



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
CURSO DE AGRONOMIA

CARLOS LIDUINO DA SILVA COSTA

**RESPOSTAS MORFOLÓGICAS NO CRESCIMENTO INICIAL DE *Enterolobium*
contortisiliquum EM DIFERENTES SUBSTRATOS E AMBIENTES**

FORTALEZA

2022

CARLOS LIDUINO DA SILVA COSTA

RESPOSTAS MORFOLÓGICAS NO CRESCIMENTO INICIAL DE *Enterolobium*
contortisiliquum EM DIFERENTES SUBSTRATOS E AMBIENTES

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará como requisito para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Antônio Marcos Esmeraldo Bezerra

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C871r Costa, Carlos Liduino da Silva.
Respostas morfológicas no crescimento inicial de *Enterolobium contortisiliquum* em diferentes substratos e ambientes / Carlos Liduino da Silva Costa. – 2022.
32 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2022.
Orientação: Prof. Dr. Antônio Marcos Esmeraldo Bezerra.
1. *Enterolobium contortisiliquum*. 2. Qualidade de mudas. 3. Substratos. I. Título.

CDD 630

CARLOS LIDUINO DA SILVA COSTA

RESPOSTAS MORFOLÓGICAS NO CRESCIMENTO INICIAL DE *Enterolobium contortisiliquum* EM DIFERENTES SUBSTRATOS E AMBIENTES

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará como requisito para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Marcos Esmeraldo Bezerra

Aprovado em: 05/02/2022

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Antônio Marcos Esmeraldo Bezerra - Orientador
Universidade Federal do Ceará – UFC

Dr. Eng. Agrº Alfredo Mendonça de Sousa – Conselheiro
Universidade Federal do Ceará –UFC

Dr. Eng. Agrº José Dionis Matos Araújo - Conselheiro
Agri Consultoria

AGRADECIMENTOS

A hora de escrever os agradecimentos é inevitável pensar em todos os acontecimentos durante todo o curso, ou até mesmo antes, nas pessoas que acreditaram na sua jornada e até mesmo nos momentos que pensei em desistir da faculdade.

Agradeço aos meus pais, Liduino Vera Costa e Ana Paula da Silva Costa, que apesar de não saber exatamente o que eu fazia tanto na faculdade e até mesmo passar dias virado no computador, eles sempre acreditaram nas minhas escolhas e ajudaram na medida do possível.

A Coordenadora Ivanice Gomes da Escola Municipal Antônio Diogo de Siqueira que proporcionou meu primeiro trabalho no projeto Mais Educação, como monitor de Horta Escolar. Tal oportunidade foi fundamental para minha continuidade na graduação.

Aos orientadores profa. Luzia Kalyne, profa. Juvenia Fontenele, prof. Sandro Gouveia e principalmente ao prof. Marcos Esmeraldo que acompanhou meu progresso de perto, agradeço aos seus ensinamentos, incentivos, paciência, amizade e conselhos para minha formação profissional.

Aos grupos que realizei atividades acadêmicas e que ajudaram a diversificar minha área de atuação, tanto na área farmacêutica no Centro de Estudos Farmacêuticos e Cosméticos (CEFAC), na área gastronômica no Grupo Saberes e Sabores (GSS) e ao Núcleo de Ensino de Pesquisa em Agricultura Urbana (NEPAU) que foi fundamental para realizar as atividades que contribuiu para meu conhecimento prático.

Aos amigos que fiz no NEPAU, que estiveram presentes: Goes, Cristiano, Erivanda, Daniela, Dionis, Clark, Mateus, Jamile, Neres, Lara, Alfredo, Jordana. Agradeço pelos ensinamentos, apoio e bons momentos.

Aos funcionários do NEPAU: Eliosmar (Mazim), Márcio e Francisco, pela parceria e aprendizado.

Aos professores do Curso de Agronomia da UFC pelos ensinamentos que contribuíram para minha formação e engrandecimento profissional. E em especial, a profa. Rosemeiry Melo que foi a primeira docente a acreditar no meu potencial.

A todas amigas que fiz durante o curso e de outros cursos da faculdade.

E a todos que contribuíram de alguma forma para a conclusão deste trabalho, agradeço toda paciência que tiveram em esclarecer minhas dúvidas.

*“A estrada segue sempre em frente
Deixando a porta onde começa
Agora distante a estrada contínua
E eu devo segui-la, se eu puder*

*Conquistando-a com meus pés ávidos
Até que ela se junte a um grande caminho
Onde muitas trilhas e tarefas se encontram
E para onde depois? Não sei dizer.”*

J. R. R. Tolkien

RESUMO

Enterolobium contortisiliquum Mor. (Vell.) Morong é uma espécie nativa da caatinga bastante recomendada em projetos de recuperação de áreas degradadas e arborização urbana. O objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*), submetidas a quatro tipos de substratos em dois ambientes. O trabalho foi desenvolvido no Núcleo de Estudo e Pesquisa em Agricultura Urbana (NEPAU), vinculado à Universidade Federal do Ceará (UFC), sob delineamento inteiramente casualizados (DIC) em parcelas subdivididas, sendo os ambientes os tratamentos primários (A_1 = sol pleno e A_2 = casa de vegetação) e os substratos os tratamentos secundários (S_1 = terra de formigueiro + composto orgânico (1:1); S_2 = vermiculita + casca de arroz carbonizada + composto orgânico (2:1:1); S_3 = fibra de coco + bagana + composto orgânico (1:1:1) com osmocote 14-14-14 (3 g/L) e S_4 = substrato comercial), com seis repetições. As sementes utilizadas no experimento foram submetidas à escarificação mecânica e em seguida semeadas em bandejas de polietileno de 162 células contendo substratos estudados conforme os tratamentos. Aos 12 dias após a semeadura (DAS), as plantas foram repicadas para tubetes de 288 ml contendo os substratos usados no experimento, permanecendo na casa de vegetação até os 26 DAS. Em seguida, as mudas destinadas ao ambiente a pleno sol foram retiradas da casa de vegetação e colocadas neste ambiente até o fim do experimento. Aos 120 dias após a repicagem, as mudas foram analisadas quanto às seguintes variáveis: altura, número de folhas, diâmetro do coleto, massas secas da parte aérea e da raiz, e o índice de qualidade de Dickson. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. O ambiente de casa de vegetação favoreceu o crescimento inicial das mudas de tamboril. Os substratos formulados a base de terra de formigueiro e composto orgânico (1:1, v/v), vermiculita, casca de arroz carbonizada e composto orgânico (2:1:1, v/v) e fibra de coco, bagana e composto orgânico (1:1:1, v/v, enriquecido com osmocote 14-14-14, 3 g/l) proporcionaram respostas similares aos verificados com o substrato comercial (Carolina Soil).

Palavras-chave: *Enterolobium contortisiliquum*, Qualidade de mudas, Substratos.

