

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE**

**CLEVERSON AGUEIRO DE CARVALHO**

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE ORELHINHA-DE-MACACO (*ENTEROLOBIUM  
SCHOMBURGKII* BENTH.) SOB DIFERENTES SUBSTRATOS E NÍVEIS DE  
LUMINOSIDADE**

**RIO BRANCO  
ACRE – BRASIL  
MARÇO DE 2019**

CLEVERSON AGUEIRO DE CARVALHO

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE ORELHINHA-DE-MACACO  
(*ENTEROLOBIUM SCHOMBURGKII* BENTH.) SOB DIFERENTES  
SUBSTRATOS E NÍVEIS DE LUMINOSIDADE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Acre, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de Mestre em Ciência Florestal.

RIO BRANCO  
ACRE – BRASIL  
MARÇO 2019

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

---

- C331P Carvalho, Cleverson Agueiro de, 1992 -  
Produção de mudas de orelhinha – de - macaco (*Enterolobium schomburgkii* Benth.) sob diferentes substratos e níveis de luminosidade / Cleverson Agueiro de Carvalho; orientador: Dr. Nei Sebastião Braga Gomes e Co-orientadora: Andreza Pereira Mendonça. – 2019.  
13 f.: il. ; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós – Graduação em Ciência Florestal, Mestre em Ciência Florestal, Rio Branco, 2019.  
Inclui referências bibliográficas.
1. Sombreamento. 2. Resíduo agroflorestal. 3. Leguminosa. I. Gomes, Nei Sebastião Braga (orientador). II. Mendonça, Andreza Pereira (Co-orientadora). III. Título.

CDD: 634

---



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Centro de Ciências Biológicas e da Natureza  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal

ATA DE SESSÃO DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO  
MESTRANDO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
CIÊNCIA FLORESTAL, CLEVERSON AGUEIRO DE  
CARVALHO, REALIZADA NO DIA VINTE E NOVE DE  
MARÇO DE 2019.

Às nove horas do dia vinte e nove do mês de março do ano de 2019, na sala de videoconferência do Bloco dos Mestrados, da Universidade Federal do Acre, realizou-se a Defesa de Dissertação intitulada: "**Produção de mudas de orelhinha de macaco (*Enterolobium schomburgkii* Benth.) sob diferentes substratos e níveis de luminosidade**", de autoria do mestrando: **Cleverson Agueiro de Carvalho**, discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, em nível de Mestrado (UFAC). Na ocasião, a Comissão Examinadora esteve constituída pelos membros: **Dr. Nei S. Braga Gomes (CCBN/UFAC)**, **Dra. Andreza Pereira Mendonça (IFRO)**, **Dr. Felipe Coelho de Souza (CCBN/UFAC)**, **Dr. Josué Bispo da Silva (UFMS)**. Após a exposição oral, houve arguição pelos examinadores e ao final da arguição, reaberta a sessão pública, o discente foi considerado APROVADO pela Comissão Examinadora. E para constar, foi lavrada a presente ata, que será assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Dr. Nei S. Braga Gomes  
(CCBN/UFAC)

Dra. Andreza Pereira Mendonça  
(Membro externo/ IFRO)

Dr. Felipe Coelho de Souza  
(CCBN/UFAC)

À minha mãe, Ana Célia Agueiro de Carvalho  
Ao meu pai, Clodoaldo Rodrigues de Carvalho

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

Ao Eterno Deus Pai, Filho e Espírito Santo. Toda Glória a ti Deus todo Poderoso, Criador do Céu, Terra e tudo que há.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos do curso de Mestrado. Ao Programa Ciência Florestal, professores (Thiago, Ary, Nei, Sabina, Foster, Márcio, Symone) e a Adriana.

Aos meus orientadores Andreza e Nei que dedicaram seu tempo para me ensinar, sanar dúvidas e auxiliar nas atividades desenvolvidas. Obrigado pelas correções, e pelas conversas sobre o tema, foram fundamentais para que eu desenvolvesse a pesquisa.

À família, minha base e meu sustento, é composta pelos meus pais Clodoaldo Rodrigues de Carvalho e Ana Célia Agueiro, a quem busquei em todo tempo honrar com as minhas palavras e atitudes e que em mim confiaram para enviar a outro Estado. Meu irmão, Lucas Carvalho, que me acompanhou por algum tempo na rotina de estudos no Acre, continue firme e forte nos seus estudos. A minha noiva, Ju, com paciência aguentou as semanas de provas e trabalhos. Com amor temos tolerado a saudade que é imensa, na certeza das realizações do planejamento de vida que fizemos. Eu amo vocês e sei que a conquista não é somente minha, mas nossa! Obrigado família e parentes (especialmente os meus avós Geraldo, Cléia, Anacleto e Zélia).

Aos meus companheiros de turma, quero agradecer por terem compartilhado momentos de aprendizado; vocês foram fundamentais na minha formação acadêmica. Desejo a vocês sucesso profissional e que sejam pessoas realizadas. Ana Paula (Dtop), Arnaldo (Arnold), Diogo (Soldado verde e amarelo), Jamila, Jamile, Elaine, José Renato (aaah Negão) e Israel. Vocês foram pessoas com quem mais passei tempo nos últimos anos e por isso fica o meu agradecimento.

E por fim, não fiquem devendo nada a ninguém. A única dívida que vocês devem ter é a de amar uns aos outros. Quem ama os outros está obedecendo à lei (Paulo de Tarso). À todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte da minha formação, meus sinceros e profundos agradecimentos!

