab
70%	8,91 a	2,67 a	11,58 a	3,63 a
90%	4,55 b	1,90 a	6,45 b	2,33 b
	$F_{(4,45)}=3,32; p=0,01$	$F_{(4,45)}=0,85; p=0,49$	$F_{(4,45)}=2,61; p=0,04$	$F_{(4,45)}=2,72; p=0,04$

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente.

Os resultados referentes aos indicadores de qualidade de mudas e o próprio IQD, mostraram que *Magonia pubescens* sofreu significativa influência dos níveis de sombreamento (Tabela 3). De maneira geral, as plântulas se desenvolveram melhor entre pleno sol e 70% de sombreamento e as relações entre A/D e A/MSPA apresentaram maiores médias a 90% de sombreamento, diferindo significativamente dos demais. Por outro lado, a relação MSPA/MSR não apresentou diferenças entre os sombreamentos (Tabela 3).

Tabela 3. Efeito dos níveis de sombreamento nas relações altura/diâmetro do coleto (A/D), altura/massa seca parte aérea (A/MSPA), massa seca parte aérea/massa seca da raiz (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de *Magonia pubescens* em viveiro florestal, Nova Xavantina-MT. Somb.= sombreamento.

Table 3. Effect of different shading levels in relation between height/stem diameter (H/SD), height/shoot dry mass (H/SDM) shoot dry mass/root dry mass (SDM/RDM) and Dickson quality index (DQI) of *Magonia pubescens* in forest nursery, Nova Xavantina-MT. Somb.= shading.

Somb.	A/D	A/MSPA	MSPA/MSR	IQD
0%	2,87 c	6,46 b	0,44 a	0,77 ab
30%	2,95 c	5,59 b	0,45 a	0,85 ab
50%	3,50 b	5,72 b	0,38 a	0,79 ab
70%	2,93 c	5,45 b	0,30 a	0,92 a
90%	5,05 a	10,09 a	0,64 a	0,45 b
	$F_{(4,45)}=40,33; p<0,01$	$F_{(4,45)}=4,11; p<0,01$	$F_{(4,45)}=2,24; p=0,07$	$F_{(4,45)}=3,12; p<0,02$

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si.

O bom desempenho das mudas de *Magonia pubescens* sob diferentes níveis de sombreamento (pleno sol a 70%) em relação aos parâmetros R/PA, A/D, A/MSPA, MSPA/MSR e IQD, demonstra que esta espécie apresenta elevada plasticidade em relação à variação na incidência luminosa e pouca sensibilidade de resposta à luz ambiente. Neste caso, a produção de mudas dessa espécie pode ser realizada em diferentes condições de sombreamento sem comprometimento da qualidade.

A melhor relação R/PA e maior MSR entre pleno sol e 70% reforçam a boa adaptação de crescimento das plântulas nestas condições de sombreamento. Segundo Claussen (1996), indivíduos com sistemas radiculares mais desenvolvidos apresentam maior capacidade de aclimação do que aqueles com sistemas radiculares menores. Dessa maneira, a maior biomassa radicular pode garantir à espécie maior sobrevivência sob condições de déficits hídricos sazonais (MARIMON et al., 2008). Esse resultado também foi reforçado pelo IQD, um dos melhores indicadores para a qualidade de mudas (FONSECA et al., 2002).

A ausência de diferenças significativas entre os sombreamentos para a MSPA pode estar relacionada com a ausência de diferenças no número de folhas. Segundo RR Silva et al. (2007) e Scalon et al. (2001), a maior superfície foliar aumenta a capacidade fotossintetizante e, conseqüentemente, retransloca maiores quantidades de energia para o crescimento em altura, diâmetro do coleto e formação de massa seca nas plantas em desenvolvimento.

Concentração e eficiência do uso interno de nutrientes (EUIN)

O nutriente que apresentou maior concentração no tecido foliar das plântulas de *Magonia pubescens* foi Ca, seguido de N em todos os sombreamentos avaliados (Tabela 4). Contudo, a concentração de nutrientes variou entre os sombreamentos. As maiores concentrações de P e S foram verificadas em pleno sol. Já para N, Ca e Mg os melhores resultados foram nos níveis 30, 70 e 90% de sombreamento, respectivamente. O enxofre e o potássio não apresentaram diferenças significativas de concentração no tecido foliar entre os sombreamentos. Em relação a Eficiência do Uso Interno de Nutrientes (EUIN), não foram registradas diferenças significativas em relação aos níveis de sombreamento para todos os nutrientes avaliados (Tabela 4). O enxofre apresentou um aumento significativo na EUIN conforme aumentou o nível de sombreamento (Figura 3).

