

Parâmetros morfológicos e qualidade nutricional de mudas de *Jacaranda cuspidifolia* mart. Em resposta a luminosidade e diferentes combinações de substratos

O *Jacaranda cuspidifolia* Mart é uma espécie florestal nativa do Brasil, com ampla distribuição geográfica. É classificada heliófita, apícola e pioneira, com potencial para uso em arborização urbana, construção civil e ornamentação, e são poucos os estudos referentes as condições ambientais adequadas para produção de suas mudas. Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do sombreamento e diferentes substratos alternativos na produção de mudas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 6 (dois sombreamentos e seis substratos) com 15 repetições por tratamento, sendo a unidade experimental constituída por uma planta. Os substratos utilizados foram: T1: comercial; T2: areia + solo + casca de castanha (1:2:1); T3: areia + solo + palha de arroz (1:2:1); T4: areia + solo + casca de arroz + palha de café (1:2:1:1); T5: areia + solo + bagaço de cana (1:2:1); T6: areia + solo + casca de arroz (1:2:1). Os tipos de sombreamentos foram: à pleno sol (0% de sombreamento) e 50% de sombreamento, obtido com tela de sombrite. As características avaliadas foram altura, diâmetro do colo, relação altura/diâmetro do colo, comprimento de raiz, massa seca aérea, massa seca de raízes, massa seca total, e Índice de Qualidade de Dickson. Houve interação para praticamente todas as variáveis analisadas, exceto comprimento de raiz e relação entre peso da massa seca área e peso da massa seca raiz. As mudas a 50% de sombreamento no substrato comercial seguido pelo formulado com casca de castanha tiveram os maiores valores em todas os parâmetros biométricos em relação aos demais substratos alternativos a pleno sol. Resultados observados na casca de castanha demonstram potencial de desenvolvimento no campo, por isso se faz necessário estudos de acompanhamento das mudas no campo. Mudas de *J. cuspidifolia* Mart cultivadas a 50% de sombreamento em substrato alternativo formulado com casca de castanha, assim como substrato comercial atendeu aos parâmetros biométricos, morfológicos e nutricionais.

Palavras-chave: Qualidade de mudas; Resíduos agroindustriais; Nutrição.

Morphological parameters and nutritional quality of seedlings of *Jacaranda cuspidifolia* mart. In response to brightness and different substrate combinations

Jacaranda cuspidifolia Mart. is a forest species native to Brazil, with wide geographic distribution. It is classified as heliophyte, apicultural and pioneer, with potential for use in urban afforestation, civil construction and ornamentation, and there are few studies regarding the appropriate environmental conditions for the production of its seedlings. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of shading and different alternative substrates on seedling production. The experimental design was completely randomized in a 2 x 6 factorial scheme (two shading and six substrates) with 15 replications per treatment, and the experimental unit consisted of one plant. The substrates used were: T1: commercial; T2: sand + soil + chestnut shell (1:2:1); T3: sand + soil + rice straw (1:2:1); T4: sand + soil + rice husk + coffee straw (1:2:1:1); T5: sand + soil + sugarcane bagasse (1:2:1); T6: sand + soil + rice husk (1:2:1). The types of shading were: full sun (0% shading) and 50% shading, obtained with a shade screen. The characteristics evaluated were height, stem diameter, stem height/diameter ratio, root length, aerial dry mass, root dry mass, total dry mass, and Dickson's Quality Index. There was interaction for practically all the variables analyzed, except root length and the relationship between weight of dry mass area and weight of root dry mass. The seedlings at 50% shading in the commercial substrate followed by the one formulated with chestnut shell had the highest values in all biometric parameters in relation to the other alternative substrates in full sun. Results observed in the nut shell demonstrate potential for development in the field, so it is necessary to carry out follow-up studies of the seedlings in the field. *J. cuspidifolia* Mart seedlings grown at 50% shading in an alternative substrate formulated with chestnut husk, as well as commercial substrate that met the biometric, morphological and nutritional parameters.


Keywords: Quality of seedlings; Agro-industrial residues; Nutrition.

Topic: Ciências Florestais


Received: 10/10/2022


Approved: 20/10/2022


Reviewed anonymously in the process of blind peer.


Andréia do Rosário Batista 
Universidade Federal de Rondônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3529503093334898>
<http://orcid.org/0000-0001-9889-5794>
andreiarosariobatista@hotmail.com


William Souza Neimog 
Instituto Federal de Rondônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6111600933265087>
<http://orcid.org/0000-0001-5882-2339>
William.neimog@gmail.com

Isabella Ribeiro Barbosa 
Instituto Federal de Rondônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3035849735082014>
<http://orcid.org/0000-0003-4833-1768>
itsbellaribeiro@gmail.com

Maycon Lima da Silva 
Instituto Federal de Rondônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4706482382131247>
<http://orcid.org/0000-0002-8915-2953>
maycon99820542@gmail.com

Andreza Pereira Mendonça 
Instituto Federal de Rondônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4301157551869236>
<http://orcid.org/0000-0001-7252-715X>
mendonca.andreza@gmail.com

Marco Antonio Dorado Borches 
Universidade Autónoma de Beni, Bolívia
<http://lattes.cnpq.br/2858084582637314>
<http://orcid.org/0000-0001-7804-0684>
jotony70@hotmail.com