*Confie no SENHOR de todo o coração e não se apoie na sua própria inteligência. Lembre-se de Deus em tudo o que fizer, e ele lhe mostrará o caminho certo. Não fique pensando que você é sábio; tema ao SENHOR e não faça nada que seja errado.*

Provérbios de Salomão

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE ORELHINHA-DE-MACACO (*ENTEROLOBIUM  
SCHOMBURGKII* BENTH.) SOB DIFERENTES SUBSTRATOS E NÍVEIS DE  
LUMINOSIDADE**

Cleverson Agueiro de Carvalho, Andreza Pereira Mendonça, Nei Sebastião Braga Gomes,  
Felippe Coelho de Souza, Josué Bispo da Silva

Revista Ciência Florestal, Santa Maria (RS)



# PRODUÇÃO DE MUDAS DE ORELHINHA-DE-MACACO (*ENTEROLOBIUM SCHOMBURGKII* BENTH.) SOB DIFERENTES SUBSTRATOS E NÍVEIS DE LUMINOSIDADE

## PRODUCTION OF MONKEY EARTH LEAVES (*ENTEROLOBIUM SCHOMBURGKII* BENTH.) UNDER DIFFERENT SUBSTRATES AND LEVELS OF LIGHTING

### RESUMO

A espécie *Enterolobium schomburgkii* Benth. pertence à família Fabaceae, sendo conhecida popularmente como orelhinha-de-macaco. Sua madeira possui valor econômico e a espécie tem relação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do sombreamento e diferentes substratos orgânicos na produção de mudas de *Enterolobium schomburgkii*. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 7 x 2 (sete substratos e dois sombreamentos), com 10 repetições por tratamento, e a unidade experimental constituída por uma planta. Os substratos utilizados foram: S1: areia + solo + palha de arroz (1:2:1); S2: areia + solo + palha de café (1:2:1); S3: areia + solo + bagaço de cana (1:2:1); S4: areia + solo + casca de castanha (1:2:1); S5: areia + solo + casca de mandioca (1:2:1); S6: areia + solo (1:2) e S7: substrato comercial. Os tipos de sombreamento foram: à pleno sol (0% de sombreamento) e 50% de sombreamento, obtido com tela de sombrite. As características avaliadas foram altura, diâmetro do coleto, relação altura/diâmetro, comprimento de raiz, massa seca da parte aérea, massa seca de raízes, massa seca total, número de nódulos e índice de qualidade de Dickson. Não houve diferença significativa para o comprimento de raiz entre os diferentes substratos e ambientes. O ambiente sombreado favoreceu a altura, diâmetro do coleto, nodulação e biomassa. A casca de castanha demonstra potencial de desenvolvimento no campo. Mudas de melhor qualidade são produzidas no ambiente 50% de sombra e no substrato areia + solo + casca de mandioca.

**Palavras-chave:** sombreamento; resíduo agroflorestal; nodulação; leguminosa.

### ABSTRACT

The specie *Enterolobium schomburgkii* Benth. belongs to the Fabaceae family, being popularly known as a monkey-eared. Its wood has economic value and the species has a symbiotic relationship with nitrogen fixing bacteria. The objective of this work was to evaluate the shading effect and different organic substrates in the production of *Enterolobium schomburgkii* seedlings. The experimental design was completely randomized in a 7 x 2 factorial scheme (seven substrates and two shading), with 10 replicates per treatment, and the experimental unit consisted of one plant. The substrates used were: S1: sand + soil + rice straw (1: 2: 1); S2: sand + soil + coffee straw (1: 2: 1); S3: sand + soil + sugarcane bagasse (1: 2: 1); S4: sand + soil + chestnut bark (1: 2: 1); S5: sand + soil + cassava peel (1: 2:1); S6: sand + soil (1: 2) and S7: commercial substrate. The types of shading were: full sun (0% shading) and 50% shading, obtained with sombrite screen. The evaluated characteristics were height, collection diameter, height / diameter ratio, root length, dry shoot mass, root dry mass, total dry mass, number of nodules and Dickson quality index. There was no significant difference in root length between different substrates and environments. The shaded environment favored the height, collecting diameter, nodulation and biomass. The substrate with cassava peel favors the development of *Enterolobium schomburgkii* seedlings. However, results observed in the chestnut bark show potential for development in the field, so it is necessary follow-up studies of *Enterolobium schomburgkii* seedlings in the field. Higher quality seedlings are produced in the 50% shade environment and in the substrate sand + soil + cassava peel in the ratio 1: 2: 1.

**Keywords:** shading; agroforestry residue; nodulation; legume.

### INTRODUÇÃO

A espécie *Enterolobium schomburgkii* Benth. pertence à família Fabaceae, sendo conhecida popularmente como fava-de-rosca, fava-orelha-de-macaco, orelha-de-negro, orelha-de-macaco e orelhinha-de-macaco (CYSNEIROS et al., 2018). Sua madeira possui valor econômico, por ter média densidade, retratibilidade e resistência mecânica, sendo recomendada para uso na construção civil e naval, e movelaria (MUÑIZ et al., 2012). Além disso, estudo realizado por Souza (2011), com espécies leguminosas na Amazônia identificou nodulação de bactérias fixadoras de nitrogênio em *E. schomburgkii* Benth..

