

## Artigos

# Intensidade de sombreamento e formulação de substrato afetam a qualidade de mudas de *Cordia trichotoma*

Shade intensity and substrate formulation affect the quality of seedlings of *Cordia trichotoma*

Rodolfo Soares de Almeida<sup>I</sup>   
Fernanda Leite Cunha<sup>II</sup>   
Jamille Alonso Rossi<sup>II</sup>   
Lucas Amaral de Melo<sup>II</sup> 

<sup>I</sup>Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil

<sup>II</sup>Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil

## RESUMO

*Cordia trichotoma* é uma espécie nativa que possui grande importância econômica devido à valorização da qualidade de sua madeira. No entanto, os conhecimentos quanto a produção de mudas de qualidade da espécie ainda são incipientes. Dessa forma, objetivou-se avaliar o uso de resíduos agrícolas como composto de substrato e as intensidades de sombreamento em fase de viveiro, para a produção de mudas de *Cordia trichotoma*. Foram testadas cinco composições de substrato: S1 (80% FC-fibra de coco e 20% CCC-casca de café carbonizada); S2 (60% FC e 40% CCC); S3 (80% FC e 20% CAC-casca de arroz carbonizada); S4 (60% FC e 40% CAC); S5 (100% substrato comercial). E quatro diferentes níveis de sombreamento: 0%; 30%; 50%; 80%. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial. Foram mensurados aos 180 dias, a altura das mudas, o diâmetro de coleto, a massa seca da parte aérea, a massa seca do sistema radicular e calculados o índice de robustez e o Índice de Qualidade de Dickson. Foi observado que o uso de cascas proporcionou crescimento inferior ao uso de substrato comercial, em todas as variáveis analisadas. Ademais, o sombreamento proporcionou comportamento quadrático negativo nas variáveis analisadas. Assim, recomenda-se a utilização de substrato comercial e de sombreamento de 50%, em mudas de *Cordia trichotoma*.

**Palavras-chave:** Louro-pardo; Casca de café carbonizada; Substrato renovável; Espécie nativa



## ABSTRACT

---

*Cordia trichotoma* is a native species with economic potential due to its wood quality. However, knowledge regarding the production of quality seedlings of the species is still incipient. Thus, the objective was to evaluate the use of agricultural residues as a substrate compound and the shading intensities in the nursery phase for *Cordia trichotoma* seedlings production. Five substrate compositions were tested: S1 (80% CF-coconut fiber- and 20% CCC-carbonized coffee husks); S2 (60% FC and 40% CCC); S3 (80% FC and 20% CAC-carbonized rice husk); S4 (60% FC and 40% CAC); S5 (100% commercial substrate). Also, we tested four different shading levels: 0%; 30%; 50%;80%. The experiment was in a factorial design with a completely randomized design. At 180 days, we measured seedling height, stem diameter, shoot dry mass, and root system dry mass and calculated the robustness index and Dickson Quality Index. We observed that carbonized husks provided lower growth than the use of a commercial substrate in all analyzed variables. Furthermore, shading provided negative quadratic growth in the analyzed variables. Thus, it is recommended the use of commercial substrate and shading of 50% in seedlings of *Cordia trichotoma*.

**Keywords:** Louro-pardo; Carbonized coffee husk; Renewable substrate; Native species

## 1 INTRODUÇÃO

A silvicultura brasileira é reconhecida mundialmente pela elevada produtividade de plantios de eucalipto (*Eucalyptus* ssp. e *Corymbia* ssp.) e pinus (*Pinus* ssp.), contudo, poucas espécies nativas compõem o setor de florestas plantadas. A baixa produtividade de espécies sem domesticação e a falta de conhecimento das técnicas silviculturais adequadas são gargalos da silvicultura de espécies nativas.

A fim de subsidiar a ampliação da silvicultura de espécies nativas com potencial econômico, pesquisas em silvicultura e melhoramento genético ganharam destaques nos últimos anos. Dentre as espécies nativas, destaca-se os trabalhos com a *Cordia trichotoma*, uma espécie que possui uma madeira de alta qualidade, e características silviculturais interessantes, como boa forma de fuste. Esses trabalhos são voltados para técnicas silviculturais, como a adubação fosfatada (CUNHA; ALMEIDA; DINIZ; CAMPOS; GONZAGA; MELO, 2021), e para programas de melhoramento incipientes voltados para a seleção de genótipos mais produtivos e interação genótipos ambientes (SANTOS; SOUZA; ZULIAN; ALVES; GOMES; MORAES; SOUSA; AGUIAR, 2021).



Poucos são os estudos e protocolos sobre a produção de mudas da espécie, principalmente sobre formulação de substrato e a necessidade de sombreamento, aspectos importantes no processo produtivo. A avaliação de alternativas de formulação de substratos para a produção de mudas de *Cordia trichotoma* foi realizada por Da Ros, Rex, Ribeiro, Kafer, Rodrigues, Silva e Somavilla (2015), que destacaram o uso de resíduos provenientes de restaurantes universitários e lodo de processo de flotação como opções viáveis de substratos, desde que adequadamente adubados. Outros componentes, em especial os resíduos agrícolas, como a casca de café, podem ser bons componentes de substrato (SILVA; HERNÁNDEZ; ALMEIDA; MOREIRA; LELES; MELO, 2021), sendo indicado comprovar a eficácia para a produção de mudas de *Cordia trichotoma*.

Já a prática de sombreamento é comum na produção de *Cordia trichotoma* e geralmente varia entre 45% (MALAVASI; MALAVASI, 2006) a 50% (ZANUNCIO; STEFANELLO; LIMA, 2020). No entanto, ainda não há estudos que quantifiquem a prática de sombreamento na produção de mudas dessa espécie. Firmino, Souza, Barbeiro, Marcílio, Romagnolo e Pastorini (2021), testando o efeito de 0% e 80% de sombreamento, observaram que a espécie apresenta plasticidade nas respostas morfológicas ao sombreamento, sendo mais favorecida em condições de maior luminosidade. Apesar disso, ainda não se sabe como a espécie se comporta em diferentes intensidades de sombreamento durante a fase de mudas.

Com o objetivo de aprimorar as técnicas silviculturais para a produção de mudas de *Cordia trichotoma*, este estudo avaliou as intensidades de sombreamento durante a fase de viveiro, bem como o uso de resíduos agrícolas como composto de substrato

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em viveiro florestal situado no município de Lavras, Minas Gerais (21°13'14,033" S e 44°58'0,232" O). O clima da região é do tipo Cwb de acordo com a classificação proposta por Köppen.



