



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA  
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**JESSICA BEZERRA PONTES LIMA**

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE MAMOEIRO 'SUNRISE SOLO' EM DIFERENTES  
SUBSTRATOS**

**FORTALEZA**

**2019**

JESSICA BEZERRA PONTES LIMA

PRODUÇÃO DE MUDAS DE MAMOEIRO 'SUNRISE SOLO' EM DIFERENTES  
SUBSTRATOS

Monografia apresentada a Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Rosilene Oliveira Mesquita.

Coorientadora: Eng.<sup>a</sup> Agr.<sup>a</sup> Dra. Marilena de Melo Braga.

FORTALEZA

2019

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

---

L698 Lima, Jessica Bezerra Pontes.  
Produção de mudas de mamoeiro 'Sunrise solo' em diferentes substratos / Jessica Bezerra Pontes Lima. –  
2019.  
38 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências  
Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2019.

Orientação: Profa. Dra. Rosilene Oliveira Mesquita.  
Coorientação: Profa. Dra. Marilena de Melo Braga.

1. Carica papaya L.. 2. Crescimento. 3. Biomassa. I. Título.

CDD 630

---

JESSICA BEZERRA PONTES LIMA

PRODUÇÃO DE MUDAS DE MAMOEIRO 'SUNRISE SOLO' EM DIFERENTES  
SUBSTRATOS

Monografia apresentada a Coordenação do  
Curso de Agronomia da Universidade Federal  
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do  
título de Engenheira Agrônoma.

Aprovada em: 21/06/2019.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Rosilene Oliveira Mesquita (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Eng.<sup>a</sup> Agr.<sup>a</sup> Francisca Evelice Cardoso de Souza  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Eng.<sup>o</sup>. Agr.<sup>o</sup>. Rafael Santiago da Costa  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Eng.<sup>o</sup>. Agr.<sup>o</sup>. Johny de Souza Silva  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais,

Francisco (*In memoriam*) e Valneide.

E as minhas irmãs Alice e Jamile.

DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por sempre me dar forças nos momentos mais difíceis, por seu amor e por todas as pessoas maravilhosas que escolheu colocar na minha vida.

Aos meus pais, Francisco (*In memoriam*) e Valneide, que sempre nos incentivaram a estudar, apoiando desde cedo nas pequenas conquistas e fazendo de tudo para oferecer educação a mim e a minhas irmãs.

As minhas irmãs, Alice e Jamile, pela união, pelos momentos compartilhados e pelo carinho.

Ao meu namorado José, por todo carinho, apoio, companheirismo e compreensão.

A Universidade Federal do Ceará, por seus docentes e funcionários que contribuíram direta ou indiretamente na minha formação, pelo ensino e assistência estudantil de qualidade que proporcionaram minha formação e permanência no curso.

A Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rosilene Oliveira Mesquita, por ter aceitado me orientar neste trabalho, pelo acolhimento e paciência.

A Dr.<sup>a</sup> Marilena de Melo Braga, pela coorientação, aprendizados, sugestões e paciência.

A Embrapa Agroindústria Tropical, pela experiência de estágio. Ao Dr. Lindbergue Araújo Crisostomo, por aceitar ser meu supervisor de estágio. A todo o corpo de técnicos, estagiários e bolsistas que compõem o Laboratório de Solos e que contribuíram para a realização deste trabalho.

Em especial agradeço a Evelice, Rafael, Júlia, Jonas, Johny e Bruna. Pela amizade, cumplicidade e união. Sem vocês esse trabalho jamais seria realizado.

A minha amiga Beatriz, pois sem ela eu jamais teria conhecido o grupo de pesquisa, grupo esse que me proporcionou a realização deste trabalho de conclusão de curso.

Aos participantes da banca pelo tempo, críticas e sugestões.

A todos os amigos e colegas que ganhei nesses anos de universidade (Willa, Samara, Fátima, Ana Maria, Isabela, Ivan) e tantos outros que foram parte essencial na minha formação. Muitíssimo obrigada!

“Grandes realizações não são feitas por impulso, mas por uma soma de pequenas realizações”.