A produção de mudas é influenciada por fatores como água, luz, temperatura, oxigênio e substrato (MOTA; SCALON; HEINZ, 2012) e a qualidade das mudas é decorrente tanto de características fisiológicas como morfológicas (TRAZZI et al., 2012)

Entre os fatores que influenciam a produção de mudas de espécies florestais, destacam-se os substratos que têm a função de servir de suporte para a muda, favorecer o desenvolvimento do sistema radicular, formar torrão bem agregado, e fornecer nutrientes e umidade (SANTOS; COELHO, 2013). A utilização de materiais renováveis como fonte de nutrientes, além de ser uma importante solução para destinação dos resíduos, pode também ser uma saída efetiva para a redução dos custos com insumos necessários para a produção de mudas florestais (TRAZZI et al., 2013).

A luminosidade controla os processos fisiológicos responsáveis pelo acúmulo de matéria seca, que contribuem para o crescimento das mudas. O estudo de luminosidade é fundamental para a avaliação do potencial dessas espécies em programas de revegetação, pois a disponibilidade de luz constitui um dos fatores críticos para o seu desenvolvimento (DANTAS et al., 2009). A amplitude de respostas das plantas à luminosidade é grande, sobretudo quanto ao crescimento e ao desenvolvimento vegetativo da parte aérea e a sobrevivência das mudas (SANTOS; COELHO, 2013).

Diante da importância da espécie e a necessidade de ampliar o conhecimento acerca da produção de mudas de espécies arbóreas nativas, com a utilização de materiais renováveis a baixo custo, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do sombreamento e diferentes substratos orgânicos na produção de mudas de *E. schomburgkii* Benth..

## MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido no viveiro florestal do Instituto Federal de Rondônia, Campus Ji-Paraná, utilizando diferentes tipos de substratos e dois níveis de sombreamentos, no período de abril a agosto de 2018. O clima local é Equatorial – tropical, e de acordo com os dados meteorológicos da CEPLAC (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira) - Ouro Preto do Oeste/RO (2018), a média da temperatura máxima anual é de 31,2°C e mínima de 21,8°C, sendo junho e julho os meses mais secos e os mais chuvosos, outubro a maio (Tabela 1).

TABELA 1: Dados médios de umidade relativa do ar (URar%), temperatura (°C) e precipitação (mm) registrados Estação Meteorológica da CEPLAC em Ouro Preto do Oeste, Rondônia de abril a agosto em 2018.

TABLE 1: Average data of humidity relative air (URar%), temperature (°C) and precipitation (mm) registered CEPLAC Meteorological Station in Ouro Preto do Oeste, Rondônia from April to August in 2018.

Meses	URar %	T. média	T. mínima	T. máxima	Precipitação Mm
		-----°C-----			
Abril	86,04	25,10	22,61	30,06	178,50
Mai	83,01	24,69	21,62	30,27	64,20
Junho	78,92	22,63	18,91	29,04	0
Julho	63,75	23,39	17,83	32,31	0
Agosto	70,98	24,96	20,55	32,54	53,80

Fonte: Estação Meteorológica da CEPLAC.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 7 x 2 (sete substratos e dois níveis de sombreamentos), com 14 tratamentos e 10 repetições por tratamento, sendo a unidade experimental constituída por uma planta. Os substratos utilizados foram: S1: areia + solo + palha de arroz (1:2:1); S2: areia + solo + palha de café (1:2:1); S3: areia + solo + bagaço de cana (1:2:1); S4: areia + solo + casca de castanha (1:2:1); S5: areia + solo + casca de mandioca (1:2:1); S6: areia + solo (1:2) e S7: substrato comercial. Os níveis de sombreamento foram: à pleno sol (0% de sombreamento) e 50% de sombreamento, obtido com tela de sombrite.

O processo de preparo dos substratos constituiu-se no peneiramento do solo e areia em peneira de 5,00 mm com a quantidade programada para utilização no preparo do substrato e a matéria orgânica foi coletada em áreas circunvizinhas a Ji-Paraná/RO.

As sementes de *E. schomburgkii* Benth. foram coletadas em árvores matrizes na Floresta Estadual do Antimary localizada no centro-leste do Estado do Acre (9° 18' 47.259936" S, 68° 16' 55.342092" W). e após a coleta as sementes foram separadas das vagens com o auxílio de um martelo de borracha no Laboratório de Sementes do IFRO. Foi realizada a quebra de dormência com auxílio de um material cortante, realizando o desponte ao lado oposto ao embrião. A semeadura foi realizada em caixotes de madeira (1,5 x 1,0 x 0,2 m) preenchido com areia lavada e peneirada, foram regados duas vezes ao dia durante o período de 30 dias, cessando a rega de acordo com a umidade da areia.

Após o 30º dia de instalação do experimento realizou a repicagem das plântulas normais com tamanhos uniformes para os sacos plásticos de polietileno de tamanho de 12x18 cm preenchidos com os substratos pré

determinados que permaneceram em ambiente coberto durante 15 dias, neste intervalo, mantiveram-se as regas diárias que foram transferidas para o viveiro a pleno sol e sombreado à 50%, pelo período de 150 dias.

No viveiro, as regas foram controladas diariamente no período da manhã e da tarde por um sistema de irrigação de baixo custo e cada rega consistiu em 15 minutos de microaspersão.

Após 150 dias, as mudas foram retiradas do viveiro e levadas ao laboratório para realização da avaliação biométrica. As análises químicas de solo e alocação de nutrientes na planta foram conduzidas no Departamento de Solos (Centro de Ciências Agrárias) da Universidade Federal de Viçosa, de acordo com a metodologia da EMBRAPA (2009).