O material utilizado neste estudo foi obtido por meio de doações de cascas de café de cafeicultores rurais próximos ao local de produção e da compra de casca de arroz de uma empresa de beneficiamento em Minas Gerais. Para a realização da carbonização, foram empilhados 500 L de casca de café fresca ao redor da base de um carbonizador, que foi aceso nas laterais para que a carbonização ocorresse de maneira uniforme. O material foi constantemente revolvido com o auxílio de uma pá e uma enxada até que estivesse completamente carbonizado, momento em que foi espalhado e resfriado com água. O mesmo procedimento foi aplicado para a carbonização da casca de arroz. O processo de carbonização foi realizado ao ar livre em uma área aberta do viveiro.

O experimento foi composto por meio do delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 5 x 4, em que o primeiro fator representa os cinco diferentes substratos avaliados, e o segundo fator representa os quatro diferentes níveis de sombreamento, com quatro repetições e 12 plantas por parcela.

A produção das mudas foi realizada com o recipiente de tubetes de 110 cm<sup>3</sup> e substratos compostos por diferentes proporções de casca de café carbonizada, casca de arroz carbonizada e fibra de coco, sendo as formulações: substrato 1 (80% fibra de coco + 20% casca de café carbonizada), substrato 2 (60% fibra de coco + 40% casca de café carbonizada), substrato 3 (80% fibra de coco + 20% casca de arroz carbonizada), substrato 4 (60% fibra coco + 40% casca de arroz carbonizada) e como testemunha, substrato 5, utilizou-se o substrato comercial (Clickmudas) composto de casca de pinus, cinzas, vermiculita e serragem. Uma amostra de cada substrato foi encaminhada para o Laboratório de Substratos do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), a fim de serem realizadas as análises físicas e químicas.

As diferentes intensidades de sombreamento foram: a pleno sol (0% de sombreamento); 30%; 50% e 80% de sombreamento, sendo utilizadas telas de polipropileno na coloração preta e diferentes gramaturas. A irrigação foi controlada



por meio do sistema automático, e as adubações de cobertura foram parceladas em quatro aplicações de concentrações: 2,5 g L<sup>-1</sup> de fosfato monoamônico (MAP) e 1,0 g L<sup>-1</sup> de cloreto de potássio (KCl).

Foram mensurados, aos 180 dias após a germinação, a altura (H), com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, o diâmetro do coleto (DC), com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm, e o número de folhas das mudas foi avaliado por contagem.

As análises destrutivas foram realizadas aos 180 dias após a germinação, utilizando quatro mudas médias por repetição. Para a massa seca, foi realizada a lavagem de raízes, e a separação entre parte aérea e raiz, ambas armazenadas em sacos de papel, e secas em estufa a 70°C por 48 horas. A pesagem foi realizada em balança analítica de precisão 0,001 g, sendo mensuradas a matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raiz (MSR) e a soma de ambas resultou na matéria seca total (MST). Para avaliar a qualidade, foi realizado o índice de robustez (H/DC) e determinado o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), conforme a Equação (1):

$$IQD = \frac{MST(g)}{\frac{H(cm)}{DC(mm)} + \frac{MSPA(g)}{MSR(g)}} \quad (1)$$

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA),  $p < 0,01$ , com o intuito de verificar diferenças entre os tratamentos. Quando significativas, foi aplicado o teste de Scott-Knott a  $p < 0,05$  e realizada as curvas de regressão. Para obter o sombreamento ideal, foram calculados o ponto máximo de cada curva por meio da primeira derivada das equações ajustadas, igualadas a zero. As análises estatísticas foram realizadas por meio do *Software* Sisvar (FERREIRA, 2019).

Para complementar a explicação do crescimento das variáveis de crescimento, nas diferentes formulações de substrato avaliadas, foi realizada a análise de componentes principais (PCA), baseada na matriz de correlação, utilizando o *software* R OriginLab Versão 8.6 (LI; FENG; TING; JIANG; LIU, 2018).



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Propriedades físicas e químicas dos substratos

Quanto às características químicas dos substratos, apresentadas na tabela 1, é possível notar que o aumento proporcional da casca de café carbonizada resulta em valores mais elevados para a condutividade elétrica e pH. O substrato comercial (substrato 5) apresentou os valores mais baixos para a condutividade elétrica (0,23 mS cm<sup>-1</sup>) e pH (5,53), enquanto os formulados contendo casca de arroz carbonizada apresentaram valores intermediários para o pH, e apresentou condutividade elétrica maior que o dobro do substrato 5. Regan (2014) indica que os valores de CE não excedem a concentração de 0,75 mS cm<sup>-1</sup>, nesses parâmetros os substratos à base de casca de café carbonizada apresentaram CE próximos ao limite máximo proposto. A CE é uma boa referência do nível de salinidade do substrato, sendo um bom balizador para evitar a ocorrência do estresse osmótico nas plantas (FERMINO; MIETH, 2018)

Tabela 1 – Características químicas e físicas dos substratos utilizados, com diferentes proporções fibra de coco (FC), substrato comercial (SC), casca de arroz carbonizada (CAC), casca de café carbonizada (CCC), utilizados na composição dos substratos

Substrato	CE	pH	DU	DS	PT	EA	UA	AD	AR	CRA10
Substrato 1	0,77	7,36	321,49	83,91	90,44	46,09	58,56	10,13	34,34	44,35
Substrato 2	0,74	7,61	271,49	100,44	90,57	46,77	63,00	10,80	29,99	41,22
Substrato 3	0,64	6,15	277,78	81,50	90,13	54,23	70,66	13,84	22,07	34,21
Substrato 4	0,58	6,49	209,72	97,89	86,55	53,67	53,32	13,60	19,29	32,89
Substrato 5	0,23	5,53	625,47	308,80	85,49	28,17	50,63	16,00	35,66	57,32

Fonte: Autores (2022)

Em que: Substrato 1: 80% fibra de coco + 20% casca de café carbonizada; Substrato 2 (60% fibra de coco + 40% casca de café carbonizada; Substrato 3: 80% fibra de coco + 20% casca de arroz carbonizada; Substrato 4: 60% fibra coco + 40% casca de arroz carbonizada; Substrato 5: testemunha; CE = condutividade elétrica obtida em solução 1:5 (v/v) (mS cm<sup>-1</sup>); pH = determinado em água, diluição 1:5 (v/v) (H<sub>2</sub>O); DU = densidade úmida (kg m<sup>-3</sup>); DS = densidade seca kg m<sup>-3</sup>; PT = porosidade total (%); EA = espaço de aeração (%); UA: umidade atual; AD = água disponível (%); AR = Água remanescente (%). CRA10 = capacidade de retenção de água sob sucção de 10 cm de coluna de água (%).



