

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS  
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE ITACOATIARA  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**GIOVANNA AMARAL CASTRO**

**TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Cariniana micrantha* Ducke**

ITACOATIARA – AM

2022

**GIOVANNA AMARAL CASTRO**

**TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Cariniana micrantha* Ducke**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal do Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara da Universidade do Estado do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Florestal.

Orientador: Dr. Victor Alexandre Hardt Ferreira dos Santos

ITACOATIARA – AM

2022


GIOVANNA AMARAL CASTRO

**Tecnologia de Produção de Mudas de *Cariniana micrantha* Ducke**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Florestal, da Universidade do Estado do Amazonas, como requisito obrigatório para a obtenção do título de bacharela em Engenharia Florestal.

Itacoatiara-AM, 20 de maio de 2022.

BANCA EXAMINADORA



---

Victor Alexandre Hardt Ferreira dos Santos, Dr.  
(CESIT/UEA – Orientador)



---

Luís Antônio Coutrim dos Santos, Dr.  
(CESIT/UEA – Membro)



---

Daniele Feitosa Fróes, Me.  
(CESIT/UEA) – Membro

Ao meu filho Felipe, a minha mãe Izabel, ao  
meu irmão Gabriel, aos meus avós maternos  
Joaquim e Jorgete...

Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por guiar o meu caminho e por me dar forças quando pensei em desistir.

Ao meu orientador, Dr. Victor Alexandre Hardt Ferreira dos Santos, pelos ensinamentos, incentivo, paciência e orientação.

A Universidade do Estado do Amazonas, pela oportunidade de fazer este curso.

Aos professores que contribuíram para a minha formação.

A minha mãe Izabel, pelo seu amor e apoio, meu padrasto Donizeti e meu irmão Gabriel que sempre me ajudaram a cuidar do meu filho durante o curso.

Aos meus avós maternos Jorgete e Joaquim, que infelizmente faleceram durante essa caminhada, mas acreditavam que eu conseguiria e que nunca devia desistir.

A minha família, por todo apoio e ajuda em especial as minhas tias Sandra, Silvia, Adriene e Beatriz.

Ao Fábio, que contribui para minha formação e esteve ao meu lado nos momentos que mais precisei.

A minha amiga e comadre Eliandra, pela sua amizade, conselhos e por toda ajuda nas disciplinas e com o nosso Felipe.

As minhas amigas Alaeene, Lilian, Noeme, Greicy, Karina, Jaylene por todo apoio e ensinamentos em muitas disciplinas do curso, me sinto muito feliz pela amizade de vocês.]

A Ana Clara, Daniele, Érika, Paloma, Valeska e Inarque que contribuíram para o desenvolvimento do trabalho, coletando os dados e dando suporte no viveiro.

Aos meus amigos de graduação que sempre fizeram parte deste longo caminho.

A todos que de alguma forma ajudaram na realização deste trabalho.

A todos o meu muito obrigada!

## RESUMO

Informações a respeito da produção de mudas de espécies florestais são escassas, e mudas de qualidade são importantes para um bom estabelecimento de plantio sem perda de recursos financeiros. Para isso, faz-se necessário o estabelecimento de técnicas para produção de mudas saudáveis e com menor custo. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a produção de mudas de *Cariniana micrantha* em diferentes recipientes, substratos e ambientes de produção. O experimento foi conduzido no viveiro florestal do Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara/AM, foram testados como recipientes de produção sacos plásticos de polietileno de 0,5, 1,3 e 2,8 litros e tubetes com volumes de 55, 180 e 290 ml. As mudas produzidas nos recipientes de maior volume obtiveram resultado negativo para todas as variáveis estudadas, enquanto os recipientes de menor volume apresentaram melhores resultados para o desenvolvimento das mudas. Para a avaliação dos substratos, foram testados dois tipos, o de base orgânica e de base mineral, ambos receberam fertilização, um com fertilizante de liberação lenta e outro com fertilizantes solúveis, respectivamente. Não houve diferença significativa entre os dois substratos para as variáveis: sobrevivência das mudas, diâmetro do colo, crescimento em altura, biomassa seca total e biomassa aérea. Houve apenas diferença significativa em relação à biomassa radicular, o substrato orgânico proporcionou o melhor desenvolvimento das raízes. Já em relação à aclimação, as mudas foram colocadas sobre ambiente de sombra e pleno sol, as mudas que permaneceram sob sombra não apresentaram variação nos valores de eficiência quântica máxima do fotossistema II, apenas as mudas no pleno sol apresentaram valores baixos, chegando a 0,4, mas com recuperação entre o 10º e 11º dia. Com isso, é possível observar que mudas de *C. micrantha* possuem potencial de aclimação, porém com um período superior ao de 11 dias.

Palavras-chave: *Cariniana micrantha*. Produção de mudas. Recipientes. Substrato. Aclimação.

## ABSTRACT

Information about the production of seedlings of forest species is scarce, and quality seedlings are important for a good planting establishment without loss of financial resources. For this, it is necessary to establish techniques for the production of healthy seedlings at a lower cost. Thus, the present study aimed to evaluate the production of *Cariniana micrantha* seedlings in different containers, substrates and production environments. The experiment was carried out in the forest nursery of the Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara/AM. Polyethylene plastic bags of 0.5, 1.3 and 2.8 liters and tubes with volumes of 55, 180 and 290 ml were tested as production containers. The seedlings produced in the larger volume containers obtained negative results for all the studied variables, while the smaller volume containers presented better results for the development of the seedlings. For the evaluation of substrates, two types were tested, organic and mineral based, both received fertilization, one with slow-release fertilizer and the other with soluble fertilizers, respectively. There was no significant difference between the two substrates for the variables: seedling survival, stem diameter, height growth, total dry biomass and aerial biomass. There was only significant difference in relation to root biomass, the organic substrate provided the best root development. Regarding acclimatization, the seedlings were placed in a shady and full sun environment, the seedlings that remained in the shade showed no variation in the values of maximum quantum efficiency of photosystem II, only the seedlings in full sun showed low values, reaching 0,4, but with recovery between the 10th and 11th day. Thus, it is possible to observe that *C. micrantha* seedlings have the potential for acclimatization, but with a period longer than 11 days.

Keywords: *Cariniana micrantha*. Seedling production. Containers. Substrate. Acclimation.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>1.1 OBJETIVOS</b> .....	<b>9</b>
1.1.1 Geral .....	9
1.1.2 Objetivos específicos .....	9
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1. <i>Cariniana micrantha</i> Ducke</b> .....	<b>10</b>
<b>2.2. Viveiros Florestais</b> .....	<b>11</b>
<b>2.3. Ambientes de Produção de Mudanças</b> .....	<b>12</b>
<b>2.4. Substratos</b> .....	<b>13</b>
<b>2.5. Recipientes</b> .....	<b>14</b>
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1. Localização, caracterização do viveiro e procedência das sementes</b> .....	<b>16</b>
<b>3.2. Delineamento Experimental</b> .....	<b>16</b>
<b>3.3. Variáveis resposta e análise estatística</b> .....	<b>20</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>22</b>
<b>4.1. Crescimento de mudas de <i>Cariniana micrantha</i> em substratos de base orgânica e mineral</b> .....	<b>22</b>
<b>4.2. Aclimação de mudas de <i>Cariniana micrantha</i> ao ambiente de pleno sol</b> .....	<b>28</b>
<b>4.3. Crescimento de mudas de <i>Cariniana micrantha</i> em diferentes recipientes de produção</b> .....	<b>30</b>
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	<b>39</b>
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>40</b>



## 1. INTRODUÇÃO

A espécie *Cariniana micrantha* Ducke pertence à família Lecythidaceae, sendo vulgarmente conhecida como tauari ou castanha-de-macaco. É uma espécie emergente, neotropical de vida longa, podendo passar dos 50 m de altura, com tronco cilíndrico de até 1,5 m de diâmetro (LOUREIRO et al., 1979). A área de ocorrência natural dessa espécie é a Amazônia Central e Ocidental, nas matas de terra firme do norte de Rondônia, Amazonas e Pará. De acordo com Salati (1985), dentro desta área de ocorrência natural a precipitação anual média varia de 1.500-2.500 mm e as temperaturas médias anuais estão entre 24-32 °C. As espécies de tauari apresentam uma grande importância madeireira, por possuírem fácil trabalhabilidade; portanto, a madeira é indicada para cabos de ferramentas, caixotaria, marcenaria, construção civil e naval em geral (SOUZA, 1997).

A produção de mudas de espécies florestais apresenta uma dificuldade comum, o crescimento lento e desuniforme, fazendo-se necessário a definição de procedimentos eficazes para a produção de mudas com qualidade e no menor tempo possível. Diante disto, dentre os fatores que podem favorecer a produção de mudas de espécies florestais podem ser destacados o ambiente, substrato e o recipiente.

Em relação ao ambiente, a produção de mudas em viveiros pode ser em ambientes semicontrolados ou totalmente controlados, sendo a manipulação mais comum e de menor custo nos viveiros o uso de telas de sombreamento e lonas plásticas transparentes, visando manejar a luz e temperatura (KITAO et al., 2000). A escolha do melhor ambiente dependerá, principalmente, da espécie escolhida e, dos recursos financeiros disponíveis para o viveiro (LANDIS et al., 2014).

Os substratos podem ser entendidos como toda substância orgânica e/ou mineral, capaz de possibilitar o crescimento das raízes das plantas e extração de água por elas (KÄMPF, 2000). Os substratos precisam apresentar propriedades físicas e químicas, de maneira balanceada, para permitir a disponibilidade de água e nutrientes, troca de gases com as raízes, garantir a sustentação do sistema radicular (CARNEIRO, 1995). Ademais, é importante ressaltar que os substratos devem ser livres de ervas daninhas e patógenos (SOUZA et al., 1997).

Os recipientes também são aliados importantes na questão da produção de mudas saudáveis e de qualidade, pois, eles devem garantir a drenagem da água

excedente, permitir o crescimento saudável e proteção do sistema radicular das mudas até o momento do plantio, manter uma quantidade de substrato suficiente para comportar o tamanho da muda e o tempo de viveiro (HAASE et al., 2016; LANDIS et al., 2014). A escolha do tamanho e formato do recipiente é determinado de acordo com a espécie escolhida.

Como a maioria das espécies florestais, pouco se conhece a respeito da produção de mudas da *C. micrantha*, os estudos já realizados nos fornecem informações básicas a respeito do assunto. Com isso, novos estudos devem ser realizados, para que através da utilização de diferentes ambientes, substratos e recipientes, seja possível garantir a produção de mudas em grande escala e em menor período, com mudas de qualidade.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Geral**

Desenvolver diretrizes técnicas para produção de mudas de *Cariniana micrantha*.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- I. Avaliar o crescimento de mudas de *Cariniana micrantha* em diferentes substratos.
- II. Investigar a aclimação das mudas de *Cariniana micrantha* ao ambiente de pleno sol.
- III. Determinar o efeito do volume e tipo de recipiente sobre o crescimento de mudas de *Cariniana micrantha*.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. *Cariniana micrantha* Ducke

*Cariniana micrantha* Ducke, espécie pertencente à família Lecythidaceae, caracteriza-se por ser uma árvore muito alta, podendo ultrapassar 50 m de altura com tronco cilíndrico até 150 cm de DAP, com base reta ou com sapopemas baixas, com casca marrom-escura a cinza, com fissuras rasas sem se desprender do fuste, ramos glabros, mas quando jovens, possuem revestimento de pelos acinzentados, esparsamente lenticelados (LOUREIRO et al., 1979).