Os parâmetros biométricos avaliados foram: altura da Planta (Alt): considerando da superfície do solo do recipiente até gema apical. A medição foi realizada com auxílio de uma régua graduada; diâmetro do colo (DAC): medido a 1 cm acima da superfície do solo do recipiente, com auxílio de um paquímetro digital; altura da planta/diâmetro do colo (Alt/DAC): em cada período foi realizado a relação entre Alt/DAC; comprimento das raízes (CR): A medição foi realizada com auxílio de uma régua graduada, considerando da parte do coleto ao ápice da raiz principal; massa seca de caule (MSC), massa seca das folhas (MSF), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca total (MST): soma da MSF com o MSC e MSR e Matéria Seca Aérea (MSA): soma da MSF e do MSC. Foi realizada a contagem de nódulos por planta.

Na determinação da massa seca, as mudas foram acondicionadas em saco de papel Kraft e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C, até atingir massa constante, determinada com auxílio de uma balança eletrônica semi-analítica (0,01 g). A massa seca total foi obtida por meio da soma das massas secas da raiz, caule e folhas; massa seca aérea/massa seca da raiz (MSA/MSR) e o Índice de qualidade de Dickson, calculado segundo a metodologia de Dickson (1960).

$$IQD = \frac{MST (g)}{\frac{Alt (cm)}{DAC (mm)} + \frac{MSA (g)}{MSR (g)}}$$

Em que: MST: massa Seca Total (g); Alt/DAC: relação da altura pelo diâmetro do colo; e MSA/MSR: relação da massa seca aérea pela massa seca da raiz (g).

O software utilizado foi o Assistat versão 7.7 beta e as médias após análise de variância (ANOVA) comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Existe uma recomendação nutricional ideal para a espécie de *E. schomburgkii*? Certo que exista, entretanto, ela não foi contemplada com o substrato comercial, pois os valores de macro e micronutrientes caracterizados na análise química de solo (Tabela 2) foram os mais altos, entretanto, as mudas de *E. schomburgkii* Benth. morreram antes dos 90 dias de avaliação no viveiro. Fisiologicamente a espécie não correspondeu a valores altos de nutrientes, dispensando a utilização de quantidade elevada de adubos minerais industrializados.

TABELA 2: Análise química dos substratos utilizados das mudas de *Enterolobium schomburgkii* Benth. nos diferentes substratos e níveis de sombreamento.

TABLE 2: Chemical analysis substrates used in *Enterolobium schomburgkii* Benth. seedlings in different substrates and shading level.

Trat	pH	N	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	MO	S	B	Cu	Mn	Fe	Zn
	água	dag/kg	----mg/dm <sup>3</sup> ----			-----cmol/dm <sup>3</sup> -----		dag/kg			-----mg/dm <sup>3</sup> -----			
S1	7,18	0,014	5,63	20	1,51	0,19	0	0,39	4,0	0,305	0,760	54,4	84,51	1,68
S2	7,13	0,053	6,42	23	2,61	0,44	0	1,35	2,1	0,615	0,643	76,4	77,83	3,10
S3	7,41	0,019	6,71	22	1,81	0,15	0	0,52	3,7	0,475	0,945	86,8	148,22	2,35
S4	6,74	0,045	12,15	67	1,67	0,31	0	1,48	2,6	0,485	0,92	86,1	140,05	2,24
S5	7,27	0,068	7,95	30	2,71	0,34	0	1,16	1,4	0,445	0,781	83,7	96,15	3,79
S6	7,84	0,033	6,30	21	2,04	0,12	0	0,26	3,8	0,292	0,762	39,8	103,35	1,84
S7	6,38	0,377	389,85	405	9,11	3,14	0	26,80	3,0	1,791	0,875	104,2	126,85	52,12

O efeito do sombreamento, do substrato e da interação entre esses fatores sobre as variáveis biométricas e biomassa, foi significativo, entretanto para variável comprimento de raiz não foi significativo (Tabela 3). De acordo com as médias de altura, as mudas dos substratos S4 e S5, proporcionaram os melhores resultados (9,42 e 9,29 cm, respectivamente). O substrato S5 também se mostrou superior a pleno sol com valores de 8,3 cm (Tabela

4). Os resultados de altura para o nível de 50% sombra foram superiores à pleno sol, e esse resultado pode estar associado as características ecológicas da espécie, ou seja, a habilidade adaptativa ao ambiente sombreado. As respostas dessa adaptação manifestaram-se no seu tamanho em altura da parte aérea e no ganho de biomassa, indicando um grau de tolerância ao sombreado e favorecendo o desenvolvimento inicial. Alguns autores também constataram resultados que corroboram o comportamento adaptativo do gênero *Enterolobium* à sombra (SOUZA et al., 2013; LIMA; ZANELLA; CASTRO, 2010), embora, Scalon et al. (2008) não recomendam desenvolver mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong à pleno sol.

TABELA 3: Valores de F para desdobramento da interação sombreado x substrato para altura (Alt), diâmetro altura do coleto (DAC), Relação da altura pelo diâmetro do colo (RAD), comprimento de raiz (CR), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), número de nódulos e índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de *Enterolobium schomburgkii* Benth.