Para o pH, foi observado que, com o aumento da proporção das cascas utilizadas na formulação, houve elevação do pH do substrato. Os tratamentos que apresentavam casca de café carbonizada como constituinte apresentaram substratos mais alcalinos, assim como pode ser observado na análise químicas dos substratos (Tabela 1). Silva, Hernández, Almeida, Moreira, Leles e Melo (2021) ressaltam que o uso elevado de compostos carbonizados pode resultar no aumento do pH do substrato, prejudicando a capacidade das mudas de absorver certos nutrientes. Para Regan (2014), os valores de pH ótimo situam-se entre 5,5 e 6,5, dessa forma os substratos à base de casca de café carbonizada estariam fora do recomendado.

Entre as características físicas, pode-se notar que a densidade úmida aumentou com o aumento da porcentagem de fibra de coco dos substratos, e que as médias variaram de 209,72 para o substrato 4 a 625,47 kg m<sup>-3</sup>, para o substrato 5. Para a densidade seca, os dados variaram de 81,50 para o substrato 3 a 308,80 kg m<sup>-3</sup>, para o substrato 5. Já para a porosidade total os dados variaram de 85,49 para o substrato 5 a 90,57%, para o substrato 2. Os resultados, para o espaço de aeração, apresentaram valores variando entre 28,17 e 54,23%, para os substratos 5 e 3 respectivamente.

De acordo com Gonçalves, Santarelli, Moraes Neto e Manara (2000), o substrato 5 se enquadra como substrato classificado como muito denso, por possuir densidade úmida, com média superior a 500 kg m<sup>-3</sup>. Kratz, Nogueira, Wendling e Souza (2015) comentam que quando o substrato apresenta alta densidade, pode promover menor espaço entre as partículas, oferecendo maior resistência ao crescimento radicular. Já a adição de cascas na formulação do substrato proporcionou densidade equilibrada, classificada como mediana (250 a 500 kg m<sup>-3</sup>), segundo Gonçalves, Santarelli, Moraes Neto e Manara (2000). Para densidade seca, Fermino e Mieth (2018) determinaram que os valores adequados estão relacionados ao recipiente que será utilizado, para tubetes em bandejas. Os autores determinaram que as médias devem estar entre 100 e 300 kg m<sup>-3</sup>, dessa forma, apenas o substrato 2 estaria em conformidade.

Em relação à porosidade total, Pascual, Ceglie, Tuzel, Koller, Koren, Hitchings,



Tittarelli (2018) recomendam valores maiores que 85%, o que indica que todos os substratos estudados se encontram dentro do recomendado por esses autores. Fermino e Mieth (2018) discutem que a porosidade adequada do substrato é de fundamental importância para o crescimento das mudas, visto que a alta concentração de raízes formadas nos recipientes exige elevado fornecimento de oxigênio e rápida remoção do gás carbônico formado. Para o espaço de aeração, recomendam-se valores entre 20 e 40% do volume do substrato (ZORZETO; DECHEN; ABREU, 2014), dessa forma, apenas o substrato 5 estaria em conformidade. Os mesmos autores ainda salientam que valores elevados desta variável podem ocasionar deficiências hídricas para as plantas, principalmente com irrigações pouco frequentes.

Para as características em relação à água, a umidade atual apresentou dados variando entre 50,63, para o substrato 5, a 70,66%, para o substrato 3. Para a água disponível, água remanescente e capacidade de retenção de água, o substrato 5 apresentou as maiores médias, com valores de 16%, 35,66% e 57,32%, respectivamente.

Para a água disponível, Faria, Melo, Brondani, Delamerlina, Silva e Nieri (2017) sugerem a recomendação de valores entre 20 e 30%, sendo assim nenhum dos substratos avaliados está dentro do recomendado para essa característica. Dessa forma, é importante que o manejo da irrigação seja eficiente, ou seja, aumentar o número de irrigações e diminuir o volume de água por irrigação, para reduzir desperdícios de água. Para a água remanescente, Fermino Mieth (2018) recomendam valores inferiores a 30%, para que o substrato obtenha drenagem satisfatória. Sendo assim, os substratos 1 e 5 não estão adequados para esta variável. Já para capacidade de retenção de água, quanto menor a retenção maior é a necessidade de frequência da irrigação.

Por fim, as menores médias de capacidade de retenção de água foram observadas nos substratos compostos por cascas de arroz e café carbonizada, que apresentam densidades mais baixas. Esse resultado foi confirmado pela análise de componentes principais (Figura 3). Portanto, é importante tomar cuidado com o manejo de irrigação desses substratos, uma vez que eles não atendem ao padrão desejado de 45 a 65% de capacidade de retenção de água, conforme afirmado por Regan (2014).

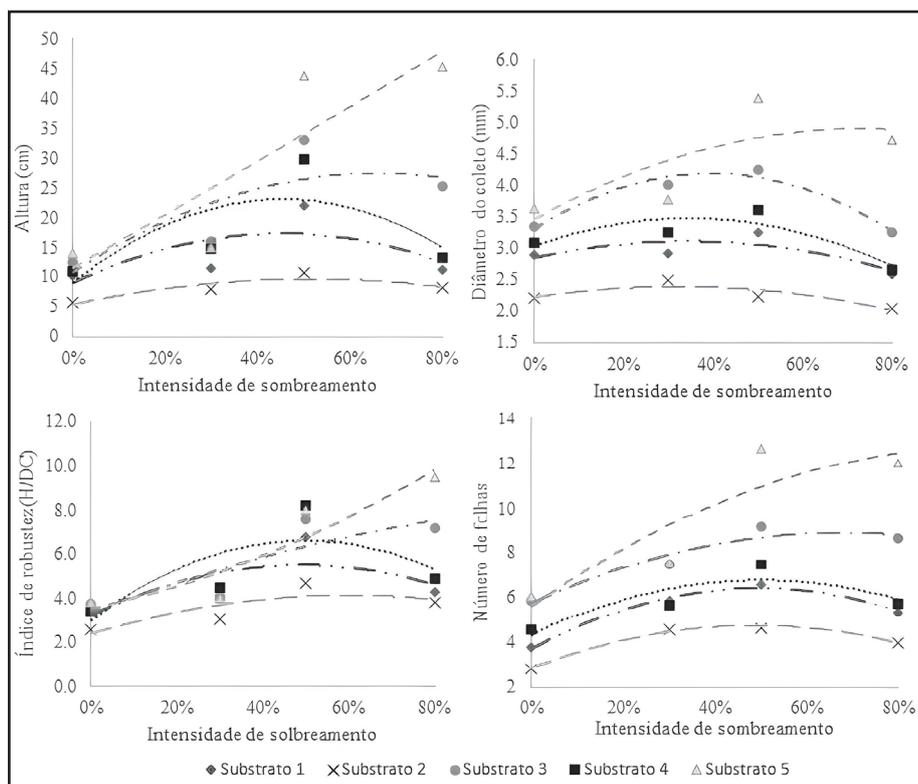


### 3.2 Crescimento das mudas

Houve diferença significativa dos efeitos da formulação do substrato e da intensidade de sombreamento nas variáveis altura (H), diâmetro do coleto (DC), índice de robustez (H/DC) e número de folhas (NF). As variáveis destrutivas (MSPA, MSR, MST) e o IQD apresentaram significância para os efeitos da formulação de substrato, e a MSPA e o IQD apresentaram também significância para os efeitos do sombreamento nas mudas de *Cordia trichotoma* aos 180 dias.