Os maiores valores de Ca registrados nas folhas da espécie estudada estão possivelmente relacionados à alta taxa de transpiração das plantas, pois este elemento é transportado unidirecionalmente pelo xilema, via corrente transpiratória, das raízes até a parte aérea da planta (MENGEL; KIRKBY, 1982). O nitrogênio, segundo elemento de maior concentração em *M. pubescens*, participa da formação de aminoácidos, proteínas e na composição da molécula da clorofila. Além disso, é um dos principais nutrientes exigidos pelas plantas (GLIESSMAN, 2005). Os nutrientes Mg, P e S

são de extrema importância para o desenvolvimento e nutrição das plantas (MALAVOLTA, 1989). Entretanto, a baixa concentração de Mg, P e S indica que os elementos não são um fator limitante para o crescimento desta espécie.

Tabela 4. Efeito dos diferentes níveis de sombreamento na média da concentração de nutrientes foliar e Eficiência do Uso Interno de Nutrientes (EUIN) de *Magonia pubescens* em viveiro florestal, Nova Xavantina-MT. Somb.= tratamento.

Table 4. Effect of different shading levels in mean foliar nutrients concentration and the efficiency of internal use of nutrients (EIUN) at 270 DAS of *Magonia pubescens* in forest nursery, Nova Xavantina-MT. Somb.= shading.

Somb.	Nutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
0%	9,87 ab	6,88 a	5,75 a	21,73 ab	3,34 ab	2,21 abc
30%	11,19 a	4,86 b	5,04 a	23,86 a	3,99 a	2,46 a
50%	9,52 b	6,35 ab	4,94 a	25,33 a	3,39 ab	2,31 ab
70%	9,99 ab	6,64 ab	5,73 a	23,85 a	3,85 a	1,81 bc
90%	10,70 ab	5,57 ab	6,0 a	15,87 b	2,53 b	1,67 c
	$F_{(4,45)}=3,36,$ $p=0,01$	$F_{(4,45)}=3,49,$ $p=0,01$	$F_{(4,45)}=0,95,$ $p=0,06$	$F_{(4,45)}=6,14,$ $p<0,01$	$F_{(4,45)}=6,51,$ $p<0,01$	$F_{(4,45)}=4,48,$ $p=0,01$
0%	218,30 a	332,23 a	397,37 a	101,68 a	653,79 a	991,61 a
30%	159,15 a	311,61 a	364,20 a	161,62 a	781,39 a	1071,58 a
50%	292,16 a	436,88 a	611,18 a	106,98 a	799,77 a	1186,46 a
70%	267,18 a	402,54 a	488,48 a	113,07 a	693,78 a	1568,01 a
90%	184,58 a	450,15 a	387,15 a	162,49 a	1014,65 a	1485,23 a
	$F_{(4,45)}=1,10,$ $p=0,36$	$F_{(4,45)}=0,89,$ $p=0,47$	$F_{(4,45)}=1,16,$ $p=0,33$	$F_{(4,45)}=0,45;$ $p=0,76$	$F_{(4,45)}=0,60,$ $p=0,65$	$F_{(4,45)}=1,14,$ $p=0,34$

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si.

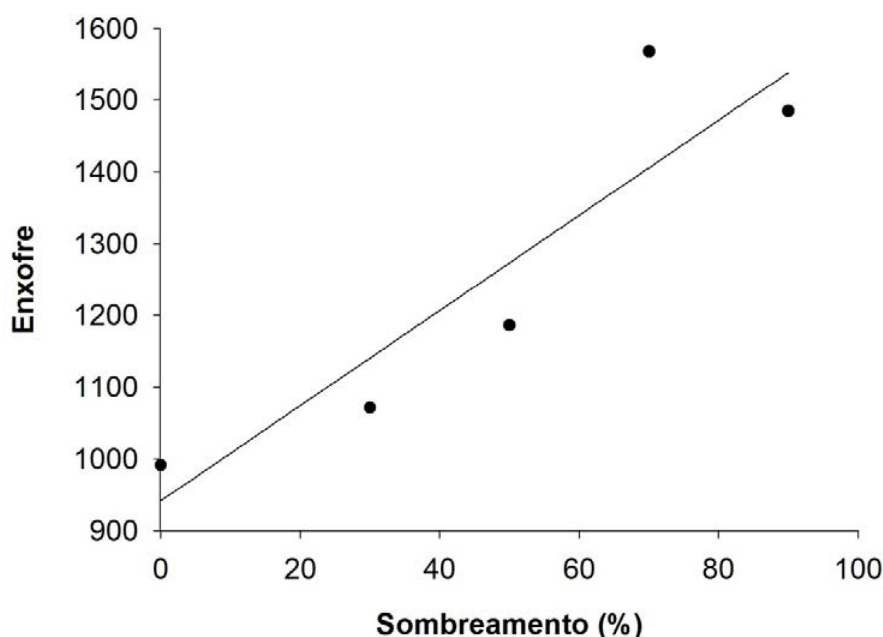


Figura 3. Relação entre a eficiência interna de uso dos nutrientes do enxofre e a porcentagem de sombreamentos em mudas de *Magonia pubescens* no viveiro florestal, Nova Xavantina-MT.