Suzenir Aguiar da Silva 
Universidade Federal de Rondônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8054728334049508>
<http://orcid.org/0000-0003-4748-3970>
suzi@unir.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.010.0004

Referencing this:

BATISTA, A. R.; NEIMOG, W. S.; BARBOSA, I. R.; SILVA, M. L.; MENDONÇA, A. P.; BORCHES, M. A. D.; SILVA, S. A.. Parâmetros morfológicos e qualidade nutricional de mudas de *Jacaranda cuspidifolia* mart. Em resposta a luminosidade e diferentes combinações de substratos. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.13, n.10, p.26-35, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.010.0004>

INTRODUÇÃO

O *Jacaranda cuspidifolia* Mart é uma espécie florestal nativa do Brasil, que possui ampla distribuição geográfica, com ocorrências em áreas dos biomas Cerrado, Pantanal, região Sudeste, áreas de Mata Atlântica e também inserida no bioma Amazônico (LOHMANN, 2013). É uma planta classificada heliófita, apícola e pioneira, produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis (LORENZI, 2000). O indivíduo na fase adulto pode chegar de 3 a 10 metros de altura, é uma espécie que apresenta potencial para uso em arborização urbana, construção civil e ornamentação por possuir rápido crescimento (LORENZI, 2008). Entretanto, para esta espécie, são poucos os estudos referentes as condições ambientais adequadas para produção de mudas, quando se referem aos tipos de substratos e níveis de luminosidades.

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

Entre os fatores que influenciam a produção de mudas de espécies florestais, destaca-se os substratos que têm a função de servir de suporte para a muda, favorecer o desenvolvimento do sistema radicular, formação de torrão, e reter nutrientes e umidade (SANTOS et al., 2013). A utilização de formulações de substratos como fonte de nutrientes obtidos de resíduos agroindustriais, além de ser uma interessante solução para destinação dos resíduos, pode também ser uma saída efetiva para a redução dos custos com insumos necessários para a condução de mudas florestais em viveiro (TRAZZI et al., 2013).

A produção de mudas de qualidade é condicionada as particularidades de cada substrato utilizado, devido sua influência na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional da planta (CALDEIRA et al., 2012; TRAZZI et al., 2013; SANTOS 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 reflorestamento, 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 et al., 2013).

Nesse sentido, o trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do sombreamento e diferentes combinações de substratos alternativos na produção de mudas de *J. cuspidifolia* Mart.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro no Instituto Federal de Rondônia, Campus Ji-Paraná, localizado na região central do estado de Rondônia. O clima local é Equatorial – Tropical com temperatura média anual de 31,2°C e mínima de 21,8°C, a precipitação média anual é de 2.000 milímetros (mm), sendo junho e julho os meses mais secos e os mais chuvosos, janeiro a maio e outubro a dezembro (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC, 2018).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 6 (dois sombreamentos e seis substratos), com 15 repetições, sendo cada muda uma unidade amostral.

As sementes de jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia* Mart) usadas no experimento foram coletadas de matrizes selecionadas em Riberalta-Bolívia (Latitude 11°0'26" S e Longitude 66°3'30 O). As cápsulas contendo as sementes foram beneficiadas manualmente para retirada das sementes e semeadas em caixotes de madeira (1,5 x 1,0 x 0,2 metros) contendo areia lavada, com rega duas vezes ao dia, durante 30 dias, cessando a rega de acordo com a umidade da areia.

Após 30 dias da germinação realizou-se o transplante das plântulas normais para sacos plásticos de polietileno 10 x 15 centímetros (cm), permanecendo no pátio em um período de 15 dias para aclimação, nesse intervalo a irrigação foi diária até serem transferidas para o viveiro a pleno sol e 50% de sombreamento pelo período de 90 dias.

A base dos diferentes tratamentos de substratos foi areia e solo, utilizado para efeitos comparativos. O solo foi coletado em camada a 20 cm abaixo da superfície, livre de sementes e restos vegetais. A areia e o solo foram peneirados em malha de 5 mm. Foram formulados seis substratos (T) com as seguintes composições (Tabela 1).

Tabela 1: Composição dos substratos utilizados na produção de mudas de *Jacaranda cuspidifolia* Mart. em viveiro a pleno sol e 50% de sombreamento por 90 dias.

Tratamentos	Substratos
T1	Comercial
T2	Areia + solo + casca de castanha (1:2:1)
T3	Areia + solo (1:2)
T4	Areia + solo + Areia + solo + casca de arroz + palha de café (1:2:1:1)
T5	Areia + solo + bagaço de cana (1:2:1)
T6	Areia + solo + casca de arroz (1:2:1)

O substrato comercial utilizado foi a base de casca de pinus, vermiculita, moinha de carvão vegetal (Vivatto Slim Plus®). Já os resíduos agroindustriais: casca de arroz, palha de café, bagaço de cana foram coletados de empresas ou propriedades da região, secos e triturados para compor a formulação dos substratos.

Durante o período de viveiro foi utilizado um sistema de irrigação por micro aspersão de baixo custo, com duas regas diárias.

As avaliações da qualidade das mudas após 90 dias no viveiro foram da altura (H) - mensurada com o auxílio de uma régua graduada posicionada ao nível do solo até o meristema apical das mesmas. Diâmetro do colo (DAC) - medido a 1 cm acima do nó formado logo acima da superfície do solo do recipiente, com auxílio de um paquímetro digital e comprimento das raízes (CR) - foi realizado com auxílio de régua graduada, considerando da parte do coleto ao ápice da raiz principal.