É uma árvore clímax emergente, frequente em platôs da Amazônia Central e Ocidental (RIBEIRO et al., 1999). São encontradas em floresta madura de “terra firme” ou não inundáveis (PRANCE; MORI 1979), com solos argilosos pesados (latossolos e podzólicos), pobres em nutrientes, mas bem estruturados e drenados (CAMARGO et al. 2003). Segundo Loureiro et al. (1979), pode ser encontrada no Estado do Amazonas (Manaus, rios: Solimões, Madeira e Purus); Estado do Pará (Belém, rio Tapajós, Juruti Velho e Faro). As árvores são bastante ramificadas com copa dominante ou codominante, atingindo o dossel superior da floresta (CAMARGO, et al. 2003).

Quanto a morfologia foliar, as folhas de *C. micrantha* são simples com disposição alternas, ovado-oblongas ou lanceoladas, de até 9 cm de comprimento, por 3 ou 4 cm de largura, glabras em ambos os lados, brilhantes na face adaxial, na face abaxial opaca (PRANCE; MORI, 1979). Possui inflorescência com flores pequenas, branco-amareladas, panículas terminais de 8 a 10 cm de comprimento com raque canescente, ferrugíneo-tomentoso, as flores são alvas e fortemente aromáticas (LIMA JÚNIOR, 1992).

Segundo Loureiro et al. (1979), o fruto deiscente é um pixídio lenhoso, cilíndrico, campanulado ou cônico, medindo de 8 a 11 cm de comprimento e 5 a 7 de largura, fechado por um opérculo com coluneta triangular, é densamente acinzentado-ferruginoso, lenticelado escamoso, as sementes são pequenas e aladas apresentando membranas unilaterais. A semente não apresenta dormência, portanto não necessita tratamento pré-germinativo ou métodos para acelerar o processo de germinação (CAMARGO, et al. 2003). As sementes sofrem intensa predação pré-

dispersão por macacos-prego (*Cebus apella*) (PERES, 1991) e, após dispersão, são altamente susceptíveis a predação por roedores e formigas (IMAKAWA, 1996). A dispersão é anemocórica com sementes de germinação rápida (CAMARGO, et al. 2003).

O principal produto da espécie é a sua madeira, considerada de média densidade, de cor castanho-amarelado no cerne e mais clara no alborno, fácil de ser trabalhada, podendo receber um bom acabamento de lustre regular (LOUREIRO et al. 1979). Possui madeira com grã direita, textura média, brilho moderado e não possui cheiro (SOUZA, 1997). Sua madeira é macia ao corte e tem baixa resistência natural ao ataque de organismos xilófagos, porém, é bastante permeável a soluções preservativas, o que aumenta consideravelmente sua resistência natural (CAMARGO, et al., 2007). É uma espécie utilizada, em marcenaria, construção geral, cabo de ferramentas, caixa e engradado, canoas e remos (SOUZA, 1997), entretanto, tem o seu uso mais voltado para a construção de móveis e armações (RODRIGUES, 2012).

## **2.2. Viveiros Florestais**

O viveiro florestal é um local onde os principais fatores de crescimento (água, irradiância e nutrientes) são manipulados para propiciar condições favoráveis ao crescimento de mudas de espécies florestais (HAASE et al., 2016). É o local que as sementes germinam e se desenvolvem até chegarem numa fase que podem ser plantadas em campo. A qualidade das mudas vai depender muito da qualificação do viveirista, da qualidade das sementes, e do planejamento adequado na construção do viveiro, pois ele deve ter áreas específicas para germinação, crescimento e aclimação ou rustificação das mudas. Além dessas áreas, o viveiro deve seguir normas preestabelecidas que facilitarão o controle e qualidade de produção (OLIVEIRA et al., 2016).

O desenvolvimento adequado das mudas depende de níveis ótimos de luz, água, nutrientes, temperatura, umidade e espaço. Para tanto, o engenheiro florestal deve estar apto a gerenciar um viveiro onde exista uma boa estrutura; um substrato capaz de sustentar e nutrir as mudas; um recipiente de produção que suporte as demandas das mudas durante o tempo de viveiro; e todos os cuidados necessários

com a qualidade da água, irrigação, nutrição e manejo de pragas e doenças (HAASE et al., 2016). A etapa de produção de mudas é fase fundamental para obtenção da uniformidade das plantas. Nessa fase, o tipo de substrato, tipo de ambiente protegido, o volume de recipiente, a irrigação, a adubação e o manejo correto das operações de produção propiciam condições para obtenção de plantas com elevada qualidade que garantirão o sucesso no desenvolvimento a campo (COSTA et al., 2015).

### **2.3. Ambientes de Produção de Mudanças**

Quanto ao ambiente de propagação, as mudas podem ser produzidas em viveiros com ambientes que são minimamente controlados até ambientes completamente controlados. A escolha do ambiente de propagação dependerá de alguns fatores, como: espécies utilizadas, objetivos do viveiro e disponibilidade de recursos financeiros e humanos (LANDIS et al., 2014).

O conhecimento sobre a ecofisiologia da germinação e o desenvolvimento inicial das plantas é fundamental para o sucesso da atividade de produção de mudas de qualidade, o que reflete no sucesso de atividades de reflorestamento e de plantio em florestas naturais. Dentre os principais fatores que afetam o desenvolvimento de mudas em fase de viveiro, a luminosidade é de fundamental importância, sendo responsável por mudanças nas características morfológicas, fisiológicas e bioquímicas, limitando o crescimento das espécies no campo e ambiente protegido (PURQUEIRO; TIVELLI, 2006; MOTA, 2012).

A produção de mudas envolve três etapas principais: fase de germinação (propágulos seminais) ou enraizamento (propágulos vegetativos); fase de crescimento e fase de rustificação. Nas duas primeiras etapas as condições ambientais devem ser ideais para as mudas; enquanto, na etapa de rustificação as mudas devem ser submetidas a um estresse moderado e controlado para que ocorra aclimação às condições que encontrará no sítio de plantio (LANDIS et al., 2014).

O uso de sombreamento com telas é um método muito utilizado na produção de mudas, fornecendo às plantas submetidas a esse ambiente radiação necessária

ao seu desenvolvimento, evitando estresse por alta irradiância (KITAO et al., 2000). Em um estudo realizado por Rego e Possamai (2006) com a espécie *Cariniana legalis*, usando sombrite com luminosidade média de 34, 44, 64, 70% de radiação fotossintética ativa (RFA) em relação à plena luz do dia (100% de RFA), verificou-se que a faixa entre 54% e 64% de RFA mostrou-se a mais indicada para o crescimento inicial das plantas.

## 2.4. Substratos

Substrato pode ser entendido como toda substância orgânica e/ou mineral por meio da qual as raízes das plantas adquirem água e nutrientes (LANDIS et al., 2014). A seleção do substrato ideal dependerá das suas características químicas e físicas que manterão a mudas em condições adequadas até o momento de transplântio das mudas. Ele é o meio dos quais as raízes dependem para se desenvolver, são fundamentais no processo germinativo e no estabelecimento de mudas (CARNEIRO, 1995).

De acordo com Kämpf (2000), o substrato deve apresentar equilíbrio adequado entre a umidade e aeração, como poroso para permitir trocas gasosas eficiente, livre de patógenos e isento de plantas invasoras, e de baixa densidade, para bom desenvolvimento de mudas. Coutinho e Carvalho (1983) recomendam que na escolha de um meio de crescimento, devem ser observadas características químicas, físicas e biológicas, relacionadas à espécie recomendada para o plantio e, também, os aspectos econômicos que poderão influenciar em tal decisão.

O meio ideal para o crescimento da muda deve ser homogêneo, possuir baixa densidade, boa porosidade, ter boa capacidade de campo e boa capacidade de troca catiônica, deve ser isento de pragas, organismos patogênicos e sementes estranhas, ser operacional a qualquer tempo, apresentar boa adesão entre as partículas ou aderência junto às raízes, ter boa drenagem e retenção de água e ser economicamente viável (COUTINHO; CARVALHO, 1983).

Segundo Gonçalves et al. (2000), na produção de mudas florestais, em escala industrial, geralmente, são utilizados substratos à base de compostos orgânicos, conjuntamente com componentes secundários destinados a reduzir a densidade do substrato, conseqüentemente, elevando sua porosidade e capacidade de drenagem.

Os mesmos autores afirmam que dentre os compostos orgânicos, o composto de esterco, húmus de minhoca, cascas de eucalipto ou pinus decompostas e bagaço de cana decomposto estão entre os componentes orgânicos mais utilizados na composição dos substratos destinados a produção de mudas florestais. Recomenda-se a avaliação de outros substratos minerais além da areia em combinação com substratos orgânicos.

Quintero (2017) observou que o substrato preparado com 20% de casca de pinus moída + 20% composto orgânico + 60% de solo da região proporcionou melhores resultados para as variáveis morfológicas das mudas de *Cariniana pyriformis* nas diferentes interações, além de possuir características físicas e químicas semelhantes às de substratos ótimos que são necessários na produção de mudas florestais. Da mesma forma, a proporção do composto e sua composição de esterco de galinha potencializam o efeito sobre as variáveis.

## 2.5. Recipientes

Os recipientes possuem papel importante na produção de mudas de espécies florestais e, de acordo com Haase et al. (2016) e Landis et al. (2014), as principais características de um recipiente são o volume para conter uma determinada quantidade de substrato; altura que permitirá o crescimento das raízes; diâmetro para facilitar a semeadura e minimizar o efeito guarda-chuva (espécies com folhas muito largas impedem que a água da irrigação chegue ao substrato); formato que evite o enovelamento das raízes, drenagem do excesso de água, coloração que não prejudique as raízes, resistência que evite a desintegração durante o tempo de viveiro, mas que não seja pesado o suficiente para atrapalhar a movimentação no viveiro, transporte e plantio.

Jesus et al. (1987) também afirmam que o tamanho do recipiente deve ser tal que permita o desenvolvimento do sistema radicular sem restrições significativas, durante o período de permanência no viveiro. Porém, o tamanho ideal para a produção de mudas dependerá do ritmo de crescimento das plantas, o qual se dará em função da espécie, das condições climáticas e do substrato.

Atualmente, os recipientes mais utilizados nos viveiros das empresas florestais brasileiras são os sacos plásticos e os tubetes de plástico rígido, porém,

para algumas espécies, dependendo de seu tamanho os tubetes, podem restringir o crescimento do sistema radicular (ROWEDER, 2011).

Quintero (2017) constatou que o saco plástico de polietileno (450 cm<sup>3</sup> – 10 cm x 16 cm) contribuiu para aumentar os atributos morfológicos das mudas de *Cariniana pyriformis*; no entanto, não condicionou um vigor e crescimento ideal para que se estabeleçam no campo, dessa forma, recomenda-se que outros tamanhos de recipientes sejam usados para avaliar o crescimento da espécie durante a fase de viveiro.



### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Localização, caracterização do viveiro e procedência das sementes

A pesquisa foi desenvolvida no viveiro florestal do Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara da Universidade do Estado do Amazonas (3,12°S; 58,4°O). O viveiro possui uma área de produção de mudas de espécies florestais com 2000 m<sup>2</sup>, sendo que desses 45 m<sup>2</sup> são destinadas ao preparo de substrato, 55 m<sup>2</sup> são de sementeira, 165 m<sup>2</sup> são casas de sombra e 800 m<sup>2</sup> destinados à etapa final de aclimatação ao pleno sol.

O clima da região é AF- tropical e sem estação seca definida, de acordo com a classificação de Köpen (ALVARES; STAPE. SENTELHAS; GONÇALVES; SPAROVEK, 2013). Em Itacoatiara, a temperatura média mensal varia entre 26,5 – 28,4°C e a umidade do ar entre 77,8% - 86,8%. A precipitação atinge uma média anual de 2.520 mm com os maiores valores observados entre janeiro e abril e os menores valores entre agosto e setembro (INMET, 2021).