Figure 3. Relationship between the Efficient internal use of nutrients (EIUN) of sulfur use and the percentage of shading in *Magonia pubescens* seedlings in the forest nursery, Nova Xavantina-MT.

A EUIN em plântulas de *Magonia pubescens* não apresentou diferença significativa entre os níveis de sombreamento, indicando grande plasticidade ambiental e elevada capacidade fisiológica no uso de nutrientes em relação à variação na luminosidade. O maior crescimento das plântulas de *Dilodendron bipinnatum* Radkl em sombreamentos intermediários (50 e 70%) foi atribuído à maior eficiência no uso interno dos nutrientes nessas condições (REIS et al., 2015). Alguns fatores intrínsecos da espécie podem influenciar na EUIN pelas plântulas, como a variação genotípica e a interação entre o genótipo e o ambiente, prejudicando o equilíbrio nutricional e as relações hídricas (SANTANA et al., 2002). Contudo, este fato parece não ocorrer com *M. pubescens*. Neste caso, a ma-

nutrição da mesma EUIN sob diferentes níveis de luminosidade pode indicar que a espécie pode se estabelecer, sem dificuldades, em ambientes com diferentes condições de entrada de luz, ou seja, sob dossel fechado ou clareiras intermediárias.

CONCLUSÕES

Nossos achados demonstram que *Magonia pubescens* apresenta elevada plasticidade ecológica em relação a luminosidade, uma vez que não houve diferença significativa na emergência de sementes em viveiro nos diferentes níveis de luminosidade. Além disso, as mudas não apresentaram um padrão de crescimento e de eficiência no uso dos nutrientes em um sombreamento específico. Assim, a produção de mudas dessa espécie, devido sua elevada plasticidade, pode ser obtida sob os diferentes níveis de luminosidade. Porém, sugerimos que a produção de mudas em ambientes muito sombreados, como no caso de 90%, deve ser evitada devido a baixa produção de MSPA e discrepância em relações alométricas (e.g. A/D), pois mudas estioladas possuem maior probabilidade de sofrer danos após transplante em campo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro do presente estudo, à empresa Agro São Gabriel Ltda. pelo financiamento do sistema de irrigação e a toda a equipe do Laboratório de Ecologia Vegetal pelo auxílio na coleta de dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRANDÃO, M.; LACA-BUENDIA, J. P.; MACEDO, J. F. *Árvores nativas e exóticas do Estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002. 528 p.
- CALDEIRA, S. F.; TOKASHIKI, S. C. Efeito de beneficiamento e armazenamento na germinação de sementes de *Magonia pubescens* A.St.-Hil. *Revista Agricultura Tropical*, Cuiabá, v. 4, n. 1, p. 58-68, 2000.
- CAMPOS, M. A. A.; 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.
- CLAUSSEN, J. W. Acclimation abilities of three tropical rainforest seedlings to an increase in light intensity. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam v. 80, n. 1-3, p. 245-255, 1996.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forest Chronicles*, Ontário, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.
- DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A. A.; SANTOS, M. O.; ARANTES, L. O. Influência de diferentes condições de sombreamento sobre o crescimento de *Tapirira guianensis* Alb. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 477-479, 2007.
- 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.
- FELFILI, J. M. Diversity, structure and dynamics of a gallery forest in central Brazil. *Vegetatio*, Bélgica, v. 117, n. 1, p. 1-15, 1995.
- FELFILI, J. M. Dynamics of the natural regeneration in the Gama gallery forest in central Brasil. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 91, n. 2-3, p. 235-245, 1997.

FELFILI, J. M.; HILGBERT, L. F.; FRANCO, A. C.; SOUSA-SILVA, J. C.; RESENDE, A. V.; NOGUEIRA, M. V. P. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 297-301, 1999.

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.

GIOTTO, A. C.; MIRANDA, F. S.; MUNHOZ, B. R. C. Aspectos da germinação e crescimento de mudas de *Magonia pubescens* A. ST. HIL. **Cerne**, Lavras, v. 15, n. 1, p. 49-57, 2009.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: UFRGS, 2005. 653 p.

HAMMER, ØY.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Past: paleontological statistics software package for Education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, México, v. 4, n. 1, p. 1-8, 2001.