ABSTRACT

Enterolobium contortisiliquum Mor. (Vell.) Morong is a native species of the caatinga highly recommended in projects for the recovery of degraded areas and urban afforestation. The objective of this study was to evaluate the growth of monkfish (*Enterolobium contortisiliquum*) seedlings, submitted to four types of substrates in two environments. The work was carried out at the Center for Study and Research in Urban Agriculture (NEPAU), linked to the Federal University of Ceará (UFC), under a completely randomized design (DIC) in split plots, with the environments being the primary treatments (A_1 = full sun and A_2 = greenhouse) and the substrates the secondary treatments (S_1 = anthill + organic compost (1:1); S_2 = vermiculite + carbonized rice husk + organic compost (2:1:1); S_3 = coconut fiber + bagana + organic compost (1:1:1) with osmocote 14-14-14 (3g/L) and S_4 = commercial substrate), with six replications. The seeds used in the experiment were submitted to mechanical scarification and then sown in polyethylene trays with 162 cells containing substrates studied according to the treatments. At 12 days after sowing (DAS), the plants were transplanted to 288 ml tubes containing the substrates used in the experiment, remaining in the greenhouse until 26 DAS. Then, the seedlings destined to the environment in full sun were removed from the greenhouse and placed in this environment until the end of the experiment. At 120 days after transplanting, the seedlings were analyzed for the following variables: height, number of leaves, collar diameter, shoot and root dry mass, and Dickson's quality index. Means were compared by Tukey's test at 5% of significance. The greenhouse environment favored the initial growth of monkfish seedlings. The substrates formulated based on anthill soil and organic compost (1:1, v/v), vermiculite, carbonized rice husk and organic compost (2:1:1, v/v) and coconut fiber, bagana and compost organic (1:1:1, v/v, enriched with osmocote 14-14-14, 3 g/l) provided similar answers to the commercial substrate (Carolina Soil).

Palavras-chave: *Enterolobium contortisiliquum*, Seedling qualities, Substrates.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Registros durante o período experimental. A – Estrutura montada para suporte das mudas em tubetes e B – Avaliação do experimento, onde observa-se a formação de xilopódio.....19
- Figura 2** – Ilustração da obtenção das variáveis respostas do experimento. A – Contagem do número de folhas, B – Leitura com paquímetro do diâmetro do coleto, C – Pesagem da massa seca da parte aérea e D – Pesagem da massa seca das raízes.....21

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Combinação dos fatores usados no experimento perfazendo oito tratamentos (Trat.).....	20
---	----

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Análise de variância obtida para as variáveis altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NFP), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de *Enterolobium contortisiliquum*, submetidas à avaliação em dois ambientes e quatro substratos (S1 = terra de formigueiro + composto orgânico (1:1); S2 = vermiculita + casca de arroz carbonizada + composto orgânico (2:1:1); S3 = fibra de coco + bagana + composto orgânico (1:1:1) com osmocote 14-14-14 (3 g/L) e S4 = substrato comercial).....22
- Tabela 2** - Médias da altura da parte aérea (cm) de *Enterolobium contortisiliquum*, submetidas à avaliação em dois ambientes e quatro substratos (S1 = terra de formigueiro + composto orgânico (1:1); S2 = vermiculita + casca de arroz carbonizada + composto orgânico (2:1:1); S3 = fibra de coco + bagana + composto orgânico (1:1:1) com osmocote 14-14-14 (3 g/L) e S4 = substrato comercial).....23
- Tabela 3** – Médias do número de folhas de *Enterolobium contortisiliquum* por planta, submetidas à avaliação em dois ambientes e quatro substratos (S1 = terra de formigueiro + composto orgânico (1:1); S2 = vermiculita + casca de arroz carbonizada + composto orgânico (2:1:1); S3 = fibra de coco + bagana + composto orgânico (1:1:1) com osmocote 14-14-14 (3 g/L) e S4 = substrato comercial).....24
- Tabela 4** - Médias do diâmetro do coleto (mm) de *Enterolobium contortisiliquum*, submetidas à avaliação em dois ambientes e quatro substratos (S1 = terra de formigueiro + composto orgânico (1:1); S2 = vermiculita + casca de arroz carbonizada + composto orgânico (2:1:1); S3 = fibra de coco + bagana + composto orgânico (1:1:1) com osmocote 14-14-14 (3 g/L) e S4 = substrato comercial).....25
- Tabela 5** - Médias da massa fresca da parte aérea (g) de *Enterolobium contortisiliquum*, submetidas à avaliação em dois ambientes e quatro substratos (S1 = terra de formigueiro + composto orgânico (1:1); S2 = vermiculita + casca de arroz carbonizada + composto orgânico (2:1:1); S3 = fibra de coco + bagana + composto orgânico (1:1:1) com osmocote 14-14-14 (3 g/L) e S4 = substrato comercial).....26
- Tabela 6** - Médias da massa seca da raiz (g) de *Enterolobium contortisiliquum*, submetidas à avaliação em dois ambientes e quatro substratos (S1 = terra de formigueiro + composto orgânico (1:1); S2 = vermiculita + casca de arroz carbonizada + composto orgânico (2:1:1);

S3 = fibra de coco + bagana + composto orgânico (1:1:1) com osmocote 14-14-14 (3 g/L)
e S4 = substrato comercial).....27

Tabela 7 - Médias do índice de qualidade de Dickson de *Enterolobium contortisiliquum*, submetidas à avaliação em dois ambientes e quatro substratos (S1 = terra de formigueiro + composto orgânico (1:1); S2 = vermiculita + casca de arroz carbonizada + composto orgânico (2:1:1); S3 = fibra de coco + bagana + composto orgânico (1:1:1) com osmocote 14-14-14 (3 g/L) e S4 = substrato comercial).....28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 Aspectos gerais do tamboril.....	16
2.2 Dormência em sementes.....	16
2.3 Luminosidade.....	17
2.4 Recipiente para produção de mudas.....	18
2.5 Substratos.....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1 Localização e caracterização da área experimental.....	20
3.2 Origem das sementes e preparação do experimento.....	20
3.3 Delineamento estatístico e tratamentos.....	21
3.3.1 <i>Delineamento experimental</i>	21
3.3.2 <i>Avaliações e análises estatísticas</i>	21
3.4 Tratos culturais.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1 Análise de variância.....	23
4.1.1 <i>Altura da parte aérea</i>	24
4.1.2 <i>Número de folhas</i>	25
4.1.3 <i>Diâmetro do coleto</i>	26
4.1.4 <i>Massa seca da parte aérea</i>	27
4.1.5 <i>Massa seca da raiz</i>	28
4.1.6 <i>Índice de qualidade de Dickson</i>	29
5 CONCLUSÃO.....	30

1 INTRODUÇÃO

O uso de espécies arbóreas nativas em programas de reflorestamento com manejo sustentável ou para arborização urbana vem se intensificando nos últimos anos. Entretanto, muitas espécies apresentam mecanismos de dormência, dificultando o planejamento dos viveiristas para a obtenção de mudas. A dormência das sementes pode ser vantajosa para a perpetuação das espécies, ampliando a possibilidade de estabelecimento de novos indivíduos ou colonização de áreas por distribuir a germinação no tempo, porém ela pode representar grande problema quando se considera a exploração vegetal (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; ZAIDAN e BARBEDO, 2004).

O Tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong) é uma espécie arbórea de grande ocorrência no Piauí, Pará, Maranhão, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul. O tamboril é, também, conhecido como timbaúva, orelha-de-macaco, pau-de-sabão, entre outros, e vem se destacando, devido a seu potencial na recuperação de áreas degradadas (Sousa *et al.*, 2016). Segundo Lorenzi (2008) esta espécie apresenta crescimento rápido, estabelece simbiose com bactérias fixadoras de N₂ no solo (Moreira *et al.*, 2010) e se adapta a solos com baixos níveis de nitrogênio ou degradados e com excesso de metais pesados (Trannin *et al.*, 2001).