Os frutos foram coletados em setembro de 2021, no chão, de uma árvore matriz, em área sob manejo florestal sustentável da empresa Mil Madeiras Preciosas LTDA (Itacoatiara, Amazonas). Após a coleta, as sementes foram extraídas do fruto, selecionadas quanto ao estado fitossanitário e armazenadas em recipientes de vidro, durante um mês, antes de compor os experimentos.

#### 3.2. Delineamento Experimental

A pesquisa consistiu na realização de três experimentos que avaliaram o substrato, o recipiente e o ambiente de produção de mudas de *Cariniana micrantha*, individualmente.

Para o experimento que avaliou o substrato, a semeadura foi realizada em sacos plásticos pretos (polietileno), com volume de 1275 ml (9,5 cm de diâmetro e 18 cm de comprimento), contendo os substratos de acordo com os tratamentos descritos a seguir. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) e composto por dois tratamentos e quatro repetições. Cada unidade experimental foi

representada por um conjunto de 10 mudas. Foram testados dois sistemas de produção de mudas: um com substrato de “base orgânica” e outro de “base mineral”.

O substrato de “base orgânica” utilizado foi a casca de *Dinizia excelsa* coletada na base das árvores da espécie (casca morta desprendida do fuste) em área de manejo florestal da empresa Mil Madeiras (Figura 1). Após coletada, a casca foi triturada e peneirada (1 cm) para redução e homogeneização das partículas, respectivamente. Nesse sistema de produção, a fertilização foi realizada com a incorporação no substrato, antes do preenchimento dos recipientes, de 6 g de Osmocote 14-14-14 por litro de substrato.



Figura 1. Coleta da casca de *D. excelsa*.



Figura 2. Trituração da casca de *D. excelsa*.



Figura 3. Casca de *D. excelsa* sendo peneirada.

O substrato de “base mineral” utilizado foi a camada superficial de um solo coletado em uma área que era um pátio de estocagem de madeiras da empresa Gethal, bairro Jauary, Itacoatiara (AM). Muitos resíduos de casca, madeira e pó-de-serra presentes no pátio de estocagem foram decompostos, ao longo dos anos (> 10 anos), e incorporados ao solo, formando um solo rico em material orgânico (Figura 4). O solo foi peneirado para separação de fragmentos de madeira (> 1 cm), condicionado com calcário (500 g por m<sup>3</sup>) e fertilizado com nitrogênio (500 g de ureia por m<sup>3</sup>), fósforo (1500 g de superfosfato triplo por m<sup>3</sup>), potássio (170 g de cloreto de potássio por m<sup>3</sup>) e micronutrientes (200 g de FTE-BR12 por m<sup>3</sup>). Em ambos os tratamentos, as mudas cresceram sob ambiente sombreado com tela de 50% de atenuação da irradiância.



Figura 4. Substrato mineral.

Foram testados, como recipientes de produção de mudas, sacos plásticos e tubetes de três volumes. Os sacos plásticos foram testados nos volumes de 0,5; 1,3 e 2,8 litros, enquanto, para os tubetes foram investigados os efeitos dos volumes de 55 ml, 180 ml, 290 ml. Esses volumes foram escolhidos em função de disponibilidade no mercado e histórico de uso por viveiristas. Os seis tratamentos foram representados por quatro repetições e cada repetição (unidade amostral) foi representada por um conjunto de 10 mudas. As unidades experimentais foram distribuídas na bancada do viveiro seguindo delineamento em blocos casualizados (DBC) (Figura 5). Para esse experimento, foi utilizado o substrato de “base orgânica”

descrito no experimento anterior. As mudas cresceram sob ambiente sombreado (sombrite 50%).



Figura 5. Recipientes distribuídos na bancada do viveiro.

Em relação ao ambiente, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) composto por dois tratamentos com quatro repetições, sendo cada repetição representada por um conjunto de quatro plantas. As mudas, produzidas em sacos plásticos de 2,2 litros preenchidos com substrato de base orgânica (casca de *Dinizia excelsa*), cresceram sob ambiente com 50% de sombreamento artificial (tela preta) até os 3 meses de idade. Após esse período, um conjunto de 16 plantas foi submetido ao ambiente de pleno sol.



Figura 6. Mudas submetidas ao ambiente de pleno sol.

### 3.3. Variáveis resposta e análise estatística

Para a análise do experimento de recipientes, as evidências que fundamentaram a inferência sobre os melhores tratamentos foram coletadas mensalmente e ao final do ensaio experimental. Mensalmente, foi mensurada a altura e o diâmetro do colo (ponto de transição entre a parte aérea e o sistema radicular). Ao final do ensaio experimental foi realizada análise destrutiva das mudas, detalhada a seguir.

Para o experimento que avaliou o efeito do substrato foi realizada uma mensuração do diâmetro do colo e altura das mudas aos 3,5 meses, juntamente com uma análise destrutiva. Para tanto, as mudas foram removidas dos recipientes; lavadas para remoção do substrato; seccionadas em raízes e parte aérea; e secas em estufa a 60°C. Ao final, a massa de cada parte (aérea e radicular) foi mensurada em balança analítica.



Figura 7. Remoção da muda do recipiente.



Figura 8. Mudas lavadas para remoção do substrato.



Figura 9. Secção das mudas.

Em relação ao experimento que investigou o ambiente de produção, foi avaliada a aclimatação das mudas ao ambiente de alta irradiância. Para tanto, foram mensurados, durante 10 dias consecutivos a partir da exposição ao pleno sol, a fluorescência da clorofila *a* a partir do uso de um fluorômetro portátil (PEA, MK2 – 9600 – Hansatech, Norfolk, UK). Da técnica de fluorescência foi derivado o parâmetro  $F_v/F_m$  que representa a eficiência de transformação de energia no fotossistema II das folhas. As medidas foram realizadas nas mudas que foram submetidas ao pleno sol e, para controle, nas mudas que permaneceram sob sombreamento de 50%. Ademais, as medidas foram realizadas no horário de mínimo estresse, ao amanhecer, e durante o período de máximo estresse, ao meio-dia.



Figura 10. Mensuração das mudas em ambiente de sombra.



Figura 11. Mensuração das mudas em ambiente de pleno sol.

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Levene para verificação dos pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias. A hipótese sobre a nulidade dos efeitos dos recipientes sobre o crescimento das mudas foi testada com análise de variância e os tratamentos foram agrupados usando o teste de Tukey. Nos experimentos que testaram o substrato e a aclimatação foi aplicado um teste t-student. As análises foram realizadas considerando uma probabilidade de 95%, com auxílio do software estatístico livre R-studio.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Crescimento de mudas de *Cariniana micrantha* em substratos de base orgânica e mineral

Os valores de sobrevivência das mudas de *Cariniana micrantha* aos quatro meses de idade estão sumarizados na Figura 12. Foi observada uma diferença numérica no percentual de mortalidade das mudas nos diferentes substratos, com 20% de mortalidade no substrato de base orgânica e 10% de mortalidade no substrato de base mineral.

A mortalidade das mudas pode estar associada ao ataque de fungos ocorrido no viveiro, e não somente ao substrato orgânico utilizado, já que a média da variável para biomassa radicular foi significativa para o substrato orgânico e não há estudos na literatura que evidenciam que o substrato orgânico é prejudicial às mudas.

Um estudo realizado por Barizon (2017) com mudas de *Parapiptadenia rígida* mostra que as maiores porcentagens de mortalidade, bem como os menores índices de emergência, foram encontrados nos tratamentos utilizando 100% composto orgânico e 25% substrato comercial + 75% composto, que são os tratamentos com predomínio do substrato compostado, o que indica que, para esses parâmetros, o substrato compostado não foi eficiente para o desenvolvimento da espécie estudada.

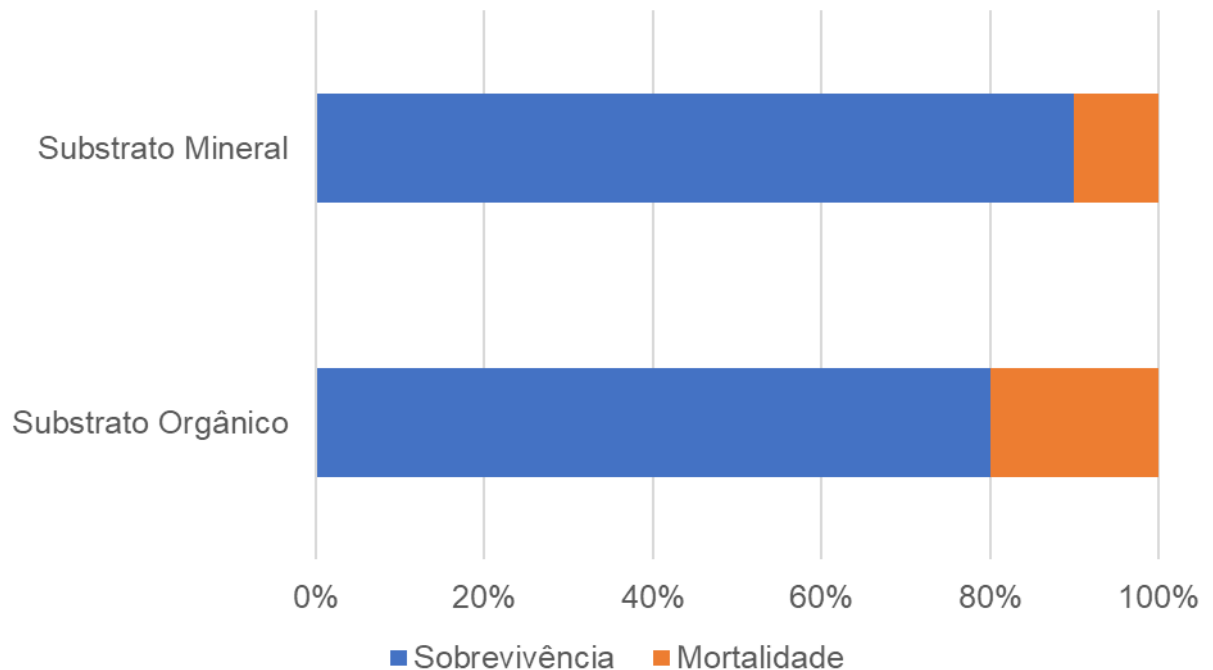


Figura 12. Sobrevivência de mudas de *Cariniana micrantha* em substrato de base orgânica e mineral.

Quanto ao crescimento do diâmetro das mudas na altura do colo, não foi observada diferença significativa entre os dois tratamentos (Figura 13). Quando produzidas em substrato a base de solo e fertilizantes químicos solúveis (Substrato Mineral) foi observado um valor médio de diâmetro do coleto de 2,75 mm; enquanto para as mudas crescendo no substrato de base orgânica (casca de *D. excelsa* triturada) o valor médio dessa variável resposta foi de 2,68 mm.

Em relação ao crescimento em altura, não foram observadas diferenças significativas entre os dois substratos (Figura 14). Os valores médios de altura foram 18,9 e 17,9 cm para as mudas que cresceram nos substratos de base mineral e orgânica, respectivamente.

A altura e o diâmetro do coleto são parâmetros importantes para seleção de mudas para o plantio, de acordo com a literatura, o valor padrão mínimo para altura é >20 cm e para o diâmetro do colo >3 mm (Davide et al., 2015; Gomes & Paiva, 2011). Neste estudo, nenhum dos tratamentos atingiu o valor mínimo sugerido para altura e diâmetro, no entanto, o tamanho ideal para o plantio não deve estar condicionado apenas a essas duas variáveis. Onde a espécie, o sistema de plantio e



outras variáveis morfológicas são importantes fatores para avaliação do desenvolvimento da planta no campo.