Para as análises destrutivas, foram realizadas avaliações da biomassa seca da parte aérea (caule e folha) e radicular. As partes das mudas foram acondicionadas em saco de papel Kraft e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C, até atingir peso constante e pesadas com auxílio de uma balança eletrônica semi-analítica (0,01 g). O peso da massa seca total (PMST) foi obtido por meio da soma dos pesos da massa

seca da raiz (PMSR), caule (PMSC) e folhas (PMSF).

Foram realizados também os cálculos dos índices morfológicos: Relação da altura/diâmetro do colo (H/DAC); altura da muda pelo comprimento da raiz (H/CR); peso de massa seca de parte aérea pelo peso de massa seca de raiz (PMSA/PMSR) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de acordo com a fórmula apresentada a seguir (DICKSON et al., 1960):

Equação 1:

$$IQD = \frac{PMST}{\frac{H}{DAC} + \frac{PMSA}{PMSR}}$$

Onde: PMST: peso da massa seca total (g); H/DAC: relação da altura pelo diâmetro do colo; e PMSA/PMSR: relação do peso da massa seca aérea pelo peso da massa seca da raiz (g).

As variáveis biométricas foram analisadas e submetidas ao teste de homogeneidade e normalidade dos dados pelo teste Shapiro-Wilk, verificando a necessidade de transformação dos dados. Quando necessário, os dados foram transformados utilizando a opção de transformação de Logaritmo neperiano - Ln(X) e aplicada análise de variância (ANOVA) seguida pelo teste Tukey ($p < 0,05$) para comparação entre as médias. O software utilizado foi o SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

As amostras dos substratos e dos tecidos vegetais tiveram as características químicas analisadas pelo Laboratório de Solos e Plantas (Tabela 2) da UFV (Universidade Federal de Viçosa) seguindo a metodologia da EMBRAPA (2009).

Tabela 2: Análise química dos substratos formulados com resíduos agroindústrias para produção de mudas de *Jacaranda cuspidifolia* Mart.

Descrição	Tratamentos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
pH (H ₂ O)	6,21	5,9	7,19	6,91	6,38	6,7
P mg/dm ³	477,3	8,8	3	7,1	2,6	3,7
K mg/dm ³	8,7	149	7	215	15	17
Ca ²⁺ cmolc/dm ³	7,47	0,97	1,34	1,59	1,03	1,21
Mg ²⁺ cmolc/dm ³	2,88	0,32	0,11	0,38	0,15	0,17
Al ³⁺ cmolc/dm ³	0	0	0	0	0	0
H + Al cmolc/dm ³	7,3	3,0	0	0,9	0,6	0,3
SB cmolc/dm ³	11,33	1,67	1,47	2,52	1,22	1,32
t cmolc/dm ³	11,33	1,67	1,47	2,52	1,22	1,32
T cmolc/dm ³	18,63	4,67	1,47	3,42	1,82	1,62
V%	60,8	35,8	100	73,7	67,0	81,5
m%	0	0	0	0	0	0
MO dag/kg	335,8	22,8	2,7	10,7	6,7	6,7
P-Rem mg/L	42,1	45,7	41,6	50,1	42,1	51,0
S mg/dm ³	13	9,7	10	7,9	9,2	9,5
B mg/dm ³	2,36	0,24	0,16	0,2	0,04	0,06
Cu mg/dm ³	0,71	0,87	0,9	0,62	0,71	0,64
Mn mg/dm ³	62,2	59,4	28,5	50,3	58,2	28,2
Fe mg/dm ³	77,7	102,7	55,2	44,7	77,4	33,1
Zn mg/dm ³	25,96	1,92	1,57	1,41	1,39	1,36

Matéria orgânica; t = capacidade efetiva de troca de cátions; T = capacidade de troca de cátions; SB = soma de bases; m = saturação por alumínio; V = saturação por bases; P-rem = Fósforo Remanescente. T1 – comercial; T2 - areia + solo + casca de castanha (1:2:1); T3 - areia + solo (1:2); T4 - areia + solo + casca de arroz + palha de café (1:2:1:1); T5 - areia + solo + bagaço de cana (1:2:1); T6 - areia + solo + casca de arroz (1:2:1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância das mudas de jacarandá após 90 dias no viveiro cultivadas em diferentes substratos e sombreamentos indicaram interação para praticamente todas as variáveis analisadas, exceto comprimento de raiz e relação entre peso da massa seca área e peso da massa seca raiz (Tabela 3).

Tabela 3: Resumo da análise de variância para os efeitos do ambiente e substrato sobre Altura da Planta (H); Diâmetro do colo (DAC); Altura da Planta/Diâmetro do colo (H/DAC); Comprimento da Raiz (CR); Relação da Altura pelo comprimento da raiz (H/CR); Peso da Massa seca das folhas (PMSF); Peso da Massa seca de caule (PMSC); Peso da Massa seca da raiz (PMSR); Peso da Massa Seca Aérea (PMSA); Peso da Massa seca total (PMST); Número de folhas (NF); Relação da Massa seca aérea pela massa seca da raiz (PMSA/PMSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Jacaranda cuspidifolia* Mart. aos 90 dias em viveiros.