A interação dos fatores formulação do substrato e intensidade de sombreamento foi desdobrada e apresentada na Figura 1, e os parâmetros, o coeficiente de regressão e o ponto máximo para todas as curvas estão apresentados na Tabela 2. As mudas de *Cordia trichotoma* apresentaram um comportamento quadrático negativo para as variáveis altura, diâmetro do coleto, índice de robustez e número de folhas. As médias dos pontos de máximo das parábolas variaram entre 42% e 64% de sombreamento (Tabela 2).

Figura 1 – Altura, diâmetro do coleto, índice de robustez e número de folhas de mudas de *Cordia trichotoma* submetida a diferentes formulações de substrato e intensidades de sombreamento aos 180 dias



Fonte: Autores (2022)



Tabela 2 – Parâmetros de ajuste ( $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) das regressões de altura, diâmetro do coleto, índice de robustez e número de folhas de mudas de *Cordia trichotoma* para cada formulação de substrato aos 180 dias

Características	Substrato	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$R^2$	Máximo
Altura (cm)	Substrato 1	9,06	36,41	-40,1	46,13%	45,40%
	Substrato 2	5,4	16,56	-16,03	84,41%	51,65%
	Substrato 3	10,9	49,76	-37,43	64,85%	66,47%
	Substrato 4	9,15	64,34	-67,46	54,75%	47,69%
	Substrato 5	11,61	44,02	1,56	77,04%	100%*
Diâmetro do coleto (mm)	Substrato 1	2,85	1,53	-2,23	63,53%	34,30%
	Substrato 2	2,22	1,04	-1,63	80,06%	31,90%
	Substrato 3	3,31	4,43	-5,6	95,53%	39,55%
	Substrato 4	3,04	2,53	-3,66	76,85%	34,56%
	Substrato 5	3,47	3,93	-2,7	58,81%	72,78%
Índice de robustez (H/DC)	Substrato 1	3,21	9,34	-9,5	48,14%	49,16%
	Substrato 2	2,41	5,72	-4,76	69,71%	60,08%
	Substrato 3	3,39	7,12	-2,43	73,19%	100%*
	Substrato 4	3,02	14,37	-14,4	58,83%	49,90%
	Substrato 5	3,52	4,15	4,63	87,48%	100%*
Número de folhas	Substrato 1	3,73	10,77	-10,86	98,90%	49,59%
	Substrato 2	2,86	7,74	-7,96	98,49%	48,62%
	Substrato 3	5,75	9,27	-6,86	93,18%	67,57%
	Substrato 4	4,36	9,63	-9,63	76,39%	50,00%
	Substrato 5	5,62	14,19	-7,06	80,74%	100%*

Fonte: Autores (2022)

Em que: \*pontos de máximo da regressão superiores a 100% de sombreamento; Substrato 1: 80% fibra de coco + 20% casca de café carbonizada; Substrato 2: 60% fibra de coco + 40% casca de café carbonizada; Substrato 3: 80% fibra de coco + 20% casca de arroz carbonizada; Substrato 4: 60% fibra de coco + 40% casca de arroz carbonizada; Substrato 5: testemunha (substrato comercial).

Ao comparar apenas as formulações de substrato contendo casca de café carbonizada (substrato 1 e 2) e casca de arroz carbonizada (3 e 4), foi possível observar uma tendência de melhora para as variáveis altura, diâmetro do coleto, índice de robustez e número de folhas seguindo um ordenamento crescente das formulações de substrato, na ordem 2; 1; 4; 3 e 5 (Figura 1).



As mudas produzidas com o substrato 5, substrato comercial, apresentaram um destaque significativo em relação ao crescimento e número de folhas, especialmente nas maiores taxas de sombreamento (de 50% a 80%). Cabe ressaltar que os menores valores de crescimento e número de folhas concentram-se nos tratamentos com baixa intensidade de sombreamento, mais especificamente no cultivo a pleno sol (0% de sombreamento) e utilizando o substrato 2 com formulação de 60% fibra de coco + 40% casca de café carbonizada.

A influência da formulação do substrato na matéria seca total (MST), na parte aérea (MSPA) e raiz (MSR) e no IQD é apresentada na Tabela 3. As formulações 3 e 5 foram superiores no acúmulo de matéria seca e no IQD. De maneira geral, a espécie apresenta um maior acúmulo de matéria seca no sistema radicular, com média de 59,15% da MST destinada à MSR. As mudas produzidas no substrato 5 apresentaram um acúmulo de MSR 12,17% superior à média, com 66,35% da MST destinadas à MSR. O índice de qualidade de Dickson seguiu o mesmo comportamento dos demais índices avaliados, com as mudas produzidas nos substratos 3 e 5 se destacando sobre as demais.

Tabela 3 – Massa seca da parte aérea (MSPA), de raiz (MSR) e total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Cordia trichotoma* submetida a diferentes formulações de substrato aos 180 dias

<b>Substrato</b>	<b>MSPA (g)</b>		<b>MSR (g)</b>		<b>MST (g)</b>		<b>IQD</b>	
Substrato 1	1,09	B	1,43	C	2,53	B	0,44	B
Substrato 2	0,47	B	0,64	C	1,10	C	0,27	B
Substrato 3	1,65	A	2,36	B	4,01	A	0,69	A
Substrato 4	1,23	B	1,56	C	2,79	B	0,50	B
Substrato 5	1,78	A	3,51	A	5,29	A	0,87	A