Essa espécie é considerada de crescimento lento, e de acordo com Rodrigues (2002) durante o seu crescimento inicial a demanda por nutrientes do solo pode ser reduzida, implicando em valores baixos para altura e diâmetro. De acordo com Souza et al. (2006) as plantas com maior diâmetro apresentam maior sobrevivência, por apresentarem capacidade de formação e de crescimento de novas raízes. Segundo esses autores o diâmetro do colo é um item fundamental para a avaliação do potencial de sobrevivência e crescimento no pós-plantio de mudas de espécies florestais.

Hamada (2009) constatou que para as espécies *Parapitadenia rigida*, *Acacia polyphylla* e *Schizolobium parahyba* a adição da serapilheira (substrato de base orgânica) ao substrato mineral foi suficiente para estimular o crescimento em altura, principalmente a partir do terceiro ou quarto mês, quando o sistema radicular já está mais desenvolvido e capaz de aproveitar melhor as condições do substrato.

Cunha et al. (2005) em um estudo com a espécie *Tabebuia impetiginosa* constataram que o efeito significativamente positivo do substrato enriquecido com composto orgânico no crescimento em altura de mudas pode estar relacionado com a maior disponibilidade de P, Ca, Mg e K e com o pH, situado em níveis adequados ao desenvolvimento das plantas. O que explica a não diferença significativa na média de altura das mudas de *C. micrantha* no substrato de base orgânica, onde foi utilizado fertilizante de liberação lenta, quando comparado com o substrato de base mineral.

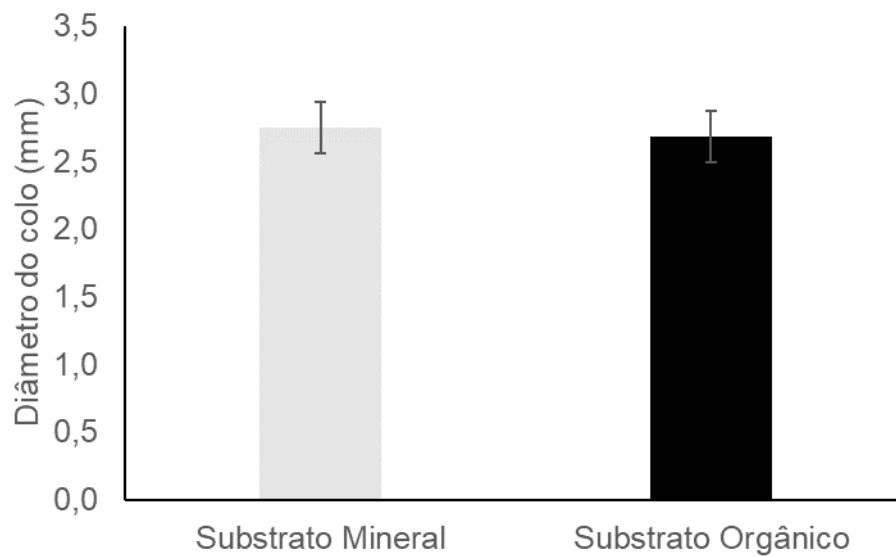


Figura 13. Diâmetro do colo de mudas de *Cariniana micrantha*, aos quatro meses de idade, em substrato de base orgânica e mineral. As barras de erro são o intervalo de confiança (distribuição t, bicaudal, 95%). P crítico bicaudal > 0,1.

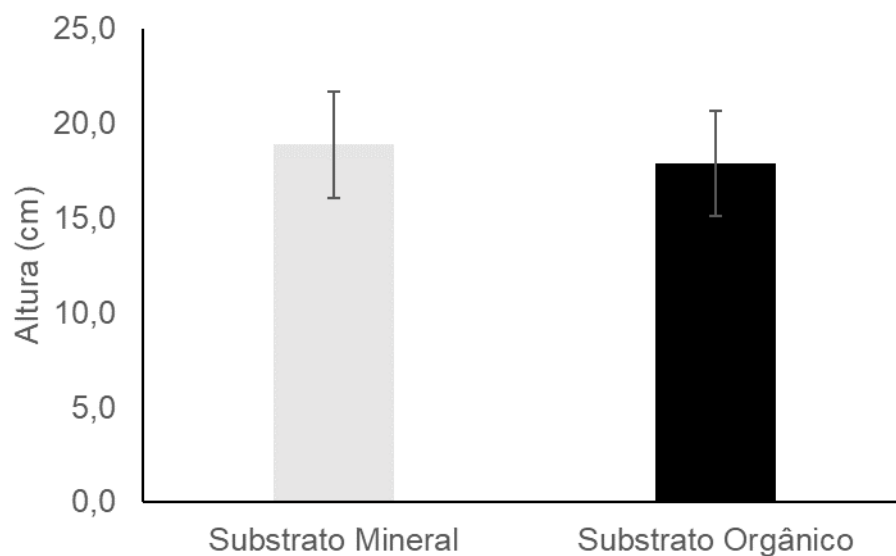


Figura 14. Altura de mudas de *Cariniana micrantha*, aos quatro meses de idade, em substrato de base orgânica e mineral. As barras de erro são o intervalo de confiança (distribuição t, bicaudal, 95%). P crítico bicaudal > 0,1.

O substrato não influenciou, significativamente, o acúmulo de biomassa total e biomassa da parte aérea das mudas de *C. micrantha* (Figuras 15 e 16). Por outro lado, a biomassa radicular foi afetada pelo substrato utilizado (Figura 17). A

biomassa radicular das mudas que cresceram no substrato de base orgânica foi duas vezes superior ao observado para o substrato de base mineral (0,2 g vs 0,1 g).

Cunha et al. (2006), em um estudo realizado com mudas de *Acacia mangium* e *Acacia auriculiformes* observaram menor desenvolvimento radicular quando o substrato não continha uma fonte orgânica. Segundo Dias et al. (2008) uma hipótese para se explicar esse comportamento seria o fato de o composto orgânico melhorar a estrutura do solo, permitindo o melhor desenvolvimento do sistema radicular.

Araújo e Sobrinho (2011) observaram que o peso da biomassa das mudas de *Enterolobium contortisiliquum* é influenciado pela adição de uma fonte orgânica de nutriente ao solo, proporcionando assim uma maior retenção de água, melhor aeração das raízes e disponibilidade de nutrientes para a muda.

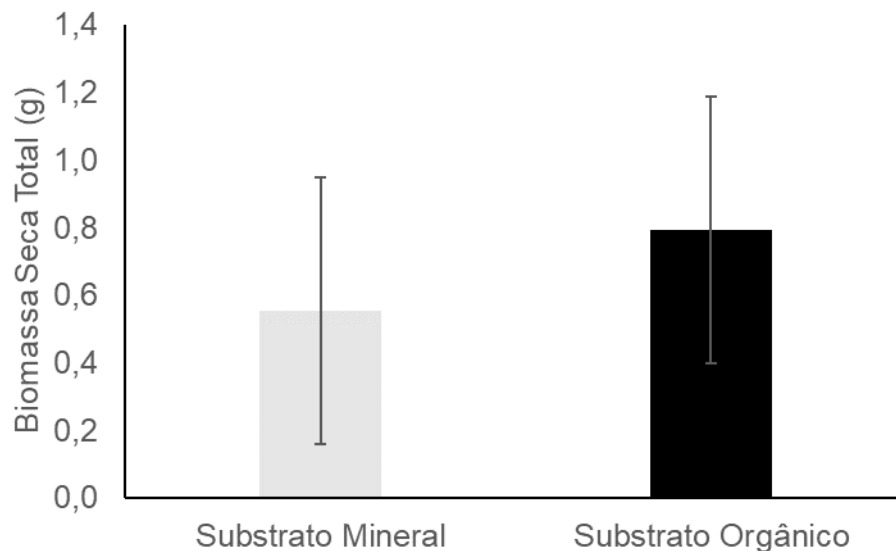


Figura 15. Biomassa Seca Total de mudas de *Cariniana micrantha*, aos quatro meses de idade, em substrato de base orgânica e mineral. As barras de erro são o intervalo de confiança (distribuição t, bicaudal, 95%). P crítico bicaudal > 0,1.

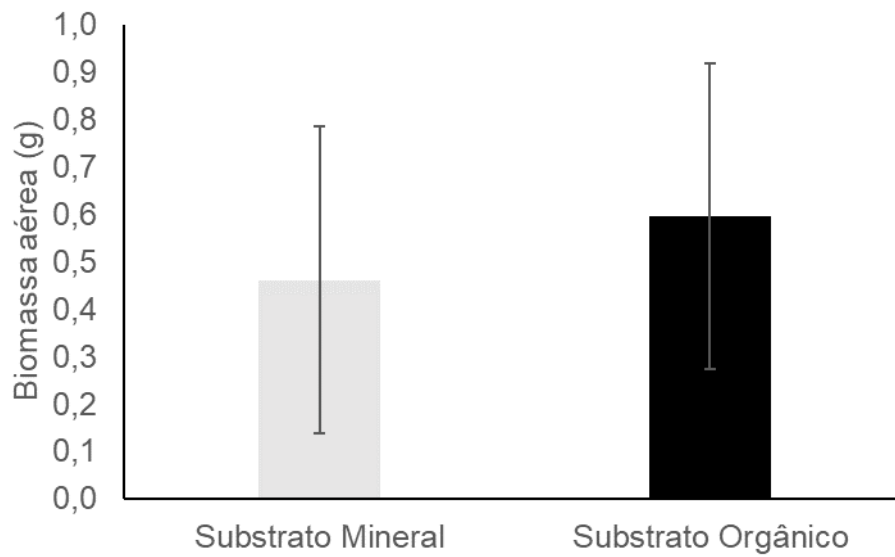


Figura 16. Biomassa Aérea de mudas de *Cariniana micrantha*, aos quatro meses de idade, em substrato de base orgânica e mineral. As barras de erro são o intervalo de confiança (distribuição t, bicaudal, 95%). P crítico bicaudal > 0,1.

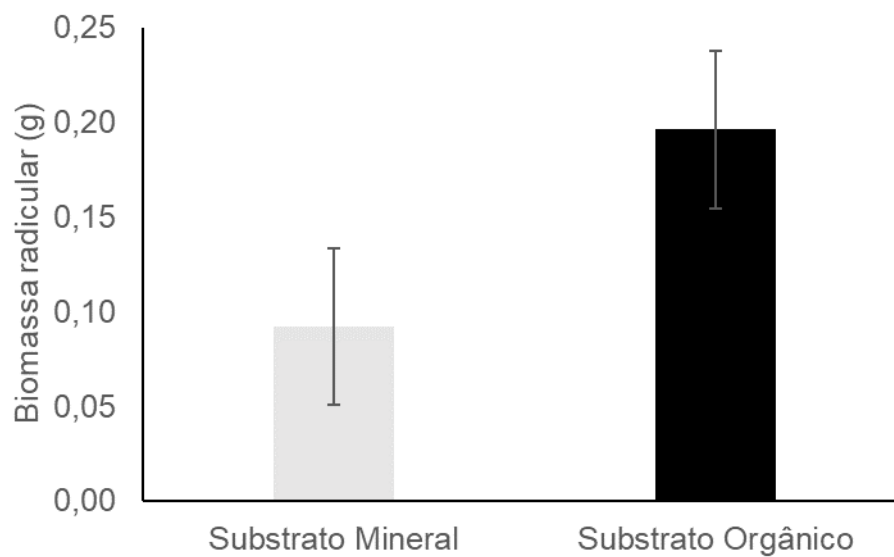


Figura 17. Biomassa Radicular de mudas de *Cariniana micrantha*, aos quatro meses de idade, em substrato de base orgânica e mineral. As barras de erro são o intervalo de confiança (distribuição t, bicaudal, 95%). P crítico bicaudal < **0,05**.