Segundo Magalhães (1986), citado por Stefanini *et al.* (2002), a análise de crescimento relaciona as condições morfológicas da planta ao longo do seu desenvolvimento. É um método que pode ser utilizado para investigação do efeito dos fenômenos ecológicos sobre o crescimento, adaptabilidade das espécies em diferentes ecossistemas, efeitos de competição, diferenças genotípicas da capacidade produtiva e influência das práticas agronômicas.

Portela *et al.* (2001), em sua revisão, observaram que cada espécie florestal apresenta exigência luminosa própria para seu desenvolvimento e que as plântulas podem aproveitar e se desenvolver melhor em locais com alta intensidade luminosa - como acontece nas grandes clareiras - e outras em sombreamento, como nos sub-bosques.

O cenário atual de produção de mudas de florestas nativas no Brasil é bastante diversificado, tendo-se diferentes materiais para compor os substratos. Viveiros em municípios com pequenas propriedades agrícolas usam substratos compostos por amostras subsuperficiais de solo e matéria orgânica de fácil acesso disponível em suas propriedades (Araújo *et al.*, 2020). Resíduos orgânicos são utilizados tanto na produção agrícola como florestal, proporcionando meio adequado para o crescimento radicular de mudas (Sousa *et al.*, 2016). Assim, o uso de resíduos também permite um adequado destino final aos mesmo, diminuindo sua deposição no meio ambiente e proporcionando uma produção economicamente viável (Lustosa filho *et al.*, 2015).

O uso do solo natural, areia ou uma mistura destes como componentes do substrato é justificável devido ao seu baixo custo e por serem de fácil aquisição (Moreira *et al.*, 2018). Somado a isto, esses materiais são encontrados disponíveis na natureza, são fáceis de transportar, ricos em nutrientes, bem estruturados, fornece condições para germinação e desenvolvimento de plantas, reduzindo o tempo de cultivo, e o menor gasto com insumos, tudo isso pode reduzir a dependência da utilização de substratos comerciais nas atividades florestais (Moreira *et al.*, 2018).

Para compor a fração orgânica dos substratos, tem-se a matéria orgânica, com a finalidade básica de aumentar a capacidade dos substratos em reter água e nutrientes, reduzir a densidade e aumentando a porosidade do meio (Guerrini e Trigueiro, 2004). Muitos materiais podem ser utilizados para compor a fração orgânica dos substratos, tais como: compostos orgânicos provenientes de poda de árvores e condicionadores de solo, resíduos provenientes do processamento do arroz (palha de arroz), resíduos decompostos da planta de carnaúba (bagana de carnaúba) (Sousa *et al.*, 2015), esterco animal, composto de lixo urbano, resíduo da extração de fibras de *Agave sisalana* (Moreira *et al.*, 2018). A fração orgânica desempenha várias funções para as plantas contribuindo para o seu desenvolvimento, porém, esta contribuição vai depender da qualidade dos resíduos e das necessidades nutricionais da espécie.

O uso de um substrato inadequado pode ocasionar irregularidade ou até mesmo nulidade na germinação, logo, o substrato se constitui num dos fatores mais complexos na produção de mudas. Com base no exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes substratos e ambientes o desenvolvimento de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* e ampliar o campo de conhecimento sobre uso de compostos orgânicos no cultivo de tamboril.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos gerais do tamboril

Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong – Mimosaceae, comumente conhecida como orelha-de-macaco, é uma árvore de grande porte e crescimento rápido, heliófila, secundária inicial, encontrada em diversas formações florestais brasileiras. Frequentemente, é encontrada colonizando áreas desmatadas, em clareiras e bordas de mata. Presta-se à arborização, recuperação de áreas degradadas e reflorestamentos mistos (Durigan *et al.*, 2002). Segundo Lorenzi, (2002) esta espécie, é encontrada em diferentes formações de florestas no Brasil, mas principalmente no bioma Caatinga, onde é importante para apicultura, madeira, medicina e paisagismo, bem como para projetos de recuperação de áreas degradadas.

É ótima para reflorestamento de áreas degradadas de preservação permanente em plantios mistos, principalmente por seu rápido crescimento inicial. Entretanto, pouco se sabe sobre a germinação e produção de mudas de *Enterolobium contortisiliquum*, o que em muitos casos leva ao insucesso daqueles que pretendem produzir mudas desta espécie.

2.2 Dormência em sementes

A distribuição da capacidade de germinação no tempo ocorre nos vegetais devido a diferentes intensidades de dormência de suas sementes. Dessa forma, numa mesma planta pode haver sementes prontas para germinar e outras que germinarão após meses ou anos (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Muitas espécies apresentam mecanismos de dormência, dificultando o planejamento dos viveiristas para a obtenção de mudas. A dormência das sementes pode ser vantajosa para a perpetuação das espécies, ampliando a possibilidade de estabelecimento de novos indivíduos ou colonização de áreas por distribuir a germinação no tempo, porém ela pode representar grande problema quando se considera a exploração vegetal (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; ZAIDAN e BARBEDO, 2004).

2.3 Luminosidade

A eficiência do crescimento de mudas está relacionada à habilidade de adaptação das plântulas às condições de intensidade luminosa do ambiente (Morais Neto *et al.*, 2000). O estudo da luminosidade é fundamental para a avaliação do potencial de espécies nativas em eventuais programas de revegetação, pois a disponibilidade de luz constitui-se em um dos fatores críticos para o seu desenvolvimento (GAJECO *et al.*, 2001). Sendo a região semi-árida caracterizada por altos índices de iluminação diária, um dos fatores de maior importância a ser estudado, é a interferência de diferentes níveis de luz recebidos pelas plantas em seu desenvolvimento.

Estudos sobre a adaptação das espécies arbóreas à disponibilidade de luz no seu ambiente de crescimento são importantes, no sentido de contribuir para o desenvolvimento de técnicas de plantio e de manejo de mudas dessas espécies, na perspectiva de múltiplos usos da floresta (Lima *et al.*, 2010). Os viveiros produtores de mudas de espécies florestais têm como principal problema determinar, durante a fase de viveiro, quais fatores alteram a sobrevivência e o desenvolvimento inicial das mudas no campo. Os atributos das mudas, necessários para obtenção do sucesso do plantio no campo, compõem o conceito de “qualidade de muda” (Fonseca *et al.*, 2002). Visando o controle da radiação incidente, o uso de telados redutores da radiação (Aguilera *et al.*, 2004), têm sido amplamente utilizados para o conhecimento da ecofisiologia de espécies submetidas a diferentes condições de luminosidade. Os parâmetros morfológicos são os mais utilizados na determinação do padrão de qualidade das mudas, em vista de sua compreensão mais intuitiva, por parte dos viveiristas, enquanto os parâmetros fisiológicos são de difícil mensuração e análise (GOMES, J.M.; PAIVA, H.N, 2004).

Estudos sobre o crescimento de árvores nativas têm sido feitos para o conhecimento da resposta de diversas espécies submetidas a diferentes condições de luminosidade, tendo sido observado que a eficiência no crescimento da planta pode ser relacionada com a habilidade de adaptação de plântulas às condições luminosas do ambiente (Silva *et al.*, 2007).

O crescimento e adaptação da planta a diferentes condições luminosas do ambiente podem ser relacionados, à habilidade das plantas em ajustar, de forma eficaz e rápida, seu comportamento fisiológico e fotossintético para maximizar a aquisição de recursos nesse ambiente (Dias filho, 1997).