FV	G.L	Valor de F						
		H	DAC	H/DAC	CR	H/CR	PMSF	PMSC
Ambiente (A)	1	3,12 ^{ns}	8,54**	15,292**	0,08 ^{ns}	1,57 ^{ns}	26,29**	16,67**
Substrato (S)	5	70,71**	74,72**	6,36**	10,96**	3,84**	95,57**	114,20**
A x S	5	14,58**	4,12**	3,92**	1,97 ^{ns}	3,56**	11,68**	4,99**
Erro	168	0,049	0,026	0,357	28,32	0,003	0,004	0,0015
CV%		7,23	8,86	18,42	21,15	5,79	7,35	4,89

FV	G.L	Valor de F					
		PMSR	PMSA	PMST	NF	PMSA/PMSR	IQD
Ambiente (A)	1	4,04*	32,59**	20,37**	86,12**	7,97**	1,35 ^{ns}
Substrato (S)	5	141,82**	142,56**	166,12**	32,89**	10,05**	138,27**
A x S	5	12,08**	11,88**	13,12**	5,72**	0,75 ^{ns}	13,55**
erro	168	0,004	0,005	0,011	11,43	0,046	0,001
CV%		7,05	8,29	10,30	23,27	16,31	4,27

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 = p < 0,05$).

^{ns} não significativo ($p \geq 0,05$).

As mudas a 50% de sombreamento no substrato comercial seguido pelo formulado com casca de castanha tiveram os maiores valores em todas os parâmetros biométricos em relação aos demais substratos alternativos a pleno sol (Tabela 4). Sendo que apenas o substrato comercial atendeu a recomendação em relação à altura das mudas florestais de 15 a 30 cm para serem levadas à campo (PAIVA et al., 2000).

A luminosidade não influenciou o crescimento das mudas (Tabelas 3 e 4), contudo as mudas cultivadas a 50% de sombreamento tiveram os maiores valores em relação a pleno sol (Tabela 4), devido possivelmente a influenciada dos ajustes nas taxas metabólicas (LARCHER, 2004; MELO et al., 2008; MOTA et al., 2012). Esse fato também foi observado para outras espécies do gênero *Jacaranda* por Almeida et al. (2005) e Terra et al. (2007).

Já o parâmetro diâmetro do coleto apenas as mudas no substrato comercial e formulado com castanha tiveram valores acima de 3 mm a 50% de sombreamento (Tabela 4). Valores superiores ao encontrado nas mudas de *J. brasiliiana* (FREITAS et al., 2017); *J. copaia* (CAMPUS et al., 2002) e *J. cuspidifolia* (BANDEIRA et al., 2018; FRANKZAK et al., 2008). Valores inferiores aos preconizados por Gonçalves et al. (2000), indicando que as mudas de jacarandá precisam de mais tempo no viveiro.

A relação da altura e diâmetro do coleto (H/DAC) exprime o equilíbrio de desenvolvimento das mudas no viveiro, e o intervalo de 5,4 a 8,1 é um padrão de classificação de mudas de qualidade desejável em qualquer período de avaliação para serem levadas a campo (CARNEIRO, 1995). Esse resultado sugere que as mudas de jacarandá produzidas em substratos alternativos devem permanecer mais tempo no viveiro para

que se tenha maior ganho de robustez e estejam aptas ao plantio em campo (Tabela 4).

Tabela 4: Desdobramento das interações ambiente x substrato nos diferentes ambientes e substratos sobre a Altura da Planta (H); Diâmetro do colo (DAC); Altura da Planta/Diâmetro do colo (H/DAC); Comprimento da Raiz (CR); Relação da Altura pelo comprimento da raiz (H/CR); Peso da Massa seca das folhas (PMSF); Peso da Massa seca de caule (PMSC); Peso da Massa seca da raiz (PMSR); Peso da Massa Seca Aérea (PMSA); Peso da Massa seca total (PMST); Número de folhas (NF); Relação da Massa seca aérea pela massa seca da raiz (PMSA/PMSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Jacaranda cuspidifolia* Mart. aos 90 dias em viveiros.