#### 4.2. Aclimação de mudas de *Cariniana micrantha* ao ambiente de pleno sol

Os valores de eficiência quântica máxima do fotossistema II (Fv/Fm) em folhas de mudas de *Cariniana micrantha* ao longo de 11 dias de exposição ao pleno sol estão sumarizados nas figuras 18 e 19.

Durante o amanhecer, às 06h da manhã, os valores de Fv/Fm das mudas transferidas para o pleno sol reduziram até valores mínimos de 0,4, porém, com tendência de recuperação entre o 10 e 11 dia. Por outro lado, os valores de Fv/Fm em mudas que permaneceram sob condições de sombra não variou. Após a exposição ao pleno sol, em todos os dias avaliados, os valores de Fv/Fm diferiram entre as mudas sob pleno sol e sob sombreamento.

Durante o meio dia, a irradiância atinge seus máximos valores e, portanto, o estresse luminoso nesse horário é maior, principalmente, para plantas que estavam aclimatadas sob condição de sombra e foram transferidas para o pleno sol. As mudas de *Cariniana micrantha* que estavam crescendo sob sombra e foram transferidas para o pleno sol sofreram intensa redução da eficiência quântica máxima do fotossistema II e, portanto, estresse abiótico. Quatro dias após a transferência para o pleno sol valor de Fv/Fm foi de 0,15 ao meio dia. A partir do quinto dia houve uma recuperação (aumento dos valores) de Fv/Fm, porém, a recuperação ainda não permitiu que os valores se iguallassem aqueles observados em plantas que permanecerem sob sombra.

A eficiência quântica máxima do fotossistema II, obtida pela técnica da fluorescência da clorofila *a*, é um parâmetro de fácil obtenção, rápido e não-invasivo, embora exija a aquisição do fluorômetro (STIRBET et al., 2018). Os parâmetros do funcionamento da etapa fotoquímica da fotossíntese obtidos pela técnica da fluorescência da clorofila *a* têm sido utilizados para demonstrar o efeito de estresse abiótico e biótico em plantas (KALAJI et al., 2016). Em viveiros essa técnica pode ser empregada no momento da rustificação das mudas antes do transporte e plantio em campo.

Considerando a aclimação ao ambiente de pleno sol, condições preponderantes em plantios florestais (exceção são os plantios de enriquecimento), o monitoramento da redução e recuperação da eficiência quântica máxima do fotossistema II - em mudas que estavam sendo produzidas sob sombreamento e que foram expostas ao pleno sol para rustificação - pode ser considerado uma boa

forma de saber o momento adequado para finalizar a produção das mudas e iniciar o plantio em campo. No caso da *Cariniana micrantha*, foi observada uma boa capacidade de aclimação das mudas ao pleno sol, pois houve uma recuperação dos valores de Fv/Fm. No entanto, a aclimação completa não foi observada durante o período analisado, 11 dias, sugerindo que a aclimação da espécie é um processo lento (Figura 19).

A aclimação ao pleno sol de mudas de *Bertholletia excelsa*, espécie também da família Lecythidaceae, foi investigada por Lopes et al. (2019). Os autores concluíram que a espécie possui rápida capacidade de aclimação ao pleno sol, pois, a recuperação dos valores de Fv/Fm aconteceu no sétimo dia após o início da exposição ao pleno sol. Para outras espécies, o tempo de aclimação pode ser demorado. Por exemplo, o tempo de aclimação da espécie *Minquartia guianensis*, segundo Magalhães et al., (2009), foi de quatro meses, quando a espécie atingiu 93% da eficiência quântica observada antes da exposição ao pleno sol.

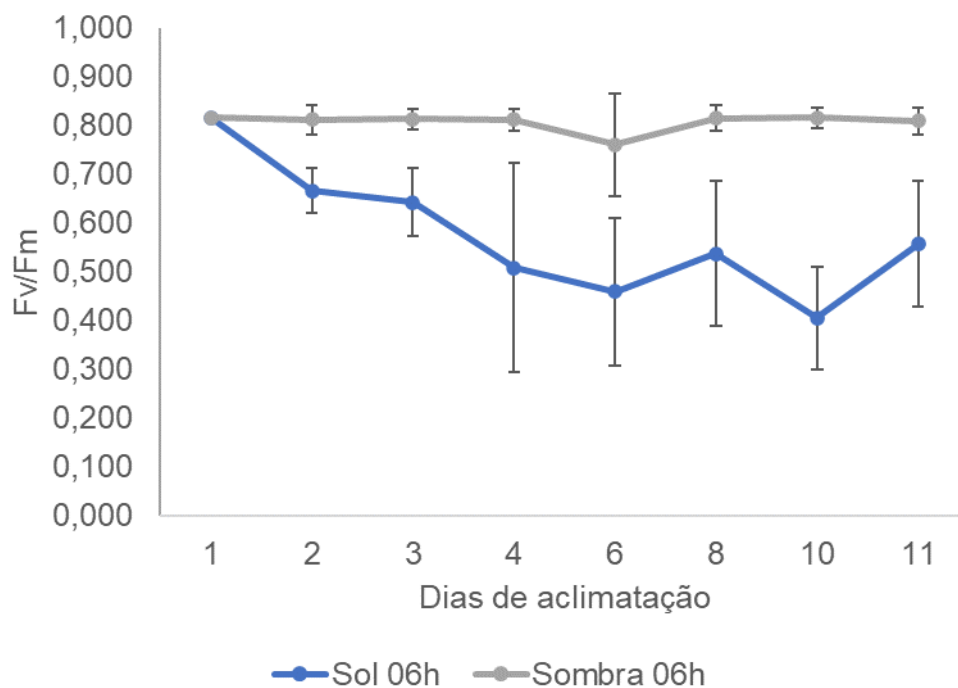


Figura 18. Eficiência Quântica Máxima do PSII (Fv/Fm) de mudas de *Cariniana micrantha*, aos quatro meses de idade, sob ambiente de pleno sol e sombreamento moderado (50% de atenuação) ao amanhecer. As barras de erro são o intervalo de confiança (distribuição t, bicaudal, 95%). P crítico bicaudal < 0,05 para todos os dias.

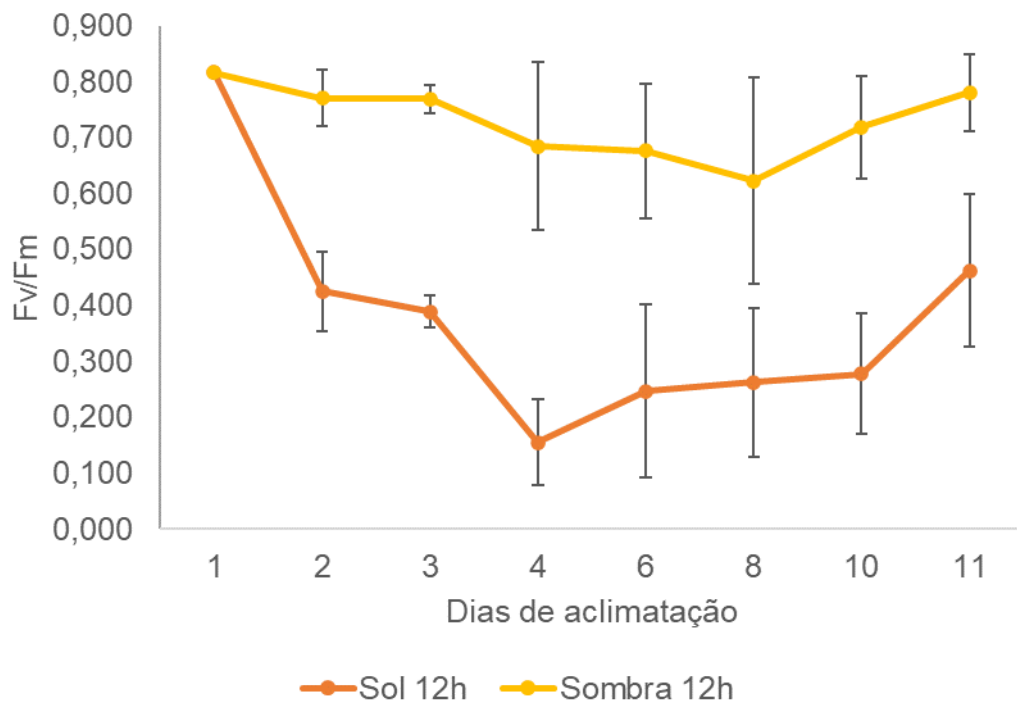


Figura 19. Eficiência Quântica Máxima do PSII ( $F_v/F_m$ ) de mudas de *Cariniana micrantha*, aos quatro meses de idade, sob ambiente de pleno sol e sombreamento moderado (50% de atenuação) ao meio-dia. As barras de erro são o intervalo de confiança (distribuição t, bicaudal, 95%). P crítico bicaudal < 0,05 para todos os dias.

#### 4.3. Crescimento de mudas de *Cariniana micrantha* em diferentes recipientes de produção

A avaliação do crescimento em altura das mudas de *Cariniana micrantha* nos diferentes recipientes demonstrou que as mudas produzidas no saco plástico grande (SPG) obtiveram o menor crescimento em relação às demais (14,8 cm), seguida do tratamento saco plástico médio (15,2 cm) (Figura 20). Em contrapartida, foi observado que as mudas produzidas nos recipientes pequenos (SPP e TP) apresentaram crescimento satisfatório em altura durante o período de avaliação. As mudas produzidas no recipiente tubete, independente do tamanho, apresentaram bons resultados para esta variável.

Em relação ao crescimento em altura aos quatro meses, foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 21). A altura das mudas

produzidas no saco plástico grande foi inferior ao que foi observado para mudas que cresceram em tubetes e em saco plástico com tamanhos diferentes.

Oliveira et al. (2000) observaram que mudas de cajueiro (*Anacardium occidentale*) apresentaram altura estatisticamente superior nos sacos de polietileno (28 cm x 15 cm) em relação as mudas da mesma espécie propagadas em tubetes (288 ml), com volumes inferiores de substratos que os dos sacos. Já Yuyama & Siqueira (1999) em um experimento com mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia* L.) produzidas em sacos de polietileno preto, constataram tendência de melhor desenvolvimento nos recipientes de maior volume quando comparadas às produzidas em recipientes menores.

Lunz et al. (2011) observaram que mudas de *Carapa guianensis* produzidas no recipiente saco plástico grande 27 cm x 36 cm (20,61 L) apresentaram maiores valores para diâmetro do colo, altura da planta, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e massa total, enquanto o crescimento foi limitado no saco plástico pequeno (1,57 L), onde se observou os menores valores para todas as variáveis estudadas.

Como observado nos experimentos dos autores citados, os recipientes de maiores volumes apresentaram melhores resultados comparados aos resultados do presente trabalho. A possível causa para os valores baixos de crescimento em altura foi o enovelamento das raízes nos SPG, desse modo, as raízes não alcançaram os fertilizantes que ficaram armazenados no fundo dos sacos plásticos.

Abreu et al. (2015), avaliando mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) constataram que mudas produzidas em sacos plásticos (1,3 L) apresentaram altura (H) superior às produzidas em tubetes de 280 e 180 cm<sup>3</sup>. Resultados semelhantes foram encontrados por Carvalho Filho et al. (2003) com mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) onde as mudas apresentaram maiores valores para a altura quando produzidas nos sacos plásticos de polietileno 15 x 20 cm quando comparadas ao de 11 x 18 cm.