2.4 Recipiente para produção de mudas

Entre os fatores mais importantes para a produção de mudas de qualidade, destaca-se o tipo de recipiente. Na escolha do melhor recipiente, deve ser levada em consideração a quantidade de mudas e a espécie produzida, além da finalidade da produção (SILVA *et al.*, 2007). Também deve ser considerado o custo com transporte das mudas até o local e a mão de obra envolvida na atividade de plantio.

O tipo de recipiente constitui fator importante na produção de mudas, sendo condicionante na qualidade da muda, sobretudo por permitir um controle nutricional melhor, proteção das raízes contra danos mecânicos e a desidratação, além de propiciar o manejo mais adequado no viveiro, no transporte, na distribuição e no plantio. Por outro lado, a malformação e a restrição, do sistema radicular, causadas pelos recipientes, podem promover o desequilíbrio na relação entre raízes e parte aérea, alterando as respostas fisiológicas da planta afetando, conseqüentemente, a qualidade da muda (REIS *et al.*, 1989).

Entre os recipientes mais utilizados para produção de mudas nativas da flora brasileira estão os tubetes e os sacos plásticos. Segundo Hahn *et al.* (2006), sacos plásticos necessitam de um investimento menor para produção, são facilmente preenchidos com substratos de fácil obtenção e não necessitam de mão de obra especializada. Por outro lado, os tubetes apresentam frisos verticais que direcionam o sistema radicular, evitando enovelamento e possuem um orifício na parte inferior que possibilita a poda natural das raízes pelo ar, além de possibilitar a automatização dos viveiros e apresentar melhores condições de ergonomia aos trabalhadores. Em geral, cada um desses recipientes apresenta potenciais vantagens e desvantagens, assim como requerem técnicas de produção diferentes.

2.5 Substratos

Os substratos em geral têm como principal função dar sustentação às sementes, tanto do ponto de vista físico como químico e, são constituídos por três frações, a física, a química e a biológica. As frações físico-químicas são formadas por partículas minerais e orgânicas, contendo poros que podem ser ocupados por ar e/ou água e a fração biológica pela matéria orgânica (AGUIAR *et al.*, 1993).

Segundo Schmitz *et al.* (2002), o pH, a capacidade de troca catiônica (CTC), a salinidade e o teor de matéria orgânica constituem as principais propriedades químicas consideradas na caracterização de um substrato. Em relação às propriedades físicas, os autores destacam a densidade, a porosidade e a disponibilidade hídrica (volumes de água disponíveis em diferentes potenciais).

Segundo Kampf (2000), as características físicas devem ser observadas com atenção, uma vez que podem influenciar no crescimento das mudas; por exemplo, quanto mais alta for a densidade do substrato, mais difícil se torna o cultivo no recipiente, podendo limitar o crescimento das mudas. Na composição do substrato para o crescimento de plântulas, a fonte orgânica é responsável pela retenção de umidade e pelo fornecimento de parte dos nutrientes. Tradicionalmente, o esterco bovino é utilizado como fonte orgânica na composição de substratos para viveiros de mudas de café, de plantas hortícolas e de plantas arbóreas (FONSECA, 1988; SANTOS *et al.*, 1994; ANDRADE NETO *et al.*, 1999). Para Cunha *et al.* (2006), a melhor “performance” das mudas de *Acacia* sp, comparando-se diferentes substratos com a mesma proporção de material orgânico, foi observada quando se utilizou esterco bovino. No processo de produção de mudas é comum o uso de matéria orgânica misturada ao solo devido sua ação favorável sobre as propriedades físico-químicas do mesmo. A matéria orgânica, responsável pelo fornecimento de parte dos nutrientes às mudas e pela retenção de umidade, também influencia na densidade do substrato, na porosidade total.

Na realidade, a escolha por um determinado substrato vai depender da finalidade do uso, pois dificilmente se encontra um material com todas as características que atenda às condições para o ótimo crescimento e desenvolvimento das plantas (SOUZA *et al.*, 1995).

As associações de materiais orgânicos, especialmente em mistura com o solo, normalmente propiciam boas condições físicas e fornecem os nutrientes necessários ao desenvolvimento das mudas (Negreiros *et al.* 2004).

A maior parte dos trabalhos desenvolvidos com produção de mudas arbóreas como o tamboril (*Enterolobium contortisiliquu*), em compostos orgânicos avaliam essas espécies através de seus parâmetros morfológicos de crescimento. Esses parâmetros são importantes, pois a obtenção de mudas de qualidade antes do plantio definitivo é importante para o silvicultor, e isto pode ser alcançado de maneira prática, rápida e fácil, observando-se esses parâmetros (Fonseca *et al.*, 2002).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O ensaio foi conduzido no período de junho a outubro de 2021, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), em áreas experimentais pertencentes ao Núcleo de Estudo e Pesquisa em Agricultura Urbana (NEPAU) (3°43'02" de latitude S e 38°32'35" de longitude W; altitude de 19,6 m) em Fortaleza/CE. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen (1918) qualifica o clima como do tipo Aw', a temperatura média anual é de 26,5 °C.

3.2 Origem das sementes e preparação do experimento

As sementes utilizadas no experimento foram obtidas na Associação Caatinga, sendo coletadas no ano de 2020. Foram submetidas à escarificação mecânica e em seguida semeadas em bandejas de polietileno de 162 células contendo os substratos que constituem os tratamentos. Aos 12 dias após a semeadura (DAS), as plantas foram repicadas para tubetes de 288 ml contendo os substratos, permanecendo na casa de vegetação até os 26 DAS. Posteriormente, as mudas destinadas ao ambiente a sol pleno foram retiradas da casa de vegetação e colocadas em estruturas suspensas, específicas para alocação de tubetes, neste ambiente até o fim do experimento.

Figura 1: Registros durante o período experimental. A – Estrutura montada para suporte das mudas em tubetes e B – Avaliação do experimento, onde observa-se a formação de xilopódio.



Fonte: Autor.

3.3 Delineamento estatístico e tratamentos

3.3.1. Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em parcelas subdivididas no delineamento inteiramente casualizados (DIC). Os ambientes constituíram os tratamentos primários: A₁ = sol pleno e A₂ = casa de vegetação; e os substratos constituíram os tratamentos secundários: S₁ = terra de formigueiro + composto (1:1); S₂ = vermiculita + casca de arroz carbonizada + composto (2:1:1); S₃ = fibra de coco + bagana + composto (1:1:1) com osmocote 14-14-14 (3 g/L) e S₄ = substrato comercial Carolina Soil (testemunha), com 6 repetições. Cada unidade experimental foi composta por quatro tubetes contendo cada um uma planta, totalizando 192 plantas.

Quadro 1 – Combinação dos fatores usados no experimento perfazendo oito tratamentos (Trat.).

Ambientes (A)	Substrato (S)	Trat.
A ₁ - Sol Pleno	S ₁ - Terra de formigueiro + composto orgânico (1:1)	A ₁ S ₁
A ₁ - Sol Pleno	S ₂ - Vermiculita + casca de arroz carbonizada + composto orgânico (2:1:1)	A ₁ S ₂
A ₁ - Sol Pleno	S ₃ - Fibra de coco + bagana + composto orgânico (1:1:1) com osmocote 14-14-14 (3 g/L)	A ₁ S ₃
A ₁ - Sol Pleno	S ₄ -Substrato comercial	A ₁ S ₄
A ₂ - Casa de Vegetação	S ₁ - Terra de formigueiro + composto orgânico (1:1)	A ₂ S ₁
A ₂ - Casa de Vegetação	S ₂ - Vermiculita + casca de arroz carbonizada + composto orgânico (2:1:1)	A ₂ S ₂
A ₂ - Casa de Vegetação	S ₃ -Fibra de coco + bagana + composto orgânico (1:1:1) com osmocote 14-14-14 (3 g/L)	A ₂ S ₃
A ₂ - Casa de Vegetação	S ₄ -Substrato comercial	A ₂ S ₄

Fonte: Autor.