TABLE 3: Value of F shading x substrate interaction for height (Alt), collection height diameter (DAC), ALT / DAC, root length (CR), root dry mass (MSR) (MSPA), total dry matter (DMM), number of nodules and Dickson quality index (IQD) of the *Enterolobium schomburgkii* Benth. seedlings.

FV	GL	Valor de F								
		Alt	DAC	RAD	CR	MSR	MSPA	MST	Nº nódulos	IQD
Sombreado (S)	1	76,96**	69,42**	14,15**	0,02ns	76,22**	121,62**	121,00**	53,01**	94,61**
Substrato (Sub)	5	33,40**	38,75**	30,66**	8,05ns	26,45**	38,12**	38,78**	23,61**	35,23**
S x Sub	5	4,59**	7,05**	19,36**	0,33ns	3,46**	5,50**	5,21**	5,94**	27,03**

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<.01)

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01=<p<.05)

ns não significativo (p>=.05)

O substrato S5, para os dois níveis de sombreado, foi o que apresentou maior valor para diâmetro do colo das mudas (Tabela 4). Esse resultado mostra maior robustez nas mudas desenvolvidas, indicando maior acúmulo de fotoassimilados no caule e conseqüentemente melhor aproveitamento na fixação de fotoassimilados, pois a casca de mandioca também foi um substrato que proporcionou maior crescimento do comprimento da parte aérea. Pontes Filho et al. (2018) trabalhando com *Enterolobium contortisilliquum* (Vell.) Morong observou maiores diâmetros com as mudas para o nível de 50% sombra, contribuindo com o resultado em altura, indicando que o gênero *Enterolobium* tem aproveitamento superior em ambiente intermediário de luminosidade.

A relação altura e diâmetro (RAD) sob o sombreado foi maior para as mudas do substrato S3 (Tabela 4), o que indica um relativo estiolamento, crescendo mais em altura do que em diâmetro do colo, pois segundo Cruz; Paiva; Guerrero (2006) a RAD exprime um equilíbrio no crescimento da muda, relacionando duas importantes características morfológicas em um único índice.

TABELA 4: Características das mudas de *Enterolobium schomburgkii* Benth. nos diferentes substratos e sombreados.

TABLE 4: Characteristics of *Enterolobium schomburgkii* Benth. seedlings in different substrates and environments.

Característica	Ambientes	Substratos							CV (%)
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	
ALT (cm)	Pleno sol	6,52 bD	6,89bCD	7,96aAB	7,98bAB	8,30 bA	7,37aBC	*	6,81
	50% symb.	7,68 aB	8,04 aB	8,13 aB	9,42 aA	9,29 aA	7,65 aB	*	
DAC (mm)	Pleno sol	1,50 bB	1,13 bC	1,29 BC	1,77 aA	1,85 bA	1,40 bB	*	11,32
	50% symb.	1,71 aB	1,80 aB	1,35 aC	1,87 aB	2,22 aA	1,67 aB	*	
RAD	Pleno sol	4,35 aC	6,09 aA	6,23 aA	4,61aBC	4,50 aC	5,25 aB	*	10,57
	50% symb.	4,49 aBC	4,49 bB	6,02 aA	5,05 aB	4,20 aC	4,62bBC	*	
CR (cm)	Pleno sol	15,92 ns	15,40 ns	13,94 ns	18,33 ns	21,40ns	16,21 ns	*	22,76
	50% symb.	17,06 ns	15,45 ns	13,48 ns	18,96 ns	19,68 ns	15,92 ns	*	
MSR (g)	Pleno sol	0,04 bBC	0,02 bC	0,01 aC	0,08bAB	0,11 bA	0,02 bC	*	44,87
	50% symb.	0,11 aB	0,12 aB	0,03 aC	0,12 aB	0,18 aA	0,08aBC	*	
MSPA (g)	Pleno sol	0,02 bB	0,02 bB	0,03 aB	0,12 bA	0,16 bA	0,03 bB	*	44,16
	50% symb.	0,15 aBC	0,20 aB	0,06 aD	0,21 aB	0,32 aA	0,09aCD	*	
MST (g)	Pleno sol	0,07 bB	0,04 bB	0,04 aB	0,20 bA	0,28 bA	0,06 bB	*	40,77
	50% symb.	0,27 aBC	0,32 aB	0,09 aD	0,33 aB	0,50 aA	0,17aCD	*	

Característica	Ambientes	Substratos							CV (%)
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	
Nº de nódulos	Pleno sol	4 aA	<1 bB	<1 aB	4 bA	1 bAB	2 aAB	*	68,26
	50% symb.	5 aB	4 aBC	1 aC	13 aA	5 aB	3 aBC	*	
IQD	Pleno sol	0,01 bB	0,01 bB	0,01 aB	0,03 bA	0,04 bA	0,01 bB	*	44,60
	50% symb.	0,04 aBC	0,04 aB	0,01 aD	0,04 aB	0,07 aA	0,02aCD	*	

\*As mudas morreram antes dos 90 dias de avaliação.

Em que: CPA = comprimento parte aérea; DAC = diâmetro altura do coleto; CR = comprimento da raiz; MSR = massa seca da raiz; MSPA = massa seca da parte aérea; MST = massa seca total; IQD = índice de qualidade de Dickson; S1 = solo + areia + palha de arroz (2:1:1); S2 = solo + areia + palha de café (2:1:1); S3 = solo + areia + bagaço de cana (2:1:1); S4 = solo + areia + casca de castanha (2:1:1); S5 = solo + areia + casca de mandioca (2:1:1); S6 = solo + areia (2:1). Letras minúsculas comparam médias entre as linhas (ambientes) e maiúsculas entre as colunas (substratos), pelo teste de Tukey a 5%.