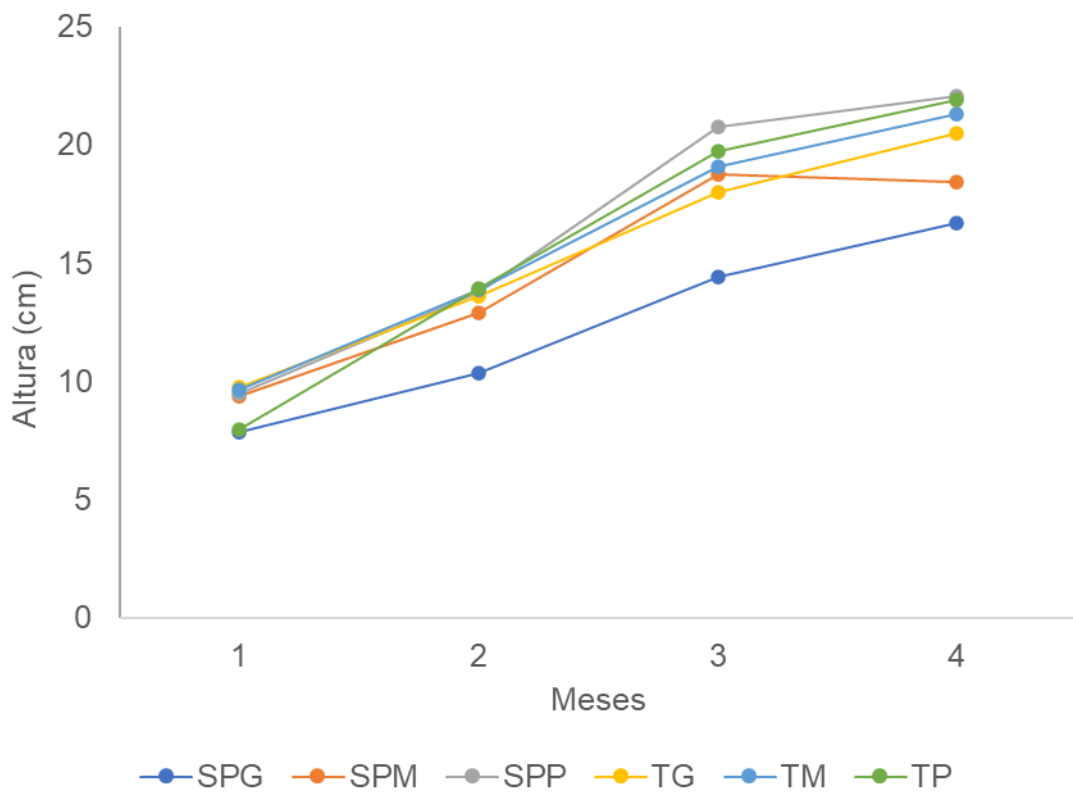


Figura 20. Curva de crescimento em altura de mudas de *Cariniana micrantha*, ao longo de quatro meses, em diferentes recipientes de produção. Saco plástico grande de 2,8 l (SPG); Saco plástico médio de 1,3 l (SPM); Saco plástico pequeno de 0,5 l (SPP); Tubete grande de 290 ml (TG); Tubete médio de 180 ml (TM); e Tubete pequeno de 55 ml (TP).

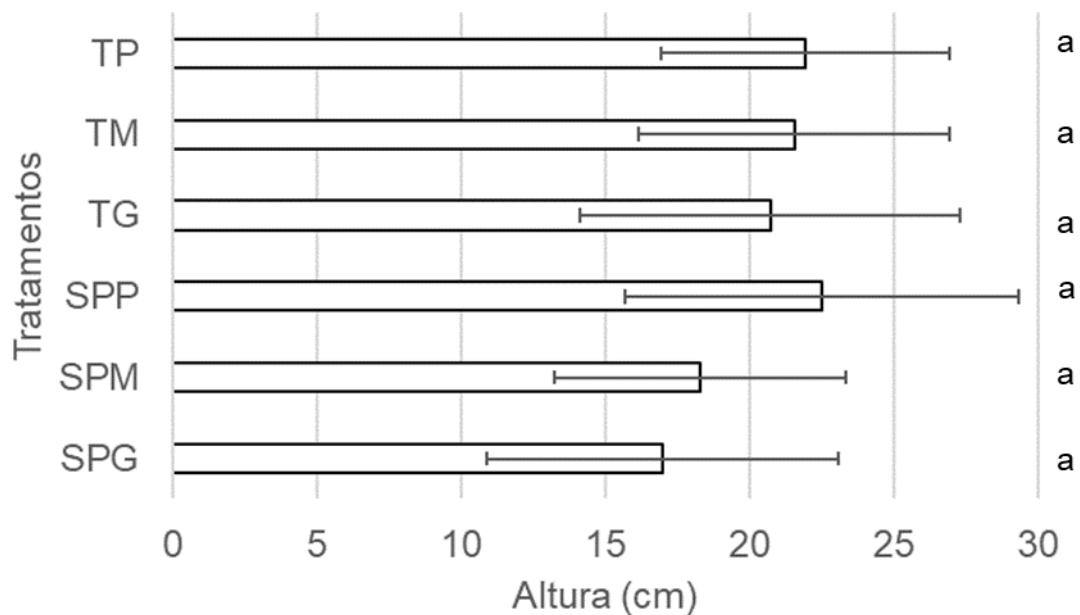


Figura 21. Altura de mudas de *Cariniana micrantha* aos quatro meses, em diferentes recipientes de produção. Saco plástico grande de 2,8 l (SPG); Saco plástico médio de 1,3 l (SPM); Saco plástico pequeno de 0,5 l (SPP); Tubete grande de 290 ml (TG); Tubete médio de 180 ml (TM); e Tubete pequeno de 55 ml (TP). As barras de erro são o intervalo de confiança (distribuição t, bicaudal, 95%). P crítico ANOVA para o fator tratamento = **0,044**. Mínima diferença significativa de Tukey (DMS) = 5,8. As letras ao final de cada barra estão agrupando os tratamentos com diferenças de média menores que a DMS.

Quanto ao crescimento em diâmetro do colo das mudas, a curva de crescimento mostra que não houve uma grande variação dessa variável entre os recipientes ao longo dos quatro meses (Figura 22). O tipo e tamanho dos recipientes não influenciaram, significativamente, o diâmetro do colo das mudas de *C. micrantha* ao final dos quatro meses de produção (Figura 23).

Lisboa et al. (2012) observaram que mudas de jacareúba (*Calophyllum brasiliense* Cambess.) produzidas nos tubetes de 180 ml e 280 ml apresentaram os maiores valores de crescimento do diâmetro do colo, já para as mudas de cedro-australiano (*Toona ciliata*) os maiores valores médios observados foram nas mudas produzidas nos tubetes de 280 ml. Já Alves et al. (2012) constataram que os sacos plásticos de polietileno mais volumosos (1090 cm<sup>3</sup> e 1660 cm<sup>3</sup>), mostraram-se estatisticamente superiores ao recipiente de menor volume (360 cm<sup>3</sup>) sendo responsáveis pelos maiores diâmetros das mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*).

Carvalho Filho et al. (2003) observaram maior valor de diâmetro do colo das mudas de *Hymenaea courbaril* L. quando as mesmas foram cultivadas no recipiente de menores dimensões. Em contrapartida, Cunha et al. (2005) verificaram que os maiores diâmetros do colo de mudas de *Tabebuia impetiginosa* foram obtidos nos maiores recipientes.

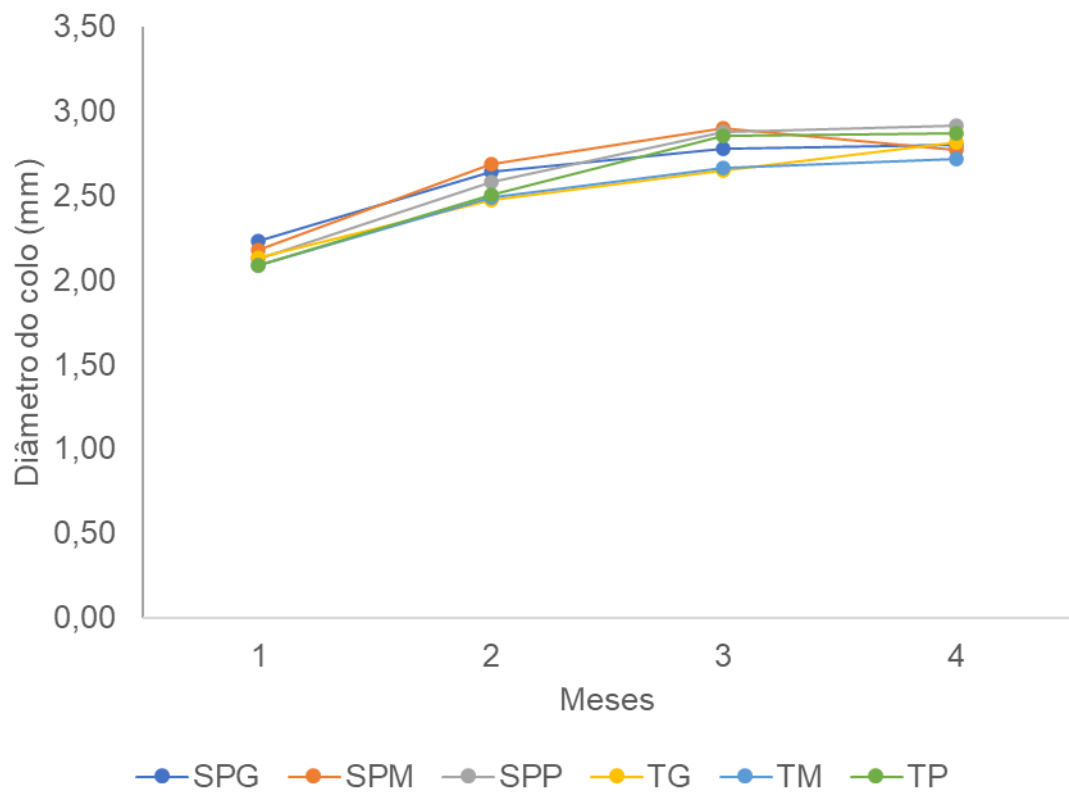


Figura 22. Curva de crescimento em diâmetro do colo de mudas de *Cariniana micrantha*, ao longo de quatro meses, em diferentes recipientes de produção. Saco plástico grande de 2,8 l (SPG); Saco plástico médio de 1,3 l (SPM); Saco plástico pequeno de 0,5 l (SPP); Tubete grande de 290 ml (TG); Tubete médio de 180 ml (TM); e Tubete pequeno de 55 ml (TP).

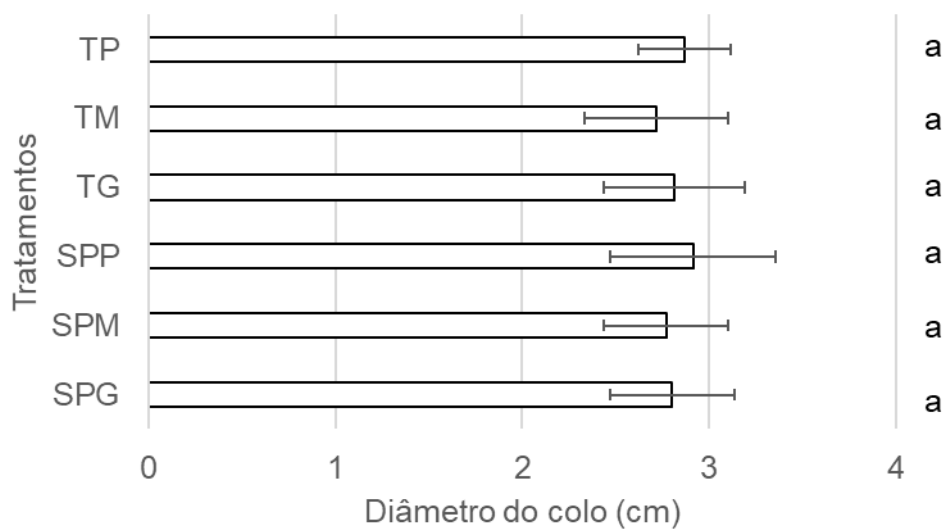


Figura 23. Diâmetro do colo de *Cariniana micrantha* aos quatro meses, em diferentes recipientes de produção. Saco plástico grande de 2,8 l (SPG); Saco plástico médio de 1,3 l (SPM); Saco plástico pequeno de 0,5 l (SPP); Tubete grande de 290 ml (TG); Tubete médio de 180 ml (TM); e Tubete pequeno de 55 ml (TP). As barras de erro são o intervalo de confiança (distribuição t, bicaudal, 95%). P crítico ANOVA para o fator tratamento = 0,78. Mínima diferença significativa de Tukey (DMS) = 0,44. As letras ao final de cada barra estão agrupando os tratamentos com diferenças de média menores que a DMS.