Variável	Somb.	Substratos						CV%
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	
H(cm)	0%	11,10 Ba	8,66 Bb	8,42 Ab	7,62 Bb	6,61 Ab	6,91 Bb	7,23
	50%	15,18 Aa	10,63 Ab	8,72 Ac	8,86 Acd	7,44 Ad	7,97 Ad	
DAC(mm)	0%	5,06 Aa	2,97 Bb	2,67 Abc	2,77 Abc	2,29 Ac	2,52 Abc	8,86
	50%	4,63 Aa	3,45 Ab	2,68 Ac	2,05 Bd	2,05 Ad	1,95 Bd	
H/DAC	0%	2,23 Bb	3,02 Aa	3,27 Aa	3,31 Ba	3,30 Aa	3,25 Aa	18,4
	50%	3,35 Aab	3,11 Ab	3,28 Aab	3,79 Aa	3,28 Aab	3,66 Aab	
H/CR	0%	0,39 Ba	0,34 Aa	0,35 Aa	0,35 Aa	0,35 Aa	0,39 Aa	5,79
	50%	0,49 Aa	0,42 Aab	0,35 Abc	0,34 Abc	0,39 Aabc	0,30 Bc	
PMSF (g)	0%	0,53 Aa	0,04 Bb	0,09 Ab	0,12 Ab	0,04 Ab	0,04 Ab	7,35
	50%	0,60 Aa	0,38 Ab	0,16 Ac	0,10 Acd	0,07 Acd	0,05 Ad	
PMSC (g)	0%	0,34 Ba	0,07 Bb	0,08 Ab	0,07 Ab	0,06 Ab	0,06 Ab	4,89
	50%	0,45 Aa	0,19 Ab	0,12 Abc	0,06 Acd	0,07 Acd	0,05 Ad	
PMSR(g)	0%	0,83 Aa	0,13 Bbc	0,22 Ab	0,13 Abc	0,09 Ac	0,11 Ac	7,05
	50%	0,69 Ba	0,41 Ab	0,29 Ab	0,08 Ac	0,12 Ac	0,08 Ac	
PMSA(g)	0%	0,87 Ba	0,11 Bb	0,17 Bb	0,19 Ab	0,10 Ab	0,10 Ab	8,29
	50%	1,05 Aa	0,57 Ab	0,28 Ac	0,16 Acd	0,14 Ad	0,10 Ad	
PMST(g)	0%	1,70 Aa	0,24 Bbc	0,39 Bb	0,32 Abc	0,19 Ac	0,18 Abc	10,3
	50%	1,75 Aa	0,98 Ab	0,56 Ac	0,24 Ad	0,26 Ad	0,21 Ad	
NF	0%	18,53 Aa	9,73 Bb	11,73 Bb	15,73 Ba	9,20 Bb	8,20 Bb	23,3
	50%	20,73 Aa	20,07 Ab	14,93 Aa	19,00 Aa	14,53 Ab	11,93 Ab	
IQD	0%	0,40 Aa	0,05 Bb	0,08 Ab	0,04 Ab	0,04 Ab	0,04 Ab	4,27
	50%	0,30 Ba	0,18 Ab	0,10 Ac	0,05 Ad	0,05 Ad	0,03 Ad	

T1 – comercial; T2 - areia + solo + casca de castanha (1:2:1); T3 - areia + solo (1:2); T4 - areia + solo + casca de arroz + palha de café (1:2:1:1); T5 - areia + solo + bagaço de cana (1:2:1); T6 - areia + solo + casca de arroz (1:2:1). Letras maiúsculas comparam médias entre as colunas (sombreamento) e minúsculas entre as linhas (substratos) pelo teste de Tukey a 5%.

O crescimento da raiz é importante para dar suporte a massa verde produzida pelas plantas, sendo esse crescimento consequência da qualidade dos substratos (CARNEIRO, 1995). Os substratos alternativos formulados com casca de castanha tiveram bom crescimento do sistema radicular (Tabela 4). Estudos semelhantes com o gênero *Jacaranda* na produção de mudas em substratos alternativos indicaram resultados inferiores para *J. copaia* (CAMPUS et al., 2002) e *J. cuspidifolia* (BANDEIRA et al., 2018).

A relação altura/massa seca da parte aérea Gomes (2001) afirma que quanto menor for este índice, mais lignificada será a muda e maior deverá ser a capacidade de sobrevivência da muda no campo. Evidenciando que o substrato formulado com casca castanha é uma alternativa viável para substituir o substrato comercial e atender aos parâmetros de qualidade das mudas florestais cultivadas a 50% 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 *J. cuspidifolia* tenha preferência por ambiente sombreado na fase inicial de crescimento. Estudos com espécies do gênero *Jacaranda* elaborados por Almeida et al. (2005) e Frankzak et al. (2008), recomendaram o desenvolvimento de mudas em ambiente com nível de sombreamento de 30 a 50%, respectivamente.

As plantas cultivadas a 50% de sombreamento nos substratos comercial e formulado com casca de castanha apresentaram valores superiores de massa seca em relação aos demais substratos, essas respostas positivas, possivelmente estão relacionadas a fertilidade dos substratos, refletindo no estado nutricional da planta (Tabelas 1, 4, 5 e 6).

Tabela 5: Resumo da análise de variância para os efeitos do ambiente e substrato sobre Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Zinco (Zn), Manganês (Mn) e Boro (B) de mudas de jacarandá aos 90 dias em viveiros.

FV	GL	Valor de F						
		P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe
Ambiente (A)	1	1,24 ^{ns}	2,72 ^{ns}	38,93**	26,61**	0,002 ^{ns}	11,44**	31,02**
Substrato (S)	5	40,88**	94,86**	100,43**	30,73**	28,42**	17,92**	12,81**
A x S	5	1,460 ^{ns}	2,46 ^{ns}	11,10**	3,50*	1,57 ^{ns}	25,31**	2,64*
Erro	24	0,31	0,020	0,014	0,122	0,010	2,509	72962,43
CV%		23,28	6,94	5,83	19,69	13,37	24,05	25,48
FV	GL	Valor de F						
		Zn	Mn	B				
Ambiente (A)	1	15,55**	6,08*	9,21**				
Substrato (S)	5	19,16**	20,70**	1,12 ^{ns}				
A x S	5	9,30**	1,28 ^{ns}	8,49**				
erro	24	0,050	71,97	0,045				
CV%		6,94	15,65	3,93				

** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01).

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01=<p<0,05).