Vincent Van Gogh

## RESUMO

O uso de substratos adequados é um dos fatores que mais afeta a produção de mudas de qualidade. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de mudas de mamoeiro, cultivar 'Sunrise Solo', propagadas com o uso de diferentes substratos provenientes de resíduos. O experimento foi realizado em casa de vegetação pertencente ao Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal do Ceará. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com oito tratamentos, quatro repetições e dez unidades experimentais, totalizando 320 mudas. O plantio foi realizado em bandejas de poliestireno de 50 células, preenchidas com oito diferentes substratos: S1 - comercial (Turfa fértil); S2 - fibra da casca do coco verde + esterco + gesso (3:1); S3 - bagana + esterco + gesso (3:1); S4 - lodo + esterco + gesso (3:1); S5 - comercial (90%) + biochar de coco verde (10%); S6 - fibra da casca do coco verde (90%) + biochar de coco verde (10%); S7 - bagana (90%) + biochar de coco verde (10%); S8 - lodo (90%) + biochar de coco verde (10%). Realizou-se a avaliação das mudas com a coleta dos seguintes dados biométricos: número de folhas, alturas das plantas, diâmetro do caule, comprimento do sistema radicular, área foliar e massa seca total. Também foi realizada avaliação para trocas gasosas. A adição de carvão de fibra de coco aos substratos, promoveu os melhores resultados para as mudas de mamão, com destaque para o lodo de esgoto + carvão, o qual teve desempenho superior em todas variáveis. O substrato comercial turfa fértil se mostrou ineficiente para a promoção do crescimento das mudas de mamão.

**Palavras-chave:** *Carica papaya* L. Crescimento. Biomassa.



## ABSTRACT

The use of suitable substrates is one of the factors that most affect the production of quality seedlings. In this sense, the present work had as objective to evaluate the development of seedlings of papaya, 'Sunrise Solo', propagated with the use of different substrates from residues. The experiment was carried out in a greenhouse belonging to the Department of Plant Science, Federal University of Ceará. The experimental design was the completely randomized (DIC), with eight treatments, four replicates and ten experimental units, totaling 320 seedlings. Planting was carried out in 50 cell polystyrene trays, filled with eight different substrates: S1 - commercial (Fertile Peat); S2 - green coconut shell fiber + manure + gypsum (3: 1); S3 - bagana + manure + gypsum (3: 1); S4 - sludge + manure + gypsum (3: 1); S5 - commercial (90%) + coconut biochar green (10%); S6 - green coconut shell fiber (90%) + coconut biochar green (10%); S7 - bagana (90%) + coconut biochar green (10%); S8 - sludge (90%) + coconut biochar green (10%). The following biometric data were collected: leaf number, plant height, stem diameter, root system length, leaf area and total dry mass. An assessment was also made for gas exchange. The addition of coconut fiber coal to the substrates promoted the best results for the papaya seedlings, especially the sewage sludge + coal, which had superior performance in all variables. The commercial peat substrate proved to be inefficient for promoting the growth of papaya seedlings.

**Key words:** *Carica papaya* L. Growth. Biomass.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
<b>2.1</b>	<b>A cultura do mamoeiro</b> .....	13
<b>2.2</b>	<b>Sistema de produção de mudas</b> .....	14
<b>2.3</b>	<b>Substratos Orgânicos</b> .....	15
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	17
<b>3.1</b>	<b>Local e características da área experimental</b> .....	17
<b>3.2</b>	<b>Delineamento experimental</b> .....	17
<b>3.3</b>	<b>Materiais, tratamentos e condução do experimento</b> .....	17
<b>3.4</b>	<b>Análises realizadas</b> .....	19
<b>3.4.1</b>	<i>Biométricas</i> .....	19
<b>3.4.2</b>	<i>Fisiológicas</i> .....	20
<b>3.4.3</b>	<i>Análises dos Substratos</i> .....	21
<b>3.4.4</b>	<i>Avaliação de dados estatísticos</i> .....	22
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	23
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	35
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	36

## 1 INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma frutífera de grande importância mundial, sendo a espécie do gênero *Carica* mais cultivada no mundo (DANTAS, 2000), tendo apresentando ótimos resultados nos últimos anos, tanto em área cultivada quanto em produtividade. Os principais países produtores da cultura são a Índia, o Brasil, o México, a Indonésia e a República Dominicana.

O Brasil é o segundo maior produtor de mamão do mundo, tendo produzido 1.424,650 toneladas em 2017. A região Nordeste do país é a maior produtora de mamão, sendo responsável por um percentual de 59% da produção nacional. Os cinco principais estados produtores são: Bahia, Espírito Santo, Ceará, Rio Grande do Norte e Minas Gerais, somando juntos cerca de 88% da produção do Brasil (IBGE 2017).

O mamoeiro desempenha importante função socioeconômica, visto que seu fruto possui diversas formas de utilização, sendo consumido in natura ou de forma industrializada, além de possuir produção intermitente, fato que faz com que seja necessário o uso de mão de obra continuada para a manutenção dos pomares, gerando assim diversos empregos diretos e indiretos e, conseqüentemente renda (DANTAS, 2013).

A produção constante do mamoeiro requer periódica renovação dos pomares, sendo para tanto necessário uma produção ou aquisição de mudas recorrente (POSSE, 2005). O insumo mais importante na implantação de um pomar é a muda, uma vez que produzidas com qualidade e manejadas corretamente originam pomares saudáveis, produtivos e com boa rentabilidade (PASQUAL et al., 2001).