O tamanho do recipiente influenciou significativamente o acúmulo de biomassa seca total e biomassa aérea das mudas de *C. micrantha* (figura 24). A biomassa total e aérea das mudas que cresceram nos recipientes saco plástico pequeno e tubete pequeno foi superior à biomassa observada para o SPG, TG e TM (Figura 25).

Ao avaliarem o efeito de diferentes recipientes na qualidade das mudas de angico-vermelho, Alves et al. (2012) observaram o efeito significativo dos recipientes sobre biomassa seca da parte aérea, sendo que os maiores valores para esta variável foram encontrados no saco plástico com volume 1660 cm<sup>3</sup>, sendo este significativamente superior aos demais volumes dos sacos plásticos (360 cm<sup>3</sup> e 1090 cm<sup>3</sup>).

Viana et al. (2008), observaram que mudas de *Bauhinia forficata* responderam positivamente aos tamanhos dos recipientes, ou seja, quanto maior o volume do recipiente, maior foi o resultado para todas as variáveis estudadas. Mesquita et al. (2009) também verificaram que os sacos plásticos maiores apresentaram-se mais eficiente que os tubetes menores em todas as características analisadas.

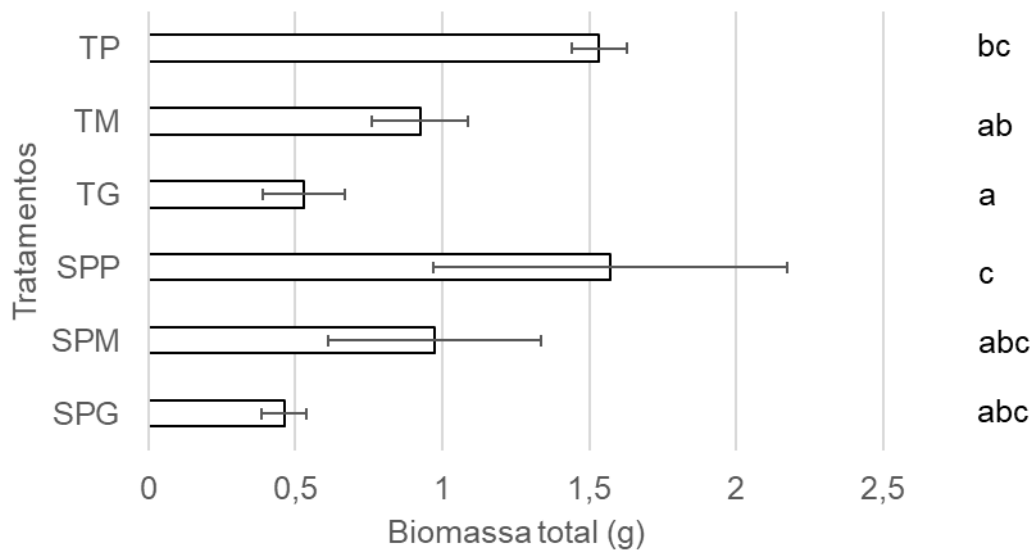


Figura 24. Biomassa seca total de mudas de *Cariniana micrantha* aos quatro meses, em diferentes recipientes de produção. Saco plástico grande de 2,8 l (SPG); Saco plástico médio de 1,3 l (SPM); Saco plástico pequeno de 0,5 l (SPP); Tubete grande de 290 ml (TG); Tubete médio de 180 ml (TM); e Tubete pequeno de 55 ml (TP). As barras de erro são o intervalo de confiança (distribuição t, bicaudal, 95%). P crítico ANOVA para o fator tratamento = **0,00006**. Mínima diferença significativa de Tukey (DMS) = 0,61. As letras ao final de cada barra estão agrupando os tratamentos com diferenças de média menores que a DMS.

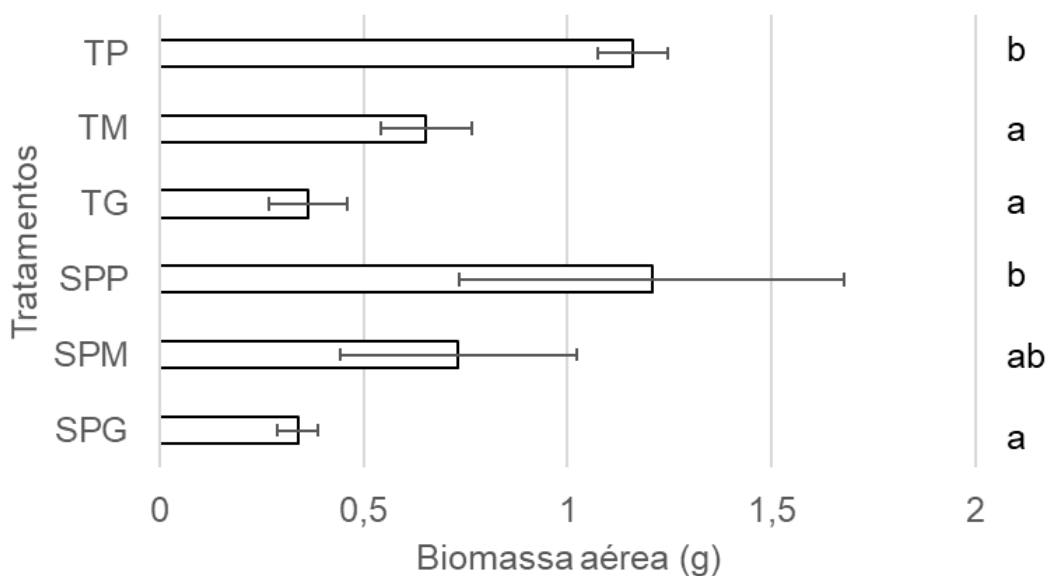


Figura 25. Biomassa seca aérea de mudas de *Cariniana micrantha* aos quatro meses, em diferentes recipientes de produção. Saco plástico grande de 2,8 l (SPG); Saco plástico médio de 1,3 l (SPM); Saco plástico pequeno de 0,5 l (SPP); Tubete grande de 290 ml (TG); Tubete médio de 180 ml (TM); e Tubete pequeno de 55 ml (TP). As barras de erro são o intervalo de confiança (distribuição t, bicaudal, 95%). P crítico ANOVA para o fator tratamento = **0,00007**. Mínima diferença significativa de Tukey (DMS) = 0,49. As letras ao final de cada barra estão agrupando os tratamentos com diferenças de média menores que a DMS.

Quanto à biomassa seca radicular das mudas de *C. micrantha*, observou-se que o seu acúmulo foi influenciado, significativamente, pelo tamanho do recipiente (Figura 26). As mudas produzidas nos recipientes com o tamanho menor (SPP e TB) acumularam biomassa radicular superior àquelas que foram produzidas em recipientes médios e grandes, com diferença estatística apenas das mudas produzidas em recipientes grandes (SPG e TG).

Antoniazzi et al. (2013) em um experimento com mudas de *Cedrela fissilis* Vell. observaram que as plântulas que apresentaram menor matéria seca da raiz foram àquelas produzidas em tubetes de 50 ml, influenciadas pelo pequeno volume de substrato comportado pelo tubete e também, pela restrição de espaço imposta pelo tamanho deste recipiente, e as mudas produzidas em tubetes de 100 ml apresentaram maior razão de massa de raízes, caracterizando maior investimento de crescimento no sistema radicular.

Lunz et al. (2011) observaram que o recipiente de maior tamanho 27 cm x 36 cm (20,61 L) apresentou melhores condições para o desenvolvimento tanto do sistema radicular como da parte aérea de mudas de *Carapa guianenses*. Os mesmos autores afirmam que a restrição do crescimento do sistema radicular, proporcionado pelo volume do recipiente, pode promover o desequilíbrio na razão entre raízes e parte aérea, alterando as respostas fisiológicas da planta e repercutindo na qualidade da muda.

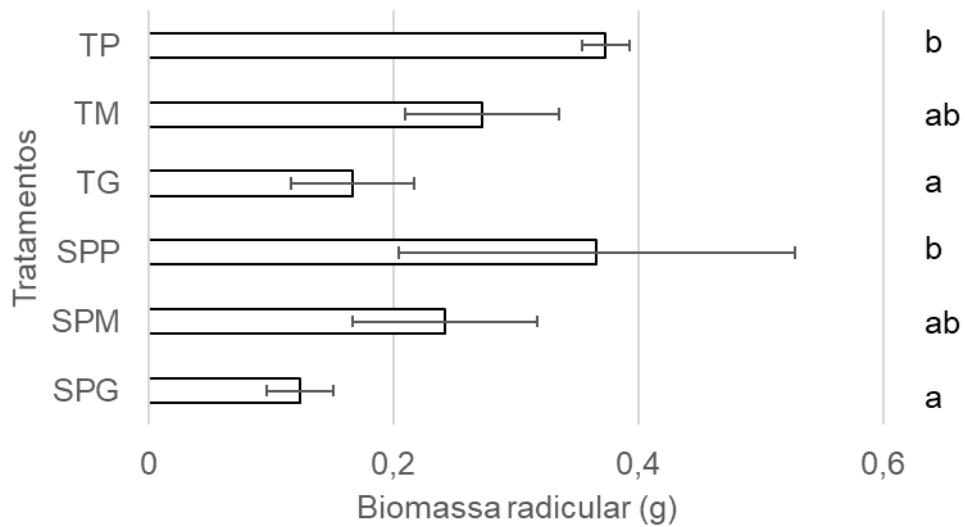


Figura 26. Biomassa seca radicular de mudas de *Cariniana micrantha* aos quatro meses, em diferentes recipientes de produção. Saco plástico grande de 2,8 l (SPG); Saco plástico médio de 1,3 l (SPM); Saco plástico pequeno de 0,5 l (SPP); Tubete grande de 290 ml (TG); Tubete médio de 180 ml (TM); e Tubete pequeno de 55 ml (TP). As barras de erro são o intervalo de confiança (distribuição t, bicaudal, 95%). P crítico ANOVA para o fator tratamento = **0,00046**. Mínima diferença significativa de Tukey (DMS) = 0,16. As letras ao final de cada barra estão agrupando os tratamentos com diferenças de média menores que a DMS.

## 5. CONCLUSÕES

Os substratos não apresentaram diferença significativa entre ambos, porém o substrato orgânico foi o mais bem avaliado, o que significa que as mudas de *C. micrantha* podem ser produzidas utilizando o substrato orgânico.

O tipo de recipiente não influenciou na produção de mudas de *C. micrantha*, apenas o tamanho do recipiente apresentou diferença significativa para as variáveis avaliadas. Com isso, conclui-se que os sacos plásticos pequenos (0,5 litros) e os tubetes pequenos (55 ml) são indicados para a produção de mudas da espécie.