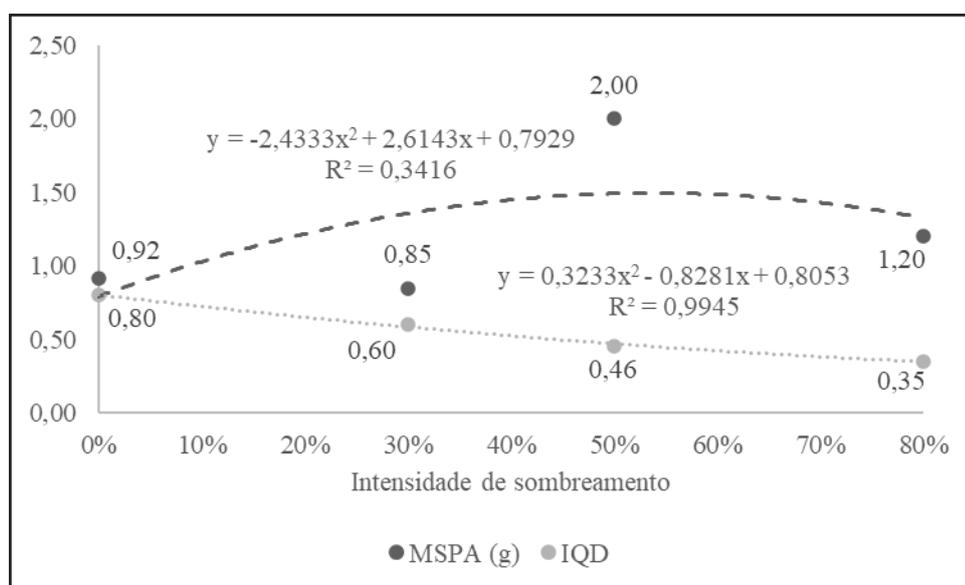
Fonte: Autores (2022)

Em que: Substrato 1: 80% fibra de coco + 20% casca de café carbonizada; Substrato 2: 60% fibra de coco + 40% casca de café carbonizada; Substrato 3: 80% fibra de coco + 20% casca de arroz carbonizada; Substrato 4: 60% fibra de coco + 40% casca de arroz carbonizada; Substrato 5: testemunha (substrato comercial).



A intensidade do sombreamento afetou o acúmulo de matéria seca na parte aérea e o índice de qualidade de Dickson, sendo as regressões para estas características apresentadas na Figura 2. O acúmulo de matéria seca na parte aérea segue uma regressão quadrática negativa, com ponto máximo em 53% de sombreamento. Em contraste, o IDQ apresenta uma regressão quadrática positiva, sendo os maiores valores encontrados quando 0% de sombreamento foi utilizado.

Figura 2 – Massa seca da parte aérea (MSPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Cordia trichotoma* submetida a diferentes intensidades de sombreamento aos 180 dias



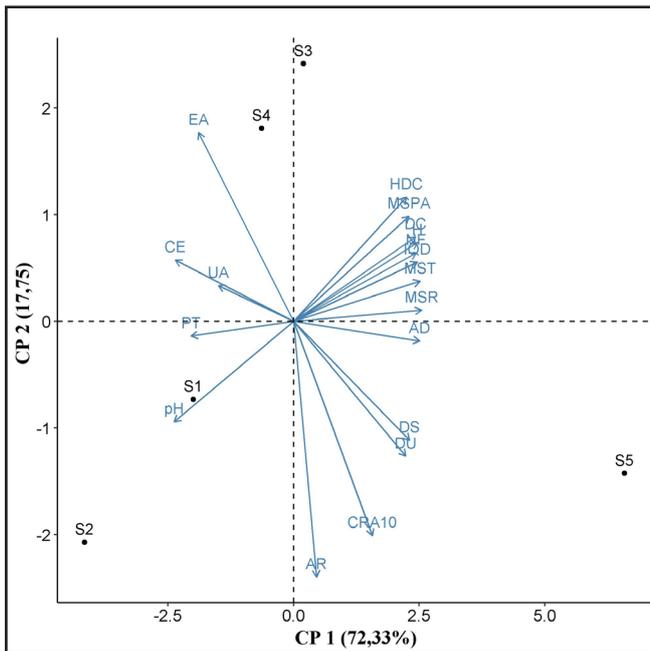
Fonte: Autores (2022)

Pela análise de componentes principais (Figura 3), foi possível observar que os tratamentos semelhantes se agruparam conforme seu desempenho, em diferentes quadrantes. O componente 1 explicou cerca de 72,33% dos dados, enquanto o componente 2 explicou cerca de 17,75% dos dados. Para cada eixo, os maiores valores indicam a variável mais representativa, explicando dessa forma a maior parcela da variância do conjunto original de dados. Assim, para o eixo x, as variáveis que obtiveram maior contribuição foram AD, H, DC, NF, MSR, MST, com média de



26%. Já para o eixo y, a variável que mais contribuiu com a explicação do eixo foi água remanescente, com média de -51%.

Figura 3 – Projeção dos componentes principais (PCA) mostrando em detalhes o desempenho dos cinco substratos estudados em relação às variáveis de crescimento, aos 180 dias de idade de mudas e *Cordia trichotoma*



Fonte: Autores (2022)

Em que: Substrato 1 (S1): 80% fibra de coco + 20% casca de café carbonizada; Substrato 2 (S2):60% fibra de coco + 40% casca de café carbonizada; Substrato 3 (S3): 80% fibra de coco + 20% casca de arroz carbonizada; Substrato 4 (S4): 60% fibra coco + 40% casca de arroz carbonizada; Substrato 5 (S5): testemunha (substrato comercial); H: Altura; DC: diâmetro do coleto; H/DC: Índice de robustez; NF: Número de folhas; MSPA: Matéria seca da parte aérea; MSSR: Massa seca radicular; MST: Massa seca total; IQD: Índice de qualidade de Dickson. CE: condutividade elétrica obtida em solução 1:5 (v/v) ( $\text{mS cm}^{-1}$ ); pH: determinado em água, diluição 1:5 (v/v) ( $\text{H}_2\text{O}$ ); DU: densidade úmida ( $\text{kg m}^{-3}$ ); DS: densidade seca  $\text{kg m}^{-3}$ ; PT: porosidade total (%); EA: espaço de aeração (%); UA: umidade atual (%); AD: água disponível (%); AR: Água remanescente (%). CRA10: capacidade de retenção de água sob sucção de 10 cm de coluna de água (%).

A única característica do substrato que demonstrou correlação forte diretamente proporcional com as variáveis de crescimento foi a água remanescente, a qual se correlaciona principalmente com a produção de massa seca das mudas. Ou seja, quanto maior a água disponível maior a produção de matéria seca, como foi



observado pelos tratamentos com maior proporção de fibra de coco (substrato 1 e 3). O que pode ser justificado pelo fato de a fibra de coco reter o dobro da capacidade de água que as cascas utilizadas, por apresentar maior microporosidade (ALMEIDA; NIERI; MONTEIRO; SILVA; MELO, 2021). A condutividade elétrica apresentou correlação forte com a umidade atual do substrato. Ademais, a água remanescente e a capacidade de retenção de água indicam ter correlação com a densidade do substrato.