3.3.2 Avaliações e análises estatísticas

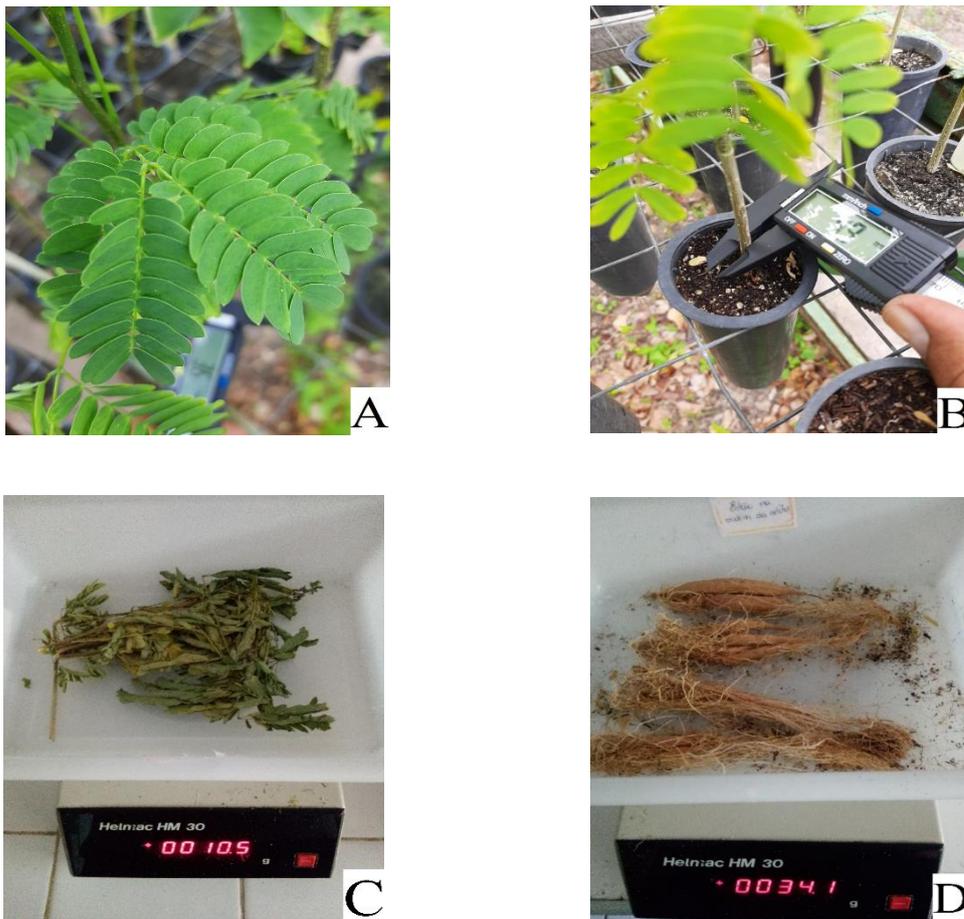
A altura da parte aérea (H) foi determinada a partir do coleto até a ponta da maior folha com o auxílio de uma régua graduada em centímetros. O diâmetro do coleto (DC) foi medido na zona de diferenciação entre a raiz e a parte aérea comum com o uso de um paquímetro digital com precisão milimétrica. O número de folhas por planta (NFP) foi avaliada através da contagem direta das folhas

nas plantas. A massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA e MSR) foram determinadas a partir do material seco em estufa de circulação forçada à 75 °C, por 72 horas. A massa seca total (MST) foi obtida pela soma da MSPA e MSR. E o índice de qualidade de Dickson (IQD) é uma fórmula balanceada em que se incluem as relações dos parâmetros morfológicos, como o peso de matéria seca total (PMST), o peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), o peso de matéria seca do sistema radicular (PMSR), a altura da parte aérea (H) e o diâmetro do coleto (DC) (GOMES; PAIVA, 2004).

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

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software estatístico SISVAR. O teste de agrupamento de médias utilizado foi o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 2 – Ilustração da obtenção das variáveis respostas do experimento. A – Contagem do número de folhas, B – Leitura com paquímetro do diâmetro do coleto, C – Pesagem da massa seca da parte aérea e D – Pesagem da massa seca das raízes.



Fonte: Autor.

3.4 Tratos culturais

Durante todo o experimento foi realizado a irrigação duas vezes ao dia (manhã e tarde) com auxílio de um regador de 10 l.

O controle de plantas daninhas ocorreu periodicamente de forma manual nas plantas em tubetes e na parte externa, próxima a estrutura de suporte das mudas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de variância

O resumo da análise de variância obtida para as variáveis altura da parte aérea, diâmetro do coleto, número de folhas por planta, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e índice de qualidade de Dickson, consta na tabela 1 a seguir. A interação não foi significativa em todas as variáveis analisada no experimento. Observou-se efeito significativo para os fatores isolados na altura, diâmetro do coleto, número de folhas por planta, massa seca de parte aérea, massa seca de raiz e IQD.

Tabela 1 – Análise de variância obtida para as variáveis altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NFP), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de *Enterolobium contortisiliquum*, submetidas à avaliação em dois ambientes e quatro substratos (S1 = terra de formigueiro + composto orgânico (1:1); S2 = vermiculita + casca de arroz carbonizada + composto orgânico (2:1:1); S3 = fibra de coco + bagana + composto orgânico (1:1:1) com osmocote 14-14-14 (3 g/L) e S4 = substrato comercial).

FV	GL	QM					
		H	DC	NFP	MSPA	MSR	IQD
Ambiente (A)	1	725,8741**	1,3167**	1,8802 ^{ns}	6,1633**	1,9764 ^{ns}	0,3777 ^{ns}
Resíduo (a)	10	16,1476	0,0632	0,7146	0,2591	1,5264	0,1909
Substrato (B)	3	11,4749 ^{ns}	0,7922*	3,8073*	3,1035**	92,2773**	1,1819**
Interação AxB	3	5,3939 ^{ns}	0,2202 ^{ns}	2,5156 ^{ns}	0,6472 ^{ns}	1,7706 ^{ns}	0,2740 ^{ns}
Resíduo (b)	30	14,7119	0,1911	0,8750	0,3850	3,0190	0,1297
CV _(a) %	-	12,77	5,87	11,68	17,15	29,62	22,17
CV _(b) %	-	12,19	10,21	12,92	20,90	41,65	18,28

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F;

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F;

^{ns} Não significativo, pelo teste F.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os coeficientes de variação associados às variáveis altura, diâmetro do coleto e número de folhas por planta apresentaram valores abaixo de 15% para o $CV_{(a)}$ e $CV_{(b)}$. Destaca-se que quanto menor o CV, maior a precisão experimental. As variáveis massa seca da parte aérea e massa seca da raiz, por sua vez, apresentaram coeficientes de variação acima de 20%. Ressalta-se que a massa seca da raiz apresentou valores de 29,62% para o fator ambiente e 41,65% no fator substrato.