^{ns} não significativo (p>=0,05).

Tabela 6: Desdobramento das interações ambiente x substrato sobre as médias de Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Zinco (Zn), Manganês (Mn) e Boro (B) na matéria seca das folhas das mudas de *Jacaranda cuspidifolia* Mart. aos 90 dias nos viveiros.

Elementos	Somb.(%)	Tratamentos						CV%	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6		
g.kg ⁻¹	P	0	3,01 ^{ns}	3,08 ^{ns}	0,92 ^{ns}	4,22 ^{ns}	1,14 ^{ns}	1,33 ^{ns}	36,44
		50	2,63 ^{ns}	3,02 ^{ns}	0,62 ^{ns}	5,26 ^{ns}	1,52 ^{ns}	1,88 ^{ns}	
	K	0	8,54 ^{ns}	17,71 ^{ns}	3,67 ^{ns}	16,20 ^{ns}	5,44 ^{ns}	5,80 ^{ns}	6,94
		50	9,75 ^{ns}	12,67 ^{ns}	4,12 ^{ns}	13,29 ^{ns}	5,06 ^{ns}	5,15 ^{ns}	
	Ca	0	9,66 Aa	2,94 Bb	10,59 Aa	3,00 Bb	9,16 Aa	9,78 Ba	5,83
		50	9,77 Aab	5,78 Ac	8,99 Ab	5,26 Ac	10,74 Aab	12,29 Aa	
	Mg	0	3,17 Aa	0,71 Bc	1,34 Abc	1,72 Ab	0,94 Bbc	0,95 Abc	19,69
		50	3,17 Aa	2,28 Ab	1,37 Ac	2,19 Abc	1,64 Abc	1,53 Abc	
	S	0	0,68 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,56 ^{ns}	1,11 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,59 ^{ns}	13,37
		50	0,70 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,51 ^{ns}	1,20 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,70 ^{ns}	
Cu	0	4,26 Ba	10,89 Aa	2,96 Bb	9,07 Aa	2,50 Bb	1,64 Ab	24,05	
	50	7,09 Ac	5,61 Bbc	6,08 Abc	9,36 Ab	15,96 Aa	3,60 Ac		
Fe	0	323,52 Ab	918,91 Bab	1044,22 Ba	827,36 Aab	997,21 Bab	744,41 Bab	25,48	
	50	444,59 Ac	1433,10 Aab	1518,77 Aab	980,59 Abc	2092,88 Aa	1394,83 Ab		
Zn	0	57,86 Ba	62,13 Aa	21,93 Abc	35,83 Abc	15,42 Ac	15,39 Ac	6,94	
	50	23,45 Aab	21,02 Bab	15,23 Ab	36,55 Ab	20,56 Aab	17,84 Ab		
Mn	0	28,28 ^{ns}	62,93 ^{ns}	39,72 ^{ns}	49,89 ^{ns}	62,31 ^{ns}	61,24 ^{ns}	15,65	
	50	34,75 ^{ns}	83,98 ^{ns}	42,68 ^{ns}	55,34 ^{ns}	70,60 ^{ns}	58,85 ^{ns}		
B	0	187,60 Ab	393,96 Aa	187,14 Ab	286,58 Aab	232,20 Aab	258,49 Aab	3,93	
	50	211,96 Aabc	145,12 Bc	247,24 Aab	157,09 Bbc	284,10 Aa	180,95 Aabc		

Em que: T1 – comercial; T2 - areia + solo + casca de castanha (1:2:1); T3 - areia + solo (1:2); T4 - areia + solo + casca de arroz + palha de café (1:2:1:1); T5 - areia + solo + bagaço de cana (1:2:1); T6 - areia + solo + casca de arroz (1:2:1). Letras maiúsculas comparam médias entre as colunas (sombreamentos) e minúsculas entre as linhas (substratos) pelo teste de Tukey a 5%.

O efeito positivo do substrato sobre o aumento da massa seca em mudas de jacarandá foi relatado também por Gonçalves et al. (2014) e Cavalcante et al. (2020). Verificou-se que o sombreamento também favoreceu a produção de folhas, refletindo no maior PMSA (Tabela 4).

O substrato formulado com casca de castanha influenciou na alocação dos macros e micronutrientes nas folhas de *J. cuspidifolia* (Tabela 5 e 6). 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.

Os resultados da análise de variância das mudas de jacarandá após 90 dias no viveiro cultivadas em diferentes substratos e sombreamento indicaram interação foliar para Ca, Mg, Cu, Fe, Zn e B (Tabela 5).

O substrato formulado com casca de castanha disponibilizou a quantidade adequada de nutrientes para o desenvolvimento das mudas de *J. cuspidifolia* de acordo com Malavolta et al. (1997); Dechen et al. (2007); Carlos et al. (2015) e Sousa et al. (2000) (Tabela 6 e 7). Refletindo no maior crescimento das mudas em altura, diâmetro do coleto, peso da massa seca e índice de qualidade de Dickson (Tabela 4).

Tabela 7: Valores de macro e micronutrientes nas folhas de espécies florestais recomendados na literatura.