Os valores de massa seca da raiz e massa seca da parte aérea foram maiores para o substrato S5 em condição de sombreamento (Tabela 4). A biomassa seca é uma variável de resposta da planta em relação à absorção de nutrientes no substrato e no funcionamento do sistema fotossintético das folhas. É possível que *E. schomburgkii* Benth. tenha preferência por ambiente sombreado somente na fase inicial de crescimento, como foi verificado para a espécie *Cedrela odorata* L., que é classificada como uma planta heliófila somente em seu estágio adulto (HENRY-TORRIENTE et al., 2010), mas tem preferência por ambiente 50% à sombra na fase inicial de crescimento (ROWEDER, 2011). Estudando uma espécie do gênero *Enterolobium*, Lima; Zanella; Castro (2010) recomendaram desenvolvimento de mudas em ambiente sombreado.

Observando os resultados de altura, diâmetro, e biomassa seca, se percebe uma distinção dos substratos S4 e S5 para os demais tipos de substratos. Esses dados podem ser explicados baseados nos estudos que afirmam que nos solos degradados com baixo teor de nitrogênio a espécie *Enterolobium schomburgkii* Benth. tem habilidade simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio (DE SOUZA 2011), ou seja, caso ocorra uma demanda de nitrogênio pela planta, bactérias nodulíferas se fixam nas raízes fornecendo nitrogênio necessário para o desenvolvimento do vegetal.

O resultado da análise de solo proporcionou valores semelhantes de macro e micronutrientes para os substratos S4 e S5. O nitrogênio está em maior quantidade no substrato com casca de mandioca, pois está se decompõe mais rápido que a casca de castanha, pois a relação carbono e nitrogênio (C/N) da primeira é de 18/1 (DE LIMA LUQUI et al., 2015) e da segunda é de 53/1 (BOUVIE et al., 2016), visto que na sua constituição possui há quantidade considerável de resíduos lignocelulósicos (PETRECHEN; AMBRÓSIO, 2016). Assim, no substrato S5 não existiu a necessidade para o desenvolvimento de nódulos nas raízes, pois a planta dispensou as bactérias, como estratégia de crescimento, porque estas demandam nutrientes para sua sobrevivência, principalmente fósforo, para manutenção das atividades metabólicas. Logo, as mudas no substrato S5 pouparam energia que seria utilizada para manter os nódulos, e destinou a adequada quantidade absorvida de nutrientes apenas para o desenvolvimento vegetal e desse modo, se sobressai em quase todas as variáveis biométricas analisadas e na somatória de nutrientes presentes no solo e planta. De acordo com Silva (2010), a casca de mandioca também apresentou qualidade adequada para uso agrícola e foi recomendada por Ogbo; Odo (2011) como biofertilizante.

No entanto, o substrato com casca de castanha contabilizou o maior valor médio, de nódulos por planta (13 unidades) em sombreamento (Tabela 4). Possivelmente na fase inicial do experimento a casca de castanha forneceu baixos teores de nitrogênio para o solo ao mesmo tempo que a planta demandava mais nitrogênio e como estratégia de crescimento desenvolveu nódulos em suas raízes. Nos dias subsequentes, ocorreu a mineralização lenta da matéria orgânica, assim como os valores de fósforo e potássio foram maiores no substrato S4 ao final dos 150 dias, por consequência da liberação gradual de nutrientes da casca para o substrato. Os autores Leão; Paiva; Lima (2013), recomendaram a utilização da casca de castanha na composição do substrato para mudas de angelim doce, da mesma forma que Santos et al. (2018) relatam boas propriedades físicas na casca de castanha, como micro e macroporos, porosidade total, além, da adequada capacidade de retenção de água. Os autores indicaram, também, a casca triturada como alternativa na composição do substrato para produção de mudas florestais.

Em sombreamento o número de nódulos foram maior em mais de 140% do que à pleno sol (Tabela 2), o fator temperatura possivelmente reduziu a noduliferação no ambiente a pleno sol (O'HARA, 2001). Outros agentes contribuem para a redução de nódulos, como a disponibilidade de macro e micronutrientes, diminuição dos poros de aeração no substrato e substâncias alelopáticas liberadas pelos resíduos orgânicos (O'HARA, 2001; VALADÃO et al., 2017), características que podem ter colaborado para menores valores de nódulos nos demais tratamentos avaliados.

As mudas dos substratos S4 e S5 foram as que mais alocaram nitrogênio nas folhas, resultado que, possivelmente está associado à quantidade de nódulos presentes nas raízes que fornecem N para a muda (O'HARA, 2001)

Os maiores valores de N, K, Ca e Mg na folha estão no ambiente à pleno sol (Tabela 5), pois a luminosidade é responsável por inúmeras variações morfológicas e fisiológicas que podem ser encontradas nas folhas (SOARES, 2012). O aumento da espessura do mesofilo e da cutícula, uma superfície refletora que dificulta a perda de água e o aumento da temperatura foliar, servem de mecanismo de proteção à alta radiação solar (DAY, 1993). Portanto, por estratégia de sobrevivência existe uma demanda maior desses nutrientes para o ambiente à pleno sol.