4.1.1 Altura da parte aérea

Para a característica altura da parte aérea, verificou-se que os valores médios dos tratamentos variaram entre 25 e 35 cm. Não houve diferença significativa entre os substratos, todavia ressalta-se que não houve diferença entre os substratos formulados (S_1 , S_2 e S_3) e o substrato comercial (S_4). Verificou-se, contudo, diferença com relação ao fator ambiente. Com relação a esse fator, observou-se que a casa de vegetação proporcionou mudas com maiores alturas.

Tabela 2 - Médias da altura da parte aérea (cm) de *Enterolobium contortisiliquum*, submetidas à avaliação em dois ambientes e quatro substratos (S_1 = terra de formigueiro + composto orgânico (1:1); S_2 = vermiculita + casca de arroz carbonizada + composto orgânico (2:1:1); S_3 = fibra de coco + bagana + composto orgânico (1:1:1) com osmocote 14-14-14 (3 g/L) e S_4 = substrato comercial).

Ambiente	Substratos				Médias
	S_1	S_2	S_3	S_4	
Sol pleno	29,12	25,88	28,52	26,83	27,58 B
Casa de vegetação	36,44	35,21	34,70	35,09	35,36 A
Médias	32,78	30,54	31,61	30,96	

^a. A Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto à altura, o rápido desenvolvimento obtido pelas mudas sombreadas deve-se à busca de luminosidade pelas plantas menos favorecidas, comportamento comum em áreas florestais onde há competitividade entre espécies. Esses resultados estão de acordo com alguns trabalhos da literatura com espécies lenhosas, nas quais a maior altura ocorre em condições sombreadas (MAZZEI *et al.*, 1998); FELFILI *et al.*, 1999; ATROCH *et al.*, 2001)

De acordo com Moraes Neto *et al.* (2000) a capacidade de crescer rapidamente quando sombreada é um importante mecanismo de adaptação a condições de baixa intensidade luminosa.

Têm-se que as diferenças no crescimento em altura das mudas de tamboril para os diferentes níveis de luminosidade, em todos os substratos avaliados, indicam que o ambiente em casa de vegetação obteve os maiores valores para essa variável.

4.1.2 Número de folhas

Examinando a tabela 3, constata-se que o ambiente não influenciou o número de folhas.

Com relação aos substratos, constatou-se que os substratos formulados a base terra de formigueiro, composto orgânico (1:1, v/v), vermiculita, casca de arroz carbonizada e composto orgânico (2:1:1, v/v), e fibra de coco, bagana e composto orgânico (1:1:1, v/v, enriquecido com osmocote 14-14-14, 3 g/l), tiveram o mesmo desempenho do substrato comercial (Carolina Soil).

Tabela 3 – Médias do número de folhas de *Enterolobium contortisiliquum* por planta, submetidas à avaliação em dois ambientes e quatro substratos (S1 = terra de formigueiro + composto orgânico (1:1); S2 = vermiculita + casca de arroz carbonizada + composto orgânico (2:1:1); S3 = fibra de coco + bagana + composto orgânico (1:1:1) com osmocote 14-14-14 (3 g/L) e S4 = substrato comercial).

Ambiente	Substratos				Médias
	S1	S2	S3	S4	
Sol pleno	6,92	6,79	7,67	6,79	7,04
Casa de vegetação	8,42	7,50	7,67	6,17	7,44
Médias	7,67 a	7,15 ab	7,67a	6,48b	

^{a, A} Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os valores referentes ao número de folhas nos tratamentos em ambos os ambientes obtidos nesse trabalho situam-se dentro dos valores observados por Araújo *et al.* (2011), estudando a produção mudas de tamboril em diferentes substratos produzidas em sacos de polietileno de 9 x 29cm. Com os tratamentos: Solo (6,08 folhas. plantas⁻¹), Solo + Esterco Bovino Curtido (1:1) (8,70 folhas. plantas⁻¹), Solo + Casca de Arroz Carbonizada (1:1) (8,86 folhas. plantas⁻¹) e Solo + Esterco Bovino Curtido + Casca de Arroz Carbonizada (1:1:1) (8,50 folhas. plantas⁻¹). Sendo substrato a base de solo o único a apresentar diferença significativa entre os substratos, o solo utilizado foi um Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico. O autor não relata se o experimento foi conduzido em casa de vegetação ou sol pleno.

A pleno sol, as mudas de tamboril apresentaram menor desenvolvimento da parte aérea, corroborando com informações observadas na revisão de Durigan *et al.* (2002), as quais afirmam que a espécie tem características de planta do tipo secundária.

4.1.3 Diâmetro do coleto

Os substratos compostos por vermiculita, casca de arroz carbonizada e composto orgânico – S₂ (3,97 mm. plantas⁻¹) e fibra de coco, bagana, composto orgânico com osmocote – S₃ (7,67 mm. plantas⁻¹) e não diferiram estatisticamente entre si. O substrato de terra de formigueiro, composto orgânico – S₁ (4,57 mm. plantas⁻¹) e Substrato Comercial – S₄ (4,20 mm. plantas⁻¹) apresentaram diferença significativa quanto a essa variável.

Evidencia-se que os substratos formulados não diferiram do substrato comercial quanto ao diâmetro do coleto (tabela 4).

Tabela 4 - Médias do diâmetro do coleto (mm) de *Enterolobium contortisiliquum*, submetidas à avaliação em dois ambientes e quatro substratos (S₁ = terra de formigueiro + composto orgânico (1:1); S₂ = vermiculita + casca de arroz carbonizada + composto orgânico (2:1:1); S₃ = fibra de coco + bagana + composto orgânico (1:1:1) com osmocote 14-14-14 (3 g/L) e S₄ = substrato comercial).

Ambiente	Substratos				Médias
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	
Sol pleno	4,25	3,74	4,28	4,19	4,12 B
Casa de vegetação	4,88	4,20	4,50	4,20	4,45 A
Médias	4,57 a	3,97 b	4,39 ab	4,20 ab	

^{a, A} Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: Dados da pesquisa.

Segundo Souza *et al.* (2006), o diâmetro do caule é um item fundamental para a avaliação do potencial de sobrevivência e crescimento no pós-plantio de mudas de espécies florestais. Segundo esses autores, dentro de uma mesma espécie, as plantas com maior diâmetro apresentam maior sobrevivência, por apresentarem capacidade de formação e de crescimento de novas raízes. O diâmetro do caule é um bom indicativo de qualidade de mudas e tem forte correlação com a porcentagem de sobrevivência de mudas (CARNEIRO, 1995).

O diâmetro do coleto das plantas apresentou crescimento semelhante em todos os tratamentos, entretanto a maior exposição à radiação solar ocasionou diminuição do diâmetro do

coleteo. Ressalta-se que os tratamentos com maior luminosidade permaneceram praticamente sobrepostas durante o experimento. As mudas cultivadas sob sombreamento apresentaram os maiores valores em todos os tratamentos, mantendo-se a média de 04 mm.

4.1.4 Massa seca da parte aérea

Analisando a tabela 5, verifica-se que os substratos formulados (S₁ – terra de formigueiro e composto orgânico; S₂ – vermiculita, casca de arroz carbonizada e composto orgânico; e S₃ – fibra de coco, bagana e composto orgânico enriquecido com osmocote) não diferiram ao substrato comercial (S₄, Carolina Soil). O peso da massa seca de parte aérea apesar de ser um método destrutivo deve ser considerado, pois indica a rusticidade das mudas (GOMES; PAIVA, 2004).