JOLY, C. A.; FELIPPE, G. M.; DIETRICH, S. M. C.; CAMPOSTAKAKI, G. M. Physiology of germination and seed gel analysis in two populations of *Magonia pubescens* St. Hil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 3, p. 1-9, 1980.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

LIMA JR., E. 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.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 2008. 368 p.

MACEDO, M. C.; SCALON, S. P. Q.; SARI, A. P.; SCALON-FILHO, H.; ROSA, Y. B. C. J.; ROBAINA, A. D. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Magonia pubescens* ST. Hil (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 202-211, 2009.

MAGUIRE, J. A. Speed of germination: ais in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 31, p. 176-177, 1962.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 5.ed. São Paulo: Ceres, 1989, 294 p.

MARIMON, B. S.; FELFILI, J. M.; MARIMON JR., B. H.; FRANCO, A. C.; FAGG, C. W. Desenvolvimento inicial e partição de biomassa de *Brosimum rubescens* Taub. (Moraceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 941-953, 2008.

MAZZEI, L. J.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; FRANCO, A. C. Crescimento de plântulas de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee & Lang. Em viveiro. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Henringer**, Brasília, v. 4, p. 21-29, 1999.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JR., M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E. Flora Vascular do Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA, 2008. p. 289-556.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 3.ed. Bern: Potash Institute, 1982. 655 p.

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.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, New York, n. 403, p. 853-858, 2000.

RAMOS, K. M. O.; FELFILI, J. M.; FAGG, C. W.; SOUSA-SILVA, J. C.; FRANCO, A. C. Desenvolvimento inicial e repartição de biomassa de *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith, em diferentes condições de sombreamento. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 351-358, 2004.

REIS, S. M.; MORANDI, P. S.; OLIVEIRA, B.; OLIVEIRA, E. A.; XAVIER-VALADÃO, M. B.; MARIMON, B. S.; MARIMON JR., B. H. Influência do sombreamento no desenvolvimento inicial e eficiência no uso de nutrientes de *Dilodendron bipinnatum* Radkl (Sapindaceae). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 107, p. 581-590, 2015.

SALGADO, M. A. S.; REZENDE, A. V.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M.; FRANCO, A. C. Crescimento inicial de *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. em diferentes condições de sombreamento. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v. 3, p. 37-45, 1998.

SALGADO-LABORIAU, M. L. S. A semente de *Magonia pubescens* St. Hil.- morfologia e germinação. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 3, p. 1-537, 1973.

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**, Holanda, v. 166, n. 1-4, p. 113-124, 2010.

SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Eficiência de utilização de nutrientes e sustentabilidade da produção em procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em sítios florestais do estado de São Paulo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 447-457, 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, R.; RIGONI, M. R.; VERALDO, F. Germinação e crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob condições de sombreamento. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 136-140, 2001.

SILVA, C. E. M.; GONÇALVES, J. F. C.; FELDPAUSCH, T. R.; LUIZÃO, F. J.; MORAIS, R. R.; RIBEIRO, G. O. Eficiência no uso dos nutrientes por espécies pioneiras crescidas em pastagens degradadas na Amazônia central. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 36, n. 4, p. 503-512, 2006.

SILVA, F. A. M.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A. Caracterização Climática do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. P. (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina: Embrapa. 2008. p. 69-88.

SILVA, F. C. (Org.) **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA Solos, 1999. 370 p.

SILVA, H. H. G.; SILVA, I. G.; SANTOS, R. M. G.; RODRIGUES FILHO, E.; ELIAS, C. N. Larvicidal activity of tannins isolated of *Magonia pubescens* St. Hil. (Sapindaceae) against *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 37, n. 5, p. 396-399, 2004a.

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.) Schum. sob influência de sombreamento. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 7, n. 3, p. 365-370, 2007.

SILVA JR., M. C. **100 Árvores do Cerrado**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2005. 278 p.

SOUSA-SILVA, J. C.; SALGADO, M. A. S.; FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; FRANCO, A. C. Desenvolvimento inicial de *Cabralea canjerana* Saldanha em diferentes condições de luz. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v. 4, p. 80-89, 1999.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 1998. 820 p. (Verificar Ano – Citação está como 1998)

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.

VENTURI, S.; PAULILO, M. T. S. Esgotamento das reservas na semente de *Euterpe edulis* Mart. e efeito da nutrição mineral nas plântulas. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v. 12, n. 3, p. 215-220, 1998.

VITOUSEK, P. M.; SANFORD JR., R. L. Nutrient cycling in moist tropical forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, New York, v. 17, p. 137-167, 1986.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. New Jersey: Pearson, Upper Saddle River, 2010. 944 p.

Recebido em 18/04/2015

Aceito para publicação em 03/05/2016