Em relação ao ambiente de pleno sol em que as mudas foram submetidas, a espécie apresenta poder de aclimatação, porém para um período maior do que o avaliado, que foi de 11 dias.



## 6. REFERÊNCIAS

- ABREU, A. H. M. de; LELES, P. S. dos.; MELO, L. A. de.; FERREIRA, D. H. A. A. MONTEIRO, F. A. S. Produção de Mudanças e Crescimento Inicial em Campo de *Enterolobium Contortisiliquum* Produzidas Em Diferentes Recipientes. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 45, n. 1, p. 141 - 150, jan. / mar. 2015.
- ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. D. M. SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift.** v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ALVES, A. de S.; OLIVEIRA, L. S. B. de.; ANDRADE, L. A. de.; GONÇALVES, G. S.; SILVA, J. M. da. Produção de mudas de angico em diferentes tamanhos de recipientes e composições de substratos. **Revista Verde** (Mossoró – RN), v. 7, n. 2, p. 39-44, abr-jun, 2012.
- ANTONIAZZI, A. P.; BINOTTO, B.; NEUMANN, G. M.; SAUSEN, T. L.; BUDKE, J. C. Eficiência de recipientes no desenvolvimento de mudas de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae). **Revista Brasileira de Biociência**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 313-317, jul./set. 2013.
- ARAÚJO, A. P. de.; SOBRINHO, S. de P. Andréia. Germinação e Produção de Mudanças de Tamboril (*Enterolobium Contortisiliquum* (Vell.) Morong) em Diferentes Substratos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, Edição Especial, p.581-588, 2011.
- BARIZON, Fernanda. **Uso de substrato compostado no desenvolvimento de mudas florestais nativas.** Monografia (Bacharel em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2017.
- CAMARGO, et al. **Informativo Técnico Rede De Sementes Da Amazônia. Castanha de macaco: CarinianamicranthaDucke.** 2007.
- CAMARGO, J.L.C. et al. Castanha-de-macaco, CarinianamicranthaDucke, Lecythidaceae. In: Ferraz, I.D.K. & Camargo, J.L.C. (Ed.). **Manual de Sementes da Amazônia.** f.2. Manaus, INPA. 2003. 6p.
- CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais.** Curitiba: UFPR / FUPEF, Campos: UENF, p.451. 1995.
- CARVALHO FILHO, J. L. S.; BLANK, M. F. A.; BLANK, A. F.; RANGEL, M. S. A. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Cerne**, v.9, n.1, p.109-118, 2003.
- COSTA, E. et al. Telas de Sombreamento e Substratos na Produção de Mudanças de *Dipteryxalata* Vog. **Floresta e Ambiente.** 2015; 22(3): 416-425.
- COUTINHO, C.J.; CARVALHO, C.M. O uso da vermiculita na produção de mudas florestais. In: 7º ENCONTRO NACIONAL DE REFLORESTADORES, 1983, Curitiba, **Anais...** p. 54-63. Curitiba, 1983.

CUNHA, A. M. et al. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.207-214, 2006.

CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, J. A. L.; SOUZA, V. C. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.

DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. **Fatores que afetam a qualidade de mudas destinadas aos projetos de restauração de ecossistemas florestais**. In: DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. (Ed.). Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais: 25 anos de experiência em matas ciliares. Lavras: Ed. UFLA, 2015. p. 181-274

DIAS, M. A. et al. Germinação de sementes e desenvolvimento de plantas de pimenta malagueta em função do substrato e da lâmina de água. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.3, p.115-121, 2008.

GOMES, J. M.; PAIVA, HN de. Viveiros florestais (propagação sexuada), **Série didática**. Editora UFV, 2011.

GONÇALVES, J.L.M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, p. 309-350, 2000.

HAASE, D.L. et al. Tropical nursery concepts and practices. In: PANCEL, L.; KÖHL, M. (Ed.). **Tropical Forestry Handbook**, p. 1005-1041, 2016.

HAMADA, Patrícia. **O Papel da Serapilheira no Desenvolvimento Inicial de Mudas de Espécies Florestais Nativas**. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociência da UNESP. Botucatu, 2009.

IMAKAWA, A.M. **Ecofisiologia e estabelecimento inicial de *Carinianamicrantha* Ducke (Lecythidaceae) em uma floresta de terra firme na Amazônia Central**. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas. Manaus, Amazonas. 1996. 86 p.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Banco de dados meteorológicos. 2021. Disponível em: <<https://bdmep.inmet.gov.br/>> Acessado em: 18/02/2022.

JESUS, R.M. et al. Efeito do tamanho do recipiente, tipo de substrato e sombreamento na produção de mudas de louro (*Cordia alliodora* (Vell.) Arrab.) e Gonçalves-Alves (*Astronium fraxinifolium* Schott). **IPEF**, Piracicaba, v. 37, p. 13-19, 1987.

KALAJI HM, JAJOO A.; OUKARROUM, A. et al., (2016). Chlorophyll a fluorescence as a tool to monitor physiological status of plants under abiotic stress conditions. **Acta Physiol Plant** 38:102.

KÄMPF, A. N. Substrato. In: KÄMPF, A. N. (Coord.). **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 245p.

KITAO, M. OLIVEIRA, H.J.; MULLER, F.G.; HEINZ, A.D. Susceptibility to photoinhibition of three deciduous broadleaf tree species with different successional traits raised under various light regimes. **Plant, Cell and Environment**, v.1 n.23, p.81-89, 2000.

LANDIS T.D., JACOBS D.F., LUNA T. Containers. In: WILKINSON K.M., LANDIS T.D., HAASE D.L., DALEY B.F., DUMROESE R.K. (eds) **Tropical nursery manual: a guide to starting and operating a nursery for native and traditional plants**. US Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook 732, Washington, DC, pp 123–139. 2014.

LIMA JÚNIOR, M. de J. V. **Fenologia de cinco espécies de Lecythidaceae na Reserva Florestal Ducke**. Manaus-AM. Dissertação de Mestrado, 1992.

LISBOA, A. C.; SANTOS, P. S. dos.; NETO, S. N. de O.; CASTRO, D. N. de.; ABREU, A. H. M. de. EFEITO DO VOLUME DE TUBETES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Calophyllum brasiliense* E *Toona ciliata*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.4, p.603-609, 2012.

LOPES, J.S., COSTA, K.C.P., FERNANDES, V.S., GONÇALVES, J.F.C. (2019). Functional traits associated to photosynthetic plasticity of young Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) plants. **Flora** 258, 151446.

LOUREIRO, A.A.; SILVA, M.F. & ALENCAR, J.C. 1979. **Essências madeireiras da Amazônia**. INPA/SUFRAMA. Manaus, Amazonas. Vol.2. 245p.

LUNZ, A. M. P.; MACHADO, M. L. C.; SALES, F. de.; ARAGÃO, D. de S. Produção de mudas de *Carapa guianensis* Aubl. em diferentes tamanhos de recipientes, para uso em sistemas agroflorestais. In: Congresso Brasileiro De Sistemas Agroflorestais, 8., 2011, Belém, PA. Sistemas agroflorestais na paisagem florestal: desafios científicos, tecnológicos e de políticas para integrar benefícios e globais: **anais**. Belém, PA : SBSAF : Embrapa Amazônia Oriental: UFRA : CEPLAC : EMATER : ICRAF, 2011.

MAGALHÃES, N. dos S.; MARENCO, R. A.; MENDES, K. R. Aclimação de mudas de acariquara à alta irradiância. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.7, p.687-694, jul. 2009.

MESQUITA, J. B.; SANTOS, M. J. C.; RIBEIRO, G. T.; MOURA, A. O. Avaliação da composição de substratos e recipientes na produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Acta Forestalis**, Aracaju, v.1, n.1, p.47-58, 2009.

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

OLIVEIRA, Maria Cristina de. *et al.* **Manual de Viveiro e Produção de Mudanças Espécies Arbóreas Nativas do Cerrado**. Brasília-DF, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1042301/manual-de->

viveiro-e-producao-de-mudasespecies-arboreas-nativas-do-cerrado. Acesso 22/10/2021.

OLIVEIRA, V. H.; LIMA, R. N.; PINHEIRO, R. D. Efeito do recipiente utilizado na formação de mudas no crescimento e desenvolvimento de plantas de cajueiro cultivadas sob irrigação. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, 2000. 3 p.

PEIXOTO JR. **Efeito da matéria orgânica, do superfosfato simples e do cloreto de potássio na formação de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* DENEGER)** [dissertação]. Lavras: Escola Superior de Agricultura Lavras; 1986.

PERES, C. A. SeedpredationofCarinianamicrantha (Lecythidaceae) bybrowcapuchinmonkeys in Central Amazonia. **Biotropica** 23(3): 262-270. 1991.

PRANCE, G. T.; MORI, S. A. **Lecythidaceae. Part. I. The Actinomorphic-flowered New World Lecythidaceae (*Asteranthos*, *Gustavia*, *Grias*, *Allantoma*, &*Cariniana*)**. Flora Neotropica.

PURQUEIRO, L.F.V; TIVELLI, S.W. **Manejo do ambiente em cultivo protegido**. São Paulo, 2006.

QUINTERO, S. N. S. **Substratos, recipiente e habitat de cultivo inicial de *Carinianapyriformis* Miers**. Monografia (Especialização em Engenharia Florestal) - Universidade Distrital Francisco de José de Caldas. Bogotá, 2017.

REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do Soombreamento sobre o Teor de Clorofila e Crescimento Inicial do Jequitibá-rosa. **Bol. Pesq. FL.**, Colombo, n 53, p. 179-194, jul/dez. 2006.

RIBEIRO, J.E.L.S. et al. **Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central**. Manaus: INPA, p. 287, 1999.

RODRIGUES, B. P.; SILVA, A. G.; MAURI, R.; OLIVEIRA, J. T. S. *Cariniana* legalis (Mart.) Kuntze (Lecythidaceae): Descrição Dendrológica e Anatômica. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.8, n.15; p.427, 2012.

RODRIGUES, Elen Carla Pereira de Goes. **Desenvolvimento de mudas de castanha de macaco (*Cariniana micrantha* Ducke) e caroba (*Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don.) em resposta à adubação e inoculação com bactérias solubilizadoras de fosfato**. 2002.

ROWEDER, C. **Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de Cedro (*Cedrella odorata* L. - MELIACEAE) e Mogno (*Swietenia macrophylla* King - MELIACEAE) em diferentes condições de luminosidade, substratos e recipientes**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Acre. Rio Branco, RR. 2011. p.46.

SALATI, E.; SCHUBART, O. R. H.; JUNK, W. EOLIVEIRA, A. E. (Eds.). Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia. Brasília. **Ed. Brasiliense e CNPq**. 1985. 327p.

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

SOUZA, M.H.; MAGLIANO, M.M.; CAMARGOS, J.A.A. 1997. **Madeiras Tropicais Brasileiras**. IBAMA/Laboratório de Produtos Florestais, Brasília. 152p.

STIRBET A.; LAZÁR, D.; KROMDIJK, J. GOVINDJEE. Chlorophyll a fluorescence induction: can just a one-second measurement be used to quantify abiotic stress responses? **PHOTOSYNTHETICA** 56 (1): 86-104, 2018.

VIANA, J. S.; GONÇALVES, E. P.; ANDRADE, L. A.; OLIVEIRA, L. S. B.; SILVA, E. O. Crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* Link. em diferentes tamanhos de recipientes. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 4, p. 663-671, 2008.

YUYAMA, K. & SIQUEIRA, J. A. S. Efeito do tamanho das sementes e do recipiente no crescimento de mudas de camu-camu (*Myrciaria dúbia*). **Acta Amazonica**, 29; 647-650. 1999.