É possível inferir que as variáveis morfológicas de crescimento das mudas da espécie, principalmente com a H, DC e o índice de robustez, são inversamente proporcionais ao pH do substrato, o que indica que a *C. trichotoma* não tolera substratos básicos. O que pode justificar a maior qualidade das mudas no substrato 5, que obteve pH mais ácido (5,53). Os meios de cultivos alcalinos não são apropriados para cultivo da maioria das espécies, dessa forma estes devem ser substituídos ou podem ser corrigidos por meio da aplicação de acidificantes, como por exemplo enxofre elementar (BOARO; SCHWARZ; SOUZA; SOARES; LOUROS, 2014). No entanto, segundo os autores esse tipo de correção é trabalhoso e muito oneroso.

A porosidade total do substrato apresentou-se inversamente proporcional às características de crescimento, principalmente em relação à matéria seca do sistema radicular, e o espaço de aeração é inversamente proporcional às densidades seca e úmida. O componente casca de arroz carbonizada atua diretamente na macroporosidade do substrato, por apresentar menor densidade, ser leve e inerte à hidratação, resultando em uma menor capacidade de retenção da água e melhor drenagem do substrato (KRATZ; WENDLING, 2016). Os mesmos autores afirmam que quanto maior o seu percentual na formulação de substratos, maior será a fração de macroporos presentes. No entanto, a espécie apresentou correlação inversa entre a porosidade total e a produção de matéria seca do sistema radicular. Esse resultado pode indicar que a espécie pode se desenvolver melhor em ambientes com densidade elevada, desse modo mostra a sua preferência pelas menores proporções de cascas presentes no substrato.



A condutividade elétrica indica a concentração de sais solúveis na solução presente no solo ou substrato (BICKEL; SANTOS; BROCHIER; FERNANDES; MODOLO, 2022), o que justifica sua forte correlação com a umidade atual encontrada pela análise de componentes principais (Figura 3). A elevada salinidade pode danificar o sistema radicular das plantas, exigindo um maior gasto de energia da planta para absorver água, afetando processos metabólicos essenciais e promovendo a redução do crescimento das plantas (STUEPP; FRAGOSO; MONTEIRO; KRATZ; WENDLING; ZUFFELLATO-RIBAS, 2017), o que justifica o fato das mudas produzidas no substrato 1 e 2 apresentarem os menores valores de MSR (Tabela 3).

Reduções nas variáveis morfológicas foram também observadas em outras espécies, como *Sesbania virgata* (DELARMELENA; CALDEIRA; FARIA; GONÇALVES; ROCHA, 2014) e *Inga vera* subsp. *affinis* (FARIA; PINTO; GONÇALVES; SOUZA; FERNANDES; BRONDANI, 2020) quando produzidas com substrato à base de casca de café carbonizada. Embora seja sutil a diferença entre as características físico-químicas do substrato 1 e 2, a simples redução de 20% de casca de café carbonizada entre os substratos resultou em uma pequena melhora nas características de crescimento e um aumento de 56% no acúmulo de matéria seca total. Esse fenômeno sugere que fatores além das características físico-químicas estejam em atuação. Faria, Pinto, Gonçalves, Souza, Fernandes e Brondani (2020) levantam a hipótese de existirem efeitos alelopáticos da cafeína, uma vez que esta é uma substância termoestável (DE LA CRUZ-MARTORELL; GÓMEZ-SALCEDO; SANTANDER; MERA; MENDOZA; PEREDA-REYES, 2019). Esse efeito, contudo, não é observado em todas as espécies, uma vez que Almeida, Nieri, Monteiro, Silva e Melo (2021) não observaram diferenças significativas no crescimento de mudas de *Joannesia princeps* quando utilizaram 30% de casca de café carbonizada, ressaltando os diferentes níveis de tolerância às características físico-químicas e a possível alelopatia entre as espécies.

O uso de casca de arroz carbonizada foi preferível ao uso da casca de café carbonizada na formulação de substratos para a *Cordia trichotoma*. O substrato 3



foi similar ao substrato 5 nos acúmulos de matéria seca da parte aérea e total, bem como na qualidade das mudas (Tabela 3), porém foi aquém nas características de crescimento (Figura 1). Dessa maneira, o substrato que proporcionou produção de mudas de maior qualidade foi o 5.

O sombreamento afetou sobretudo o crescimento de mudas de *Cordia trichotoma*. O máximo crescimento em altura foi observado quando utilizado sombreamento próximo a 50%. Esses níveis de sombreamento moderado também resultaram em maiores crescimentos em *Dipteryx alata* (MOTA; SCALON; MUSSURY, 2013) e *Garcinia humilis* (SILVA; COSTA; BINOTTI; BENETT; SILVA, 2018). O maior crescimento em condições de sombreamento moderado pode ser um ajuste metabólico, o qual as plantas com tolerância ao sombreamento expressam. A maior alocação de carbono para o crescimento do caule e a expansão foliar são estratégias de sobrevivência em condições de baixa luminosidade (MOTA; SCALON; MUSSURY, 2013; SOUZA; FREIRE, 2018).

Contudo, o crescimento em diâmetro apresentou máximos nos sombreamentos de 30%, exceto o produzido no substrato 5 (Figura 1; Tabela 2), sendo uma característica da *Cordia trichotoma* que demanda maior luminosidade. O aumento da quantidade de luz afeta o volume de fotoassimilados e reguladores de crescimento, além de aumentar a taxa de transpiração das plantas, resultando em uma maior necessidade de tecidos de transporte e conseqüente aumento do diâmetro do caule das mudas (KOZLOWSKI; KRAMER; PALLARDY, 2012).

Quando em sombreamento, a maior eficiência na competição pelo recurso luz resulta em maiores crescimentos em altura, enquanto a menor demanda por transporte de fotoassimilados e solutos resultam em menores diâmetros do coleto (SOUZA; FREIRE, 2018; KOZLOWSKI; KRAMER; PALLARDY, 2012). Esse comportamento de crescimento resulta em plantas com altos valores de índice de robustez (H/DC), ou seja, um desbalanço entre o crescimento em altura e diâmetro, característica comum do estiolamento de mudas. Comportamento semelhante foi observado em mudas de



*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (PAGLIARINI; MOREIRA; NASSER; MENDONÇA; CASTILHO, 2017) e *Tabebuia aurea* (SOUZA; FREIRE, 2018).