O teor P nas folhas foi maior no substrato que contém casca de mandioca, entretanto, o maior valor no solo foi observado no substrato S4, resultado que pode ter ocorrido porque o P é elemento essencial para o desenvolvimento dos nódulos (TAVARES; FRANCO; SILVA, 2016), lembrando que existe uma relação simbiótica entre as bactérias e as mudas de *E. schomburgkii* Benth. Desse modo, o consumo de P pelos nódulos presentes nas raízes podem estar associados aos valores intermediários observado nas folhas.

TABELA 5: Alocação de nutrientes nas folhas das mudas de *Enterolobium schomburgkii* Benth. nos diferentes substratos e sombreamento.

TABLE 5: Nutrient allocation in the leaves of the seedlings of *Enterolobium schomburgkii* Benth. seedlings in different substrates and shading level.

Trat.	Ambientes	-----dag/kg-----						-----mg/kg-----					
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
S1	Pleno sol	-	0,085	0,343	1,431	0,145	0,109	4,27	912,2	18,49	78,91	64,87	
	50% symb.	1,39	0,072	0,449	1,806	0,115	0,112	1,91	369,4	13,90	71,31	37,87	
S2	Pleno sol	-	0,156	0,621	1,872	0,273	0,172	2,92	1019,0	28,57	80,58	64,67	
	50% symb.	1,70	0,128	0,492	1,644	0,194	0,159	3,50	464,6	17,37	63,41	59,71	
S3	Pleno sol	-	0,081	0,443	1,966	0,151	0,129	8,02	793,3	33,85	88,47	54,75	
	50% symb.	-	0,051	0,491	1,630	0,139	0,074	5,47	438,9	14,05	65,26	33,19	
S4	Pleno sol	-	0,101	0,634	0,716	0,071	0,124	2,91	248,0	16,43	66,99	51,24	
	50% symb.	1,77	0,119	0,543	0,829	0,113	0,139	2,88	308,5	14,80	72,77	52,31	
S5	Pleno sol	1,85	0,121	0,700	1,663	0,201	0,185	2,97	434,9	17,26	38,81	54,81	
	50% symb.	1,54	0,216	0,654	1,469	0,150	0,148	3,88	660,1	13,42	57,66	48,85	
S6	Pleno sol	-	0,146	0,641	2,161	0,203	0,154	5,00	863,1	31,12	208,80	74,21	
	50% symb.	1,12	0,110	0,541	2,228	0,171	0,145	4,135	873,7	17,60	49,51	55,97	

Constatou-se que a manutenção das plantas sob a alta intensidade luminosa proporcionada pelo tratamento sem sombreamento causou redução de 43% no IQD (Tabela 4). O substrato S5 apresentou o maior valor de IQD em relação aos demais substratos avaliados (Tabela 4). Contudo, tal valor é inferior ao estabelecido como valor mínimo padrão para o IQD em 0,2 nas mudas de coníferas produzidas em recipientes de 50 ou 60 mL, Hunt (1990) observou que as mudas atingiram o referido valor a partir dos 120 dias após a emergência. Embora, neste estudo, o substrato S5 tenha revelado melhor resultado, é possível observar que aos 150 dias as mudas não atingiram o IQD de 0,20. Nesse sentido, Afonso et al. (2012), ao avaliarem o crescimento de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) em diferentes tipos substratos, observaram que aos 180 dias as mudas também não apresentaram um IQD igual ou maior que 0,2. Logo, cabe salientar que o IQD é variável entre genótipos; assim, o IQD ótimo para determinado genótipo pode não ser necessariamente ideal para outros (KRATZ; WENDLING, 2013; GOMES et al., 2002; CALDEIRA et al., 2008). Portanto, quanto maior seu valor, melhor será o padrão de qualidade das mesmas (GOMES; PAIVA, 2012).

## CONCLUSÃO

Recomenda a utilização de 50% de sombreamento para a produção de mudas de *Enterolobium schomburgkii* Benth.

O uso de substratos areia + solo + casca de mandioca é o mais indicado para o desenvolvimento de mudas de *E. schomburgkii* Benth. aos 150 dias no viveiro. Contudo, resultados observados na casca de castanha, demonstram potencial de desenvolvimento no campo, por isso se faz necessário estudos de acompanhamento das mudas *E. schomburgkii* Benth. no campo.

## REFERÊNCIA

AFONSO, M. V., MARTINAZZO, E. G., AUMONDE, T. Z., VILLELA, F. A. Substrate composition, vigor and physiological parameters of timbaúva seedlings *Enterolobium contortisiliquum* (vell.) Morong. **Revista Árvore**, Curitiba, v. 36, n. 6, p. 1019–1026, dez. 2012.