Elementos	N	P	K	Ca	Mg	S
	g.kg ⁻¹					
Autores	Recomendações para espécies florestais					
Malavolta et al. (1997)	12 e 35	1,0 e 2,3	10 e 15	3,0 e 12,0	1,5 e 5,0	1,4 e 2,6
Dechen et al. (2007)	20 e 50	1,0 e 1,5	10 e 30	10 e 50	3,0 e 5,0	1,0 e 3,0
	Recomendações para <i>Dalbergia nigra</i>					
Carlos et al. (2015)	19,58 e 30,2	1,01 e 1,66	7,74 e 10,62	9,44 e 11,92	3,61 e 4,09	1,31 e 1,81
	Recomendações para <i>Jacaranda copaia</i>					
Sousa et al. (2000)	31,67 ± 3,65	1,50 ± 0,64	4,24 ± 0,93	3,06 ± 1,05	1,83 ± 0,45	x
Elementos	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
	mg.kg ⁻¹					
Autores	Recomendações para espécies florestais					
Malavolta et al. (1997)	10 e 70	25 e 200	3 a 150	40 e 80	20	
Dechen et al. (2007)	5 e 20	50 e 100	3 e 150	20 e 500	30 e 50	
	Recomendações para <i>Dalbergia nigra</i>					
Carlos et al. (2015)	x	X	29,98	x	41,66	
	Recomendações para <i>Jacaranda copaia</i>					
Sousa et al. (2000)	8,42 ± 3,15	105,42 ± 34,44	14,50 ± 9,02	43,75 ± 18,96	x	

Segundo Brissette (1984), Daniel et al. (1997), Caldeira et al. (2000) e Caldeira et al. (2008) a razão ideal entre PMSA/PMSR é de 2,0 entre diferentes espécies. Demonstrando o bom equilíbrio de crescimento entre a parte aérea e a raiz. O estudo apresentou valores inferiores ao preconizado como ideal (Tabela 4). Estudo semelhante realizado por Bandeira et al. (2018) com mudas de *J. cuspidifolia* também descreveram valores abaixo do ideal (0,44 a 0,97) em diferentes substratos alternativos.

As mudas de jacarandá tiveram os valores médios do índice de qualidade de Dickson variando entre 0,03 e 0,30, sendo as mudas no substrato comercial com maior valor e entre os substratos alternativos, o formulado com casca de castanha a 50% de sombreamento (Tabela 4) foi o que mais se aproximou do valor mínimo (0,20) preconizado por Hunt (1990) para espécies florestais.

O índice de qualidade de Dickson é um dos melhores indicadores da qualidade de mudas, pois leva em conta para o seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa das mudas, ponderando vários parâmetros considerados importantes e quanto maior o seu valor, melhor será o padrão de qualidade

da muda (FREITAS et al., 2017; GOMES et al., 2004; GOMES et al., 2002).

Estudos semelhantes com mudas em substratos alternativos com o gênero *Jacaranda* também tiveram o valor do índice de qualidade de Dickson inferior ao preconizado (BANDEIRA et al., 2018). Já Cavalcante et al. (2020) registraram valores de 0,4 para mudas de *J. mimosifolia* cultivadas em substrato alternativo composto por solo e resíduo de babaçu (60/40) após 60 dias.

CONCLUSÕES

As mudas de *J. cuspidifolia* cultivadas a 50% de sombreamento em substrato alternativo formulado com casca de castanha assim como substrato comercial atendeu aos parâmetros biométricos, morfológicos e nutricional para produção de mudas.

AGRADECIMENTOS: Agradecemos ao Instituto Federal de Rondônia, Campus Ji-Paraná por meio do edital 31 de 2020 e ao Programa de consolidação das ações de ensino, pesquisa e extensão entre o Instituto Federal de Rondônia (Brasil) e a Universidad Autónoma Del Beni (Bolívia).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. S.; MAIA, N.; ORTEGA, A. R.; ANGELO, C. A.. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.3, p.323-329, 2005.

BANDEIRA, S. B.; FERNANDES, H. L.; MEDEIROS, G. H.; DOTO, M. C.; GONÇALVES, F. B.; RAMOS, N. S.; ERASMOS, E. A. L.; Qualidade da muda de *Jacarandá cuspidifolia* produzidas em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)** v.8, n.1, p.79-84, 2018.

BRISSETTE, J. C.. Summary of discussions about seedling quality. In: **Forest Service**. Southern Forest Experiment Station. Proceedings New Orleans: USDA, 1984. p.127-128.

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; BARICHELLO, L. R.; VOGEL, H. L. M.; OLIVEIRA, L. S.. Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. **Revista Floresta**, v.28, n.1-2, p.19-30, 2000.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMEILINA, W. M.; LÜBE, S. G.; GOMES, D. R.; GONÇALVES, E. O.; ALVES, A. F.. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **Floresta**, Curitiba, v.42, n.1, p.77-84, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v42i1.26302>

CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; ARBS, R. M. P.. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, v.9, n.1, p.27-33, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v9i1.9898>

CAMPUS, M. A. A.; UCHIDA, T.. Influência do sombreamento em três espécies Amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.37, n.3, p.281-288, 2002.

CARNEIRO, J. G. A.. **Produção e controle de qualidade de**

mudas florestais. Campos dos Goytacazes: UFPR; FUPEF; UENF, 1995.

CARLOS, L.; VENTURIN, N.; FARIAS, E. S.; VENTURIN, R. P.; MACEDO, R. L. G.. Growth and mineral nutrition in seedlings of jacarandá-da-bahia subjected to nutrient deprivation. **Floresta**, v.45, n.1, p.107-116, 2015.