Tabela 5 - Médias da massa seca da parte aérea (g) de *Enterolobium contortisiliquum*, submetidas à avaliação em dois ambientes e quatro substratos (S1 = terra de formigueiro + composto orgânico (1:1); S2 = vermiculita + casca de arroz carbonizada + composto orgânico (2:1:1); S3 = fibra de coco + bagana + composto orgânico (1:1:1) com osmocote 14-14-14 (3 g/L) e S4 = substrato comercial).

Ambiente	Substratos				Médias
	S1	S2	S3	S4	
Sol pleno	2,83	1,75	3,23	2,64	2,61 B
Casa de vegetação	3,89	2,92	3,58	2,93	3,33 A
Médias	3,36 a	2,33 b	3,40 a	2,78 ab	

^{a, A} Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: Dados da pesquisa.

Resultados diferentes foram encontrados por Chaves & Paiva (2004) para *Senna macranthera* e por Ferreira *et al.* (1977) para o *Peltophorum dubium* (Spr.) Taub, os quais constataram maior resposta de produção de matéria seca com aumento do índice de sombreamento indicando, para essas espécies, um estágio sucessional posterior ao das pioneiras; já para *Trema micrantha* (L.) Blume, Fonseca *et al.* (2002) não observaram efeito significativo do período de sombreamento sobre a produção de matéria seca.

Para a MSPA, os tratamentos com maiores médias e que estatisticamente não diferiram entre si foram o substrato a base de Terra de Formigueiro + Composto Orgânico – S1 (3,36 g. plantas⁻¹) e o substrato de Fibra de Coco + Bagana + Composto Orgânico + Osmocote – S3 (3,40 g. plantas⁻¹), os quais apresentaram valores superiores aos demais para os dois fatores testados. Em

contrapartida, os que apresentaram os menores valores para os dois fatores e apresentaram a média menor que 03g, foram o substrato Vermiculita + Casca de Arroz Carbonizada + Composto Orgânico – S2 e o substrato Comercial – S4.

4.1.5 Massa seca da raiz

O substrato Comercial – S4 (8,33 g. plantas⁻¹) diferiu estatisticamente dos demais, e apresentou a maior média para os ambientes (Tabela 6). Já os substratos com terra de formigueiro, composto orgânico – S1 (2,67 g. plantas⁻¹), vermiculita, casca de arroz carbonizada, composto orgânico – S2 (2,88 g. plantas⁻¹) e fibra de Coco, bagana, composto Orgânico – S3 (2,80 g. plantas⁻¹) não apresentaram diferença significativa entre si. Os maiores valores médios foram verificados para o substrato comercial.

O peso da massa seca das raízes é um parâmetro importante para estimar a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo, destacando-se que a sobrevivência é consideravelmente quanto mais abundante for o sistema radicular (GOMES; PAIVA, 2004).

Tabela 6 - Médias da massa seca da raiz (g) de *Enterolobium contortisiliquum*, submetidas à avaliação em dois ambientes e quatro substratos (S1 = terra de formigueiro + composto orgânico (1:1); S2 = vermiculita + casca de arroz carbonizada + composto orgânico (2:1:1); S3 = fibra de coco + bagana + composto orgânico (1:1:1) com osmocote 14-14-14 (3 g/L) e S4 = substrato comercial).

Ambiente	Substratos				Médias
	S1	S2	S3	S4	
Sol pleno	2,38	2,43	3,17	7,90	3,97
Casa de vegetação	2,96	3,34	2,44	8,76	4,37
Médias	2,67 b	2,88 b	2,80 b	8,33 a	

^a Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: Dados da pesquisa.

Segundo Reis *et al.* (1989) e Carneiro (1995), pelo ajuste de crescimento das mudas, no qual a restrição imposta pelo recipiente promove o crescimento balanceado entre as partes, sem alteração na distribuição relativa de matéria seca com a variação do volume do recipiente. José *et al.* (2005) também não constataram diferenças significativas em relação a essa variável em mudas de *Schinus terebintifolius* produzidas em tubetes de volumes de 50 e 150 cm³.

Com base nessas variáveis, verifica-se que as mudas produzidas no substrato Comercial – S4 apresentaram parâmetros morfológicos de qualidade superiores às produzidas em outros substratos. É possível inferir também que as mudas alcançaram valores discrepantes com o dobro dos valores médios das amostragens, em ambos os ambientes. O tratamento também é o único que apresentou diferença significativa entre os outros substratos.

4.1.6 Índice de qualidade de Dickson

Com base nos parâmetros morfológicos avaliados, foi calculado o índice de qualidade de Dickson (IQD).

Conforme a tabela 7, evidencia-se que os substratos formulados (S₁ – 2,20 IQD, S₂ – 1,56 IQD e S₃ – 2,23 IQD) não apresentaram diferença significativa em comparação ao substrato comercial (S₄ 1,89 IQD).

Tabela 7 – Médias do índice de qualidade de Dickson de *Enterolobium contortisiliquum*, submetidas à avaliação em dois ambientes e quatro substratos (S1 = terra de formigueiro + composto orgânico (1:1); S2 = vermiculita + casca de arroz carbonizada + composto orgânico (2:1:1); S3 = fibra de coco + bagana + composto orgânico (1:1:1) com osmocote 14-14-14 (3 g/L) e S4 = substrato comercial).

Ambiente	Substratos				Médias
	S1	S2	S3	S4	
Sol pleno	2,04	1,35	2,12	2,03	1,88
Casa de vegetação	2,36	1,76	2,34	1,76	2,06
Médias	2,20 a	1,56 b	2,23 a	1,89 ab	

^{a, A} Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: Dados da pesquisa.

Além de ser um bom índice de qualidade de mudas, o índice de qualidade de mudas, o Dickson (IQD) é considerado uma promissora medida morfológica ponderada, haja vista que considera, em sua fórmula, além do vigor o equilíbrio de distribuição da biomassa das plantas, várias características consideradas importantes (GOMES; PAIVA, 2004). Segundo Gomes (2001), as várias características morfológicas utilizadas no IQD permitem predizer consideravelmente a qualidade das mudas ainda no viveiro.

As mudas produzidas em casa de vegetação também apresentaram valores médios de IQD significativamente superior as plantas em sol pleno, com exceção do tratamento com substrato Comercial que obteve média superior ao cultivo protegido. Segundo Gomes *et al.* (2003), quanto

maior for esse valor dentro de um lote de mudas, melhor o padrão de qualidade, porém são necessários maiores estudos para a determinação de faixas de valores ótimos para mudas florestais nativas.

5 CONCLUSÃO

O ambiente de casa de vegetação favoreceu o crescimento inicial das mudas de tamboril.

Os substratos formulados a base de terra de formigueiro e composto orgânico (1:1, v/v), vermiculita, casca de arroz carbonizada e composto orgânico (2:1:1, v/v) e fibra de coco, bagana e composto orgânico (1:1:1, v/v, enriquecido com osmocote 14-14-14, 3 g/l) proporcionaram respostas similares aos verificados com o substrato comercial (Carolina Soil).