Conforme mencionado anteriormente, a limitação de luz no crescimento de mudas provoca/possibilita a sobrevivência das espécies, como maior crescimento em altura e a expansão da área foliar (MOTA; SCALON; MUSSURY, 2013; SOUZA; FREIRE, 2018). Foi notado que a *Cordia trichotoma* investe no aumento do número de folhas de forma correlacionada com o aumento do sombreamento. Essa resposta está ligada à otimização da captura do recurso mais limitante na condição ambiental de privação de luz, pois com o aumento do número de folhas presentes no caule, aumenta-se de forma direta a possibilidade de se capturar a radiação necessária para fotossíntese. Plantas com maior número de folhas possuem vantagens competitivas em um ambiente de sombreamento.

O sombreamento resultou em um maior acúmulo de matéria seca da parte aérea, não sendo observado efeitos significativos na matéria seca radicular das mudas de *Cordia trichotoma*. O acúmulo de massa seca em plantas com metabolismo  $C_3$  está relacionado com a taxa de fotossíntese líquida, a qual é afetada pela taxa de fotorrespiração e adaptações morfofisiológicas da planta (TAIZ; ZEIGER 2013). Em plantas  $C_3$ , como a *Cordia trichotoma*, o cultivo em condições de luminosidade intensa e elevada temperatura resulta em taxas elevadas de fotorrespiração, prejudicando a incorporação de  $CO_2$  e levando a menores incrementos de massa seca a pleno sol. Esse comportamento também foi relatado em mudas de *Anadenanthera falcata* (MOTA; SCALON; MUSSURY, 2013), *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (PAGLIARINI; MOREIRA; NASSER; MENDONÇA; CASTILHO, 2017) e *Tabebuia aurea* (SOUZA; FREIRE, 2018).

O índice de qualidade de Dickson (IQD) decresceu conforme a intensidade de sombreamento aumentou, isso se deve ao fato dos maiores valores nas relações H/DC e MSPA/MSR serem observados nos tratamentos com maior sombreamento, e a MST não ter apresentado variação com a intensidade de sombreamento. Portanto, devido ao IQD dividir os valores de H/DC e MSPA/MSR com a MST, o maior sombreamento



apresentou menores valores de IQD. Embora o IQD seja um bom índice que avalia simultaneamente a robustez e a distribuição de biomassa nas mudas, o emprego deste deve ser relativizado com demais aspectos de qualidade das mudas, como o padrão de altura e diâmetro mais viáveis para o plantio em campo.

As mudas de *Cordia trichotoma* produzidas a pleno sol apresentaram os maiores valores de IQD (0,80), contudo apresentaram as maiores alturas de 11,61 (0% de sombreamento e substrato 5) segundo a regressão (Tabela 2), valores muito aquém dos apresentados por Almeida, Nieri, Monteiro, Silva e Melo (2021) e, portanto, não recomendadas para o plantio em campo. As mudas produzidas sob sombreamento moderado (50%) apresentam boas características de altura e IQD superiores às produzidas sob sombreamento intenso (80%).

## 4 CONCLUSÕES

A *Cordia trichotoma* possui baixa tolerância a substratos básicos. Apesar do uso de casca de arroz carbonizada ser preferível ao uso de casca de café carbonizada para a produção de mudas de *Cordia trichotoma*, o substrato comercial foi superior às demais formulações.

A qualidade das mudas de *Cordia trichotoma* foi favorecida quando cultivadas com substrato comercial composto de casca de pinus, cinzas, vermiculita e serragem, sob sombreamento moderado (50% de sombreamento).

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. S.; NIERI, E. M.; MONTEIRO, E. C. S.; SILVA, O. M. C.; MELO, L. A. Reaproveitamento de resíduos de café em substratos para produção de mudas de *Joannesia princeps*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 41, p. 1-7, 2021. DOI: <https://doi.org/10.4336/2021.pfb.41e201902047>

BICKEL, L. K.; SANTOS, M. R.; BROCHIER, B.; FERNANDES, I. J.; MODOLO, R. C. E. Evaluation of a substrate-plant system containing effluent treatment plant sludge from a paint industry. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v. 8, n. 1, p. 117-133, 2022. DOI: <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021.v8.n1.10>



BOARO, V.; SCHWARZ, S. F.; SOUZA, P. V. D.; SOARES, W.; LOUROSA, G. V. Enxofre elementar no manejo do pH de substrato orgânico alcalino. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 12, p. 2111-2117, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20130768>

CUNHA, F. L.; ALMEIDA, R. S.; DINIZ, P. C.; CAMPOS, V. A.; GONZAGA, M. D.; MELO, L. A. Application of increasing doses of phosphor in *Cordia trichotoma* seedlings. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Belém, v. 64, p.1-5, 2021. Disponível em: <http://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/3468/1633>. Acesso em: 11 jan. 2022.

DA ROS, C. O.; REX, F. E.; RIBEIRO, I. R.; KAFER, P. S.; RODRIGUES, A. C.; SILVA, R. F.; SOMAVILLA, L. Uso de substrato compostado na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* e *Cordia trichotoma*. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 22, n. 4, p. 549-558, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.115714>

DE LA CRUZ-MARTORELL, K.; GÓMEZ-SALCEDO, Y.; SANTANDER, Y.; MERA, D. J. C.; MENDOZA, J. C. D.; PEREDA-REYES, I. Effect of alkaline pre-treatment on the anaerobic biodegradability of coffee husk. **Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia**, Medellín, n. 92, p. 36-41, 2019. <https://dx.doi.org/10.17533/udea.redin.20190516>

DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. O.; ROCHA, R. L. F. Diferentes substratos para a produção de mudas de *Sesbania virgata*. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 21, n. 2, p. 224-233, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/loram.2014.027>

FARIA, J. C. T.; MELO, L. A.; BRONDANI, G. E.; DELAMERLINA, W. M.; SILVA, D. S. N.; NIERI, E. M. Substrates formulated with organic residues in the production of seedlings of *Moquinias trumpolymorphum*. **Floresta**, Curitiba, v. 47, p. 523-532, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v47i4.50568>

FARIA, J. C. T.; PINTO, V. M. O.; GONÇALVES, D. S.; SOUZA, D. M. S. C.; FERNANDES, S. B.; BRONDANI, G. E. Carbonized and decomposed coffee husk as substrate component for ingá seedling production. **Nativa: Pesquisas Agrárias e Ambientais**, Sinop, v. 8, n. 2, p. 224-230, 2020. DOI: 10.31413/nativa.v8i2.9119.