CAVALCANTE, H. S.; SOUZA, P. V. S.; SANTOS, R. S. N.; CORDEIRO, K. V. A.; ANDRADE, H. A. F.; MACHADO, N. A. F.; MATOS, R. R. S. S.. Biomassa decomposta de babaçu: novo substrato para a produção de *Jacaranda mimosifolia* D. Don Seedlings. **Floresta e Ambiente**, v.26, n.3, p.e20171104, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.110417>

CEPLAC. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. **Arquivo interno de dados Climáticos da estação meteorológica de Ouro Preto do Oeste, Rondônia – Brasil**. Arquivo tabulado em Excel, 2018.

DANTAS, J. L. L.; DANTAS, A. C. V. L.; COELHO, Y. S.. Fruticultura Brasileira: realidades e perspectivas. In: SEREJO, J. A. S.; DANTAS, J. L. L.; SAMPAIO, C. V.; COELHO, Y. S.. Fruticultura Tropical: **espécies regionais e exóticas**. Brasília: Embrapa, 2009. p.17-32.

DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; ALOISI, A. A.; MAZZOCHIN, L.; TOKURA, A. M.; PINHEIRO, E. R.; SOUZA, E. F.. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium*. **Revista Árvore**, v.21, n.2, p.163-168, 1997.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R.. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L.. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS, 2007.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F.. Quality appraisal of

white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v.36, n.1, p.10-13, 1960.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed. Brasília: Embrapa, 2009.

FERREIRA, D. F.. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

FRANKZAK, D. D.; NETO, R. M. R.; ROSA, T. F. D.; LIMA, V. S.. Adição de dosagens de lodo de curtume em substrato comercial para produção de mudas de caroba (*Jacaranda cuspidifolia* Mart.). In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS MATERIAIS REGIONAIS COMO SUBSTRATO 9 A 12 DE SETEMBRO DE 2008, 6. **Anais**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, SEBRAE/CE e UF C. 2008.

FREITAS, G. A.; SILVA, R. R.; FARIA, A. J. G.; CARNEIRO, J. S. S.; SANTOS, A. C. M.. Desenvolvimento inicial de mudas de caroba sob influência do sombreamento. **Nativa**, Sinop, v.5, n.6, p.396-401, 2017.

GOMES, J. M.. **Parâmetros morfológicos na avaliação de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K**. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N.. **Viveiros florestais (propagação sexuada)**. Viçosa: UFV, 2004.

GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V.. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, 2000.

GONÇALVES, E.; O.; PETRI, G. M.; CALDEIRA, M. V. W.; DALMASO, T. T.; SILVA, A. G.. Crescimento de Mudas de *Ateleia glazioviana* em Substratos Contendo Diferentes Materiais Orgânicos. **Floresta e Ambiente**, v.21, n.3, p.339-348, 2014.

HUNT, G. A.. Effect of Styroblock Design and Copper Treatment on Morphology of Conifer Seedlings. In: ROSE, R.; CAMPBELL, S. J.; LANDIS, T. D.. **Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station**. Proceedings, Western Forest Nursery Association; Fort Collins: USAD, 1990. p.218-222.

LARCHER, W.. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2004.

LOHMANN, L. G.. *Bignoniaceae*. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.

LORENZI, H.. **Árvores brasileiras: manual de identificação e**

cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4 ed. Nova Odessa: Plantarum, 2000.

LORENZI, H.. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. São Paulo: Instituto Plantarum, 2008.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A.. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997.

MELO, R. R.; CUNHA, M. C. L.. Crescimento de mudas de mulungu (*Erythrina Velutina* Wild.) sob diferentes níveis de luminosidade. **Ambiência**, Guarapuava, v.4, n.1, p.67-77, 2008.

MOTA, L. H. S.; SCALON, S. P. Q.; HEINZ, R.. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. **Ciência Florestal**, v.22, n.3, p.423-431, 2012.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M.. **Viveiros florestais**. Viçosa: UFV, 2000.

SANTOS, J. P.; BRAGA, L. F.; RUEDELL, C. M.; SEBEN JÚNIOR, G. F.; FERBONINK, G. F.; CAIONE, G.. 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, 2018.

SANTOS, L. W.; COELHO, M. F. B.. Sombreamento e substratos na produção de mudas de *Erythrina velutina* Willd. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.23, n.4, p.571-577, 2013.

SOUSA, N. R.; MOREIRA, A.. Concentração de macro e micronutrientes de doze espécies vegetais cultivadas em sistema agroflorestal. **Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais**, v.3, p.1-3, 2000.

TERRA, S. B.; GONÇALVES, M.; MEDEIROS, C. A. B.. Produção de mudas de jacarandá mimoso (*Jacarandan mimosaeifolia* D. Don.) em substratos formulados a partir de resíduos agroindustriais. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, 2007.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; PASSOS, R.; GONÇALVES, E. O.. Substratos de origem orgânica para produção de mudas de teca (*Tectona grandis* Linn. F.). **Ciência Florestal**, 2013.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V.; COLOMBI, R.; GONÇALVES, E. O.. Qualidade de mudas de *Murraya paniculata* produzidas em diferentes substratos. **Floresta**, Curitiba, v.42, n.3, p.621-630, 2012.