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, p. 350, 1993.
- AGUILERA D. B., FERREIRA FA & CECON PR. Crescimento de *Siegesbeckia orientalis* sob diferentes condições de luminosidade. **Planta Daninha**, 22, p. 43-51, 2004.
- ANDRADE NETO, A.; MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, P. T. G. Avaliação de substratos alternativos e tipo de adubação para a produção de mudas de cafeeiro em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, n. 2, p. 270 - 280, 1999.
- ARAÚJO, A. P.; SOBRINHO S. P. Germinação e produção de mudas de tamboril (*Enterolobium Contortisiliquum* (Vell.) Morong) em diferentes substratos. **Revista Árvore**. v. 35, n. 3, 2011.
- ARAÚJO, E. F.; SOUSA, L. B.; NÓBREGA, R. S. A.; NÓBREGA, J. C.A.; ARAUCO, A.M.S.; PEREIRA, R.R.; FILHO, J.F.L. Organic residues improve the quality and field initial growth of senna multijuga seedlings. **Journal of Sustainable Forestry**. 2020
- ATROCH, E.M.A.C.; SOARES, M.; ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link. Submetidas a diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 4, p. 853 - 862, 2001.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF/Campos: UENF, p. 451, 1995.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, p. 588, 2000
- CHAVES, A.S.; PAIVA, H.N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.). **Scientia Forestalis**, n.65, p. 22-29, 2004.
- CUNHA, A. M. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 207 - 214, 2006.
- DIAS FILHO, M. B. Physiological response of *Solanum crinitum* Lam. to contrasting light environments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 8, p. 789 - 796, 1997.
- DURIGAN, G Sementes e mudas de árvores tropicais. 2.ed., São Paulo: Páginas e Letras Editora e Gráfica, 2002. 65 p.
- FELFILI, J.M.; FRANCO, ^aC. SOUSA-SILVA, J.C.; RESENDE, A.V.; NOGUEIRA, M.V.P. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. Sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. **Revista brasileira de Botânica**, v. 22, n. 2, p. 297 - 301, 1999.

FERREIRA, M.G.M.; CÂNDIDO, J.F.; CANO, M.A.O.; CONDÉ, A.R. Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Árvore**, v. 1, n. 2, p. 121 - 134, 1977.

FONSECA, E. P. **Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em “Win-strip”**. 1988. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1988.

FONSECA, É. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, p. 515 - 523, 2002.

FOWLER, J.A.P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000.

GAJEGO, E.B. ALVARENGA, A.A.; ZANELA, S.M.; SOARES, A.M.; LIMA JÚNIOR, E.C. Crescimento de plantas jovens de *Maclura tinctoria* e *Hymenaea courbaril* em diferentes condições de sombreamento. In: **CONGRESSO NACIONAL DE FISILOGIA**. 8. 2001, Ilhéus. *Anais...* Ilhéus, BA, CD-ROM, p. 202 - 204, 2001.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A. X.; GARCIA, S. L. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 27, n. 2, p. 113 – 127, 2003.

GOMES, J.M. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 166p. Tese de Doutorado.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. Viveiros florestais: propagação sexuada. 3 ed. Viçosa: UFV, 116 p., 2004.

GUERRINI, I.A.; TRIGUEIRO, R.M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólido e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 1069 - 1076, 2004.

HAHN, C. M.; OLIVEIRA, C.; AMARAL, E. M.; RODRIGUES, M. S.; SOARES, P. V. **Recuperação florestal: da semente à muda**. São Paulo, SP: Secretaria do Meio Ambiente para a Conservação e Produção Florestal do Estado de São Paulo, p. 144, 2006.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Revista Cerne**, Lavras. v. 11, n. 12, p. 187 - 196, 2005.

KAMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, p. 245, 2000.

LIMA, M.A.O.; MIELKE, M. S.; LAVINSKY, A. O.; FRANÇA, S.; ALMEIDA, A. A. F.; GOMES, F. P. Crescimento e plasticidade fenotípica de três espécies arbóreas com uso potencial em sistemas agroflorestais. **Scientia Forestalis**, 38, p. 527 - 534, 2010.

LORENZI, H. - **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, p. 368, 2002.

LORENZI, H. - **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, p. 384, 2008.

LUSTOSA FILHO, J. F. NÓBREGA, J. C. A.; NÓBREGA, R. S. A.; DIAS, B. O.; FRANCISCO AMARAL, H. C.; AMORIM, S. P. N. Influence of organic substrates on growth and nutrient contents of jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*). **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 26, p. 2544 - 2552, 2015.

MAZZEI, L. J.; FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; FRANCO, A. C.; SOUSA-SILVA, J. C. Crescimento de plântulas de *Scheffl era morototoni* (Aubl.) Maguire, Steyermark e Frodinem diferentes níveis de sombreamento no viveiro. Boletimdo Herbário Ezechias Paulo Heringer, v. 3, p. 27 - 36, 1998.

MELO, RAFAEL R., C.L. Cna, Maria do, Júnior, Francisco Rodolfo, Stangerlin, Diego M. Crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. Sob diferentes níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. 3(2), p. 138 – 144, 2008.

MORAIS NETO, S. P. et al. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, v. 24, n. 1, p. 33 - 45, 2000.

MOREIRA, F. M.; NÓBREGA, R. A. N.; SANTOS, R. P.; SILVA, C. C.; NÓBREGA, J. C. A.; Cultivation of *Caesalpinia pulcherrima* L. SW. In regional substrates. **Revista Árvore**. v. 42, n. 2, p. 420 - 212, 2018.

NEGREIROS, J. R. S. Diferentes substratos na formação de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista Ceres**, v. 51, n. 294, p. 243 - 343, 2004.

PORTELA, R. C. Q.; SILVA, I. L.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. Crescimento inicial de mudas de *Clitória fairchildiana* Howard e *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub em diferentes condições de sombreamento. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 2, p. 163 - 170, 2001.

REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; MAESTRI, M.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. M. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloesiana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 13, n. 1, p. 1 - 18, 1989.

SANTOS, L. P.; CARVALHO, M. M.; CARVALHO, J. G. Efeitos de doses de nitrato de potássio e esterco de curral na composição do substrato para a formação de cafeeiro. **Ciência e Prática**, v. 18, n. 1, p. 42 - 48, 1994.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; GOMES, A. A.; SILVA, K. A.; WATHIER, F.; SCALON FILHO, H. Germinação e crescimento inicial de muda de orelha-de-macaco (*Enterolobium*

contortisiliquum (Vell.) Morong.): Efeito de tratamentos químicos e luminosidade. **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 529 - 536, 2006.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D.; KÄMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**. 32: p. 937 - 944, 2002.

SILVA, B. M.; LIMA, J.; DANTAS, V. A.; MORAES, W.; Zumkeller, D. S. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, 31, p. 1019 - 1026, 2007.

SOUSA, L. B.; LUSTOSA FILHO, J. F.; AMORIM, S. P. N.; NÓBREGA, R. S. A.; NÓBREGA; J. C. A. Germinação, crescimento e nodulação natural de *Enterolobium contortisiliquum* em substratos regionais. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 11, n. 4, p. 345 - 353, 2016.

SOUZA, C. A. M. Desenvolvimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 3, p. 243 - 249, 2006.

SOUZA, M. M.; LOPES, L. C.; FONTES, L. E. F. Avaliação de substratos para o cultivo de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat. Compositae) 'White Polaris' em vasos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 1, n. 2, p. 71 - 77, 1995.

STEFANINI, M. B.; RODRIGUES, S. D.; MING, L. C. Ação de fitorreguladores no crescimento da erva-cidreira-brasileira. **Horticultura brasileira**, v. 20, n. 1, p. 18 - 23, 2002.

TRANNIN, I. C. B.; MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Crescimento e nodulação de *Acacia mangium*, *Enterolobium contortisiliquum* e *Sesbania virgata* em solo contaminado com metais pesados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 743 - 753, 2001.

ZAIDAN, L. B. P.; BARBEDO, C. J. Quebra de dormência em sementes. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. São Paulo: Artmed, p. 323, 2004.