FERMINO, M. H.; MIETH, P. Análise de substratos para produção de mudas de espécies florestais. In: ARAUJO, M. M.; NAVROSKI, M. C.; SCHORN, L. A. **Produção de sementes e mudas: Um enfoque à silvicultura**. Santa Maria: Editora UFSM, 2018. p. 169-186.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. DOI: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>

FIRMINO, T. P.; SOUZA, L. A.; BARBEIRO, C.; MARCÍLIO, T.; ROMAGNOLO, M. B.; PASTORINI, L. H. Influence of the light on the morphophysiological responses of native trees species of the semidecidual stational forest. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v.44, p.963-976, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40415-021-00754-4>

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES,



J. L. M.; BENEDETTI, V. (ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: ESALQ; USP, 2000. p. 309-350.

KOZLOWSKI, T. T.; KRAMER, P. J.; PALLARDY, S. G. **The physiological ecology of woody plants**. Academic press, [s.l.], 2012.

KRATZ, D., WENDLING, I. Crescimento de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* em substratos à base de casca de arroz carbonizada. **Revista Ceres**, v. 63, p. 348-354, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201663030011>

KRATZ, D.; NOGUEIRA, A. C.; WENDLING, I.; SOUZA, P. V. D. Substratos renováveis para produção de mudas de *Mimosa scabrella*. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 2, p. 393-408, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ufpr.v45i2.31249>

LI, X.; FENG, Y.; TING, S.; JIANG, J.; LIU, Y. Correlating emulsion properties to micro encapsulation efficacy and nutrients retention in mixed proteins system. **Food Research International**, [s.l.], n.115, p. 44-53, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.07.059>

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Efeito do volume do tubete no crescimento inicial de plântulas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud e *Jacaranda micranta* Cham. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 11-16, 2006. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050981883>

MOTA, L. H. S.; SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M. Efeito do condicionamento osmótico e sombreamento na germinação e no crescimento inicial das mudas de angico (*Anadenanthera falcata* Benth. Speg.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 15, n. 4, p. 655 - 663, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722013000500005>

PAGLIARINI, M. K.; MOREIRA, E. R.; NASSER, F. A. C. M.; MENDONÇA, V. Z.; CASTILHO, R. M. M. Níveis de sombreamento no desenvolvimento de mudas de *Hymenaea courbaril* var. *Stilbocarpa*. **Revista Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 26, n. 3, p. 330 - 346, 2017. DOI: <https://doi.org/10.32929/2446-8355.2017v26n3p330-346>

PASCUAL, J. A.; CEGLIE, F.; TUZEL, Y.; KOLLER, M.; KOREN, A.; HITCHINGS, R.; TITTARELLI, F. Organic substrate for transplant production in organic nurseries. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, Paris, v. 38, n. 3, p. 35, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0508-4>

REGAN, R. P. Evaluating alternative growing media components. *In*: WILKINSON, K. M.; HAASE, D. L.; PINTO, J. R. (coord.). **National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations**, 2013. Fort Collins (CO): USDA Forest Service; Rocky Mountain Research Station. 2014. p. 50-53.

SANTOS, W.; SOUZA, B. M.; ZULIAN, D. F.; ALVES, G. T. R.; GOMES, J. B. V.; MORAES, M. L. T.; SOUSA, V. A.; AGUIAR, A. V. Genotype-environment interaction in *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. Ex Steud. progenies in two different soil conditions. **Journal of Forestry Research**, Harbin, v. 33, p. 1-11, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11676-021-01337-5>

STUEPP, C. A.; FRAGOSO, R. O.; MONTEIRO, P. H. R.; KRATZ, D.; WENDLING, I.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Utilização de substratos renováveis para produção *ex vitro* de plantas clonais de *Melaleuca alternifolia* CHEEL por técnica de mini-corte. **Cerne**, Lavras, v. 23, n. 4, 2017.



Disponível em: <https://cerne.ufla.br/site/index.php/CERNE/article/view/1720>. Acesso em: 11 jan. 2022. DOI: 10.1590/01047760201723042434.

SILVA, B. L. B.; COSTA, E.; BINOTTI, F. F. S.; BENETT, C. G. S.; SILVA, A. G. Qualidade e crescimento de mudas de achachairu em função do substrato e sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 48, n. 4, p. 407–413, 2018. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/53500>. Acesso em: 11 jan. 2022.

SILVA, O. M. C.; HERNÁNDEZ, M. M.; ALMEIDA, R. S.; MOREIRA, R. P.; LELES, P. S. S.; MELO, L. A. Seedlings of tree species produced in substrates based on organic composts. **FLORESTA**, Curitiba, v. 51, n. 2, p. 371-380, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ufpr.v51i2.69047>

SOUZA, R. R.; FREIRE, A. L. O. Relação entre o sombreamento, o crescimento e a qualidade de mudas de craibeira. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 17, n. 2, p. 220-225, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

ZANUNCIO, V. S. S.; STEFANELLO, T. H.; LIMA, L. B. Germinating dynamics and seedling production of *Cordia trichotoma* (VELL.) Arrabida Ex Steudel. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 9, p. 68757-68770, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n9-354>

ZORZETO, T. Q.; DECHEN, S. C. F.; ABREU, F. F. J. Caracterização física de substratos para plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 3, p. 300-311, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0086>

## Contribuição de Autoria

### 1 Rodolfo Soares de Almeida

Engenheiro Florestal, Doutor em Ciências Florestais

<https://orcid.org/0000-0003-1952-2266> • [rodolfo.almeida@ufv.br](mailto:rodolfo.almeida@ufv.br)

Contribuição: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Administração do projeto; Implementação e teste de software; Validação de dados e experimentos; Redação do manuscrito original; Escrita - revisão e edição

### 2 Fernanda Leite Cunha

Engenheira Florestal, Mestre em Ciências Florestais

<https://orcid.org/0000-0001-7707-0910> • [fernandaleitecunha@gmail.com](mailto:fernandaleitecunha@gmail.com)

Contribuição: Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Implementação e teste de software; Validação de dados e experimentos; Redação do manuscrito original; Escrita - revisão e edição



### 3 Jamille Alonso Rossi

Engenheira Florestal

<https://orcid.org/0000-0001-7337-4976> • jamille\_alonso@yahoo.com.br

Contribuição: Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Redação do manuscrito original

### 4 Lucas Amaral de Melo

Engenheiro Florestal, Doutor em Ciências Florestais

<https://orcid.org/0000-0001-5219-9179> • lucas.amaral@ufla.br

Contribuição: Supervisão; Validação de dados e experimentos; Design da apresentação de dados; Escrita – revisão e edição; Disponibilização de ferramentas

### Como citar este artigo

ALMEIDA, R. S.; CUNHA, F. L.; ROSSI, J. A.; MELO, L. A. Intensidade de sombreamento e formulação de substrato afetam a qualidade de mudas de *Cordia trichotoma*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 33, n. 3, e69010, p. 1-22, 2023. DOI 10.5902/1980509869010. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509869010>. Acesso em: dia mês abreviado. ano.