- BOUVIE, L. et al. Caracterização físico-química dos frutos de castanheira do Brasil. **Nativa**, [s.l.], v. 4, n. 2, p. 107–111, abr. 2016.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 027–033, jan. 2008.
- CRUZ, C. A. F. E.; PAIVA, H. N. DE; GUERRERO, C. R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 537–546, ago. 2006.
- CYSNEIROS, V. C. et al. Espécies madeireiras da Amazônia: riqueza, nomes populares e suas peculiaridades. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 38, n. 0, p. 1-14, dez. 2018.
- DANTAS, B. F. et al. Growth rates of catingueira seedlings submitted to different substrates and shading. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 413–423, jun. 2009.
- DAY, T. A. Relating UV-B radiation screening effectiveness of foliage to absorbing-compound concentration and anatomical characteristics in a diverse group of plants. **Oecologia**, Virgínia, v. 95, n. 4, p. 542–550, out. 1993.
- DE LIMA LUQUI, L. et al. Mudas de cultivares de pepineiro em diferentes substratos. **Journal of Neotropical Agriculture**, Cassilândia, v. 02, n. 01, p. 1–9, mar. 2015.
- DICKSON, A. et al. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v.36, n. 1, p.10-13, 1960.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, 2009. 370p.
- GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n.6, p. 655–664, dez. 2002.
- GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. Viveiros florestais: propagação sexuada. Viçosa, 116p., 2012.
- HENRY-TORRIENTE, D. P. P. et al. Estudio de algunas características morfológicas del fuste de *Cedrela odorata* L. en plantaciones intensivas. **Revista Florestal**, Baracoa, v. 29, n. 2, p. 57–65, dez. 2010.
- HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. in: target seedling symposium, meeting of the western forest nursery associations, general technical report rm-200, 1990, roseburg. **Proceedings...** fort collins: United States Departament of agriculture, forest service, 1990.
- KRATZ, D.; WENDLING, I. Produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* em substratos renováveis. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 1, p. 125–136, abr. 2013.
- LEÃO, J. R.; PAIVA, A.; LIMA, J. P. Resíduos agroflorestais utilizados na germinação e desenvolvimento de mudas de angelim-doce. **Biotemas**, [s.l.], v. 26, n. 1, p. 25-35, fev. 2013.
- LIMA, A. L. DA S.; ZANELLA, F.; CASTRO, L. D. M. DE. Crescimento de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Amazonica**, [s.l.], v. 40, n. 1, p. 43–48, mar. 2010.
- MOTA, L. H. DE S.; SCALON, S. DE P. Q.; HEINZ, R. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 423–431, set. 2012.
- MUÑIZ, G. I. B. DE et al. Comparative anatomy of wood and charcoal of *Cedrelinga catenaeformis* Ducke and *Enterolobium schomburgkii* Benth. for identification purposes. **Scientia Forestalis**, [s.l.], v.40, n.94, p. 291–297, jun. 2012.
- OGBO, F. C.; ODO, M. O. Potential of Rice Husk and Cassava Peel as Carriers for Bio-fertilizer Production. **Nigerian Journal of Biotechnology**, [s.l.], v. 23, n. 0, p. 1-4, jan. 2011.
- O'HARA, G. W. Nutritional constraints on root nodule bacteria affecting symbiotic nitrogen fixation: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**,[s.l.], v. 41, n. 3, p. 417, 2001.
- PETRECHEN, G. P.; AMBRÓSIO, J. D. Caracterização de resíduos lignocelulósicos da Castanha do Brasil (*Bertholletia Excelsa*). In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. 7, 2016, Natal. **Anais**. Natal: 22º CBECiMat, p. 1-12, 2016.
- PONTES FILHO, R. A. et al. Seedling growth of tree species under doses of hydrogel and two levels of luminosity. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 42, n. 1, mar. 2018.
- ROWEDER, C. **Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de Cedro (*Cedrella odorata* L. - Meliaceae) e Mogno (*Swietenia macrophylla* King - Meliaceae) em diferentes condições de luminosidade, substratos e recipientes**. 2011. 124 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2011.
- SANTOS, L. W. DOS; COELHO, M. DE F. B. Sombreamento e substratos na produção de mudas de *Erythrina velutina* Willd. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 571–577, dez. 2013.

- SANTOS, J. P. et al. Caracterização física de substratos contendo resíduos de cascas de amêndoas de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.). **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 12, n. 2, p. 07–17, jul. 2018.
- SCALON, S. DE P. Q. et al. Armazenamento, germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 107–112, mar. 2008.
- SILVA, A. L. F., R. **Atributos químicos e biológicos no solo do uso da compostagem da casca de mandioca**. 2010. 98 f. Dissertação (Dissertação em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Acre. Rio Branco, 2010.
- SOARES, M. G. **Plasticidade fenotípica de plantas jovens de *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. Ex DC.) Mattos (Bignoniaceae) em resposta a radiação solar**. 2012. 91 f. Dissertação (Biologia Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2012.
- SOUZA, A. S. et al. Desenvolvimento inicial de plântulas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong) em diferentes níveis de intensidade luminosa. **Informativo ABRATES**, [s.l], v. 23, n. 3, abr. 2013.
- SOUZA, N. M. Levantamento do potencial de aproveitamento das leguminosas no distrito da barreira do Andirá, Barreirinha, am. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.7, n. 12, p. 23–46, mai. 2011.
- TAVARES, S. R. DE L.; FRANCO, A. A.; SILVA, E. M. R. DA. Resposta de sabiá mimosa *Caesalpiniaefolia* Benth. a inoculações com rizóbio e micorriza em diferentes níveis de fósforo em solo de restinga degradado. **HOLOS**, [s.l], v. 4, p. 36, 9 set. 2016.
- TRAZZI, P. A. et al. Qualidade de mudas de *Murraya paniculata* produzidas em diferentes substratos. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 3, p. 621–630, out. 2012.
- TRAZZI, P. A. et al. Substratos de origem orgânica para produção de mudas de teca (*Tectona grandis* Linn. F.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 401–409, ago. 2013.
- VALADÃO, F. C. et al. Teor de macronutrientes e produtividade da soja influenciados pela compactação do solo e adubação fosfatada. **Revista de Ciências Agrárias**, [s.l], v. 40, n. 1, p. 183–195, mar. 2017.