A produtividade e a qualidade dos frutos de mamoeiro dependem do manejo adotado, desde a aquisição da semente até a formação de mudas. Vários são os fatores que podem afetar a produção de mudas de boa qualidade, podendo-se destacar a qualidade da semente, do substrato e do adubo utilizado, tendo em vista que estes fatores contribuem para o melhor desenvolvimento e sanidade da muda (YAMANISHI et al., 2004).

O uso de substratos para a formação de mudas tem aumentado em todo o mundo, pois proporcionam melhores condições ao desenvolvimento das plantas (SUGUINO, 2006). Visto que seu uso traz como benefícios o melhor aproveitamento da água, dos nutrientes minerais e a menor chance de contaminação das plantas por pragas e patógenos do solo.

Os substratos comerciais são bastante utilizados para a produção de mudas, no entanto o custo elevado acaba tornando o seu uso pouco viável para o produtor. Uma boa opção para este problema é a utilização de substratos alternativos que sejam de fácil aquisição

para o produtor e que não comprometam o desenvolvimento das mudas (SIQUEIRA et al., 2010).

O cultivo de plantas em substratos alternativos tem sido cada vez mais usado. Contudo, ao se escolher os materiais para a produção dos substratos, estes devem possuir baixo custo, estar disponível na região de consumo, possuir adequada concentração de nutrientes, boa capacidade de troca de cátions, permitir aeração e retenção de umidade, além de favorecer a atividade fisiológica das raízes (OLIVEIRA et al., 2008).

Uma alternativa sustentável para a produção de substratos é a utilização de resíduos. Esta abordagem tem sido frequentemente estudada visando o reaproveitamento dos nutrientes contidos nesses materiais, a redução do custo de produção, além da mitigação dos impactos ambientais negativos gerados pelo descarte incorreto dos resíduos (ARAÚJO et al., 2017).

A utilização de compostos orgânicos produzidos a partir de resíduos agroindustriais é uma alternativa viável para usá-los como substratos na produção de mudas de diferentes espécies vegetais (VIEIRA, 2014). Deste modo, o emprego de resíduos para a produção de substratos é uma alternativa ambientalmente correta, uma vez que pode mitigar os impactos ambientais, causados em virtude do descarte inadequado dos resíduos.

Diante de tais aspectos, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.), cultivar ‘Sunrise Solo’, propagadas com o uso de diferentes substratos provenientes de resíduos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A cultura do mamoeiro

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) pertence à família Caricaceae, é uma espécie herbácea, semi-perene, tipicamente tropical, tendo como provável centro de origem o noroeste da América do Sul (DANTAS, 2000; POSSE, 2005). É uma cultura bastante disseminada em regiões edafoclimáticas favoráveis, podendo estender sua distribuição desde a latitude de 32° Norte até 32° Sul (COSTA; PACOVA, 2003). Seu crescimento vegetativo é favorecido em regiões com temperaturas variando de 22 a 26° C. Regiões com regime pluviométrico de 1800 a 2000 mm anuais, bem distribuídos, promovem o melhor desenvolvimento da cultura (CRISÓSTOMO; NAUMOV, 2009).

A cultura se adapta bem em diferentes tipos de solos, sendo o mais adequado para o seu cultivo os que possuem uma boa permeabilidade. Desse modo, são indicados os solos com textura média ou areno-argilosa e com pH entre 5,5 a 6,7. Solos muito argilosos, rasos e localizados em baixadas apresentam diversos problemas, como pouca aeração e drenagem insuficiente, ou seja, são mais propensos a condições de encharcamento e por esse motivo devem ser evitados (SOUZA et al., 2000).

Possui sistema radicular com raiz principal bastante desenvolvida, com uma maior distribuição de raízes nos primeiros 30 cm de solo, no entanto pode se desenvolver até duas vezes a altura da planta. Apresenta caule cilíndrico, herbáceo, fistuloso, ereto, com diâmetro variando de 10 a 30 cm. As folhas são grandes, 20 a 60 cm, glabras, com longos pecíolos fistulosos. O fruto é uma baga que pode ter diferentes formas (arredondado, oblongo, alongado, cilíndrico e piriforme) que mudam de acordo com o tipo de flor. A coloração pode variar de amarela, rosada a avermelhada, com casca fina e lisa de coloração amarelo-claro a alaranjada (DANTAS e CASTRO NETO, 2000).

Apresenta basicamente três tipos de flores que classifica as plantas como: masculinas, femininas e hermafroditas. As plantas do sexo masculino normalmente produzem apenas flores estaminadas com ovário rudimentar e estéril, essas flores ficam distribuídas em longos pedúnculos e originam-se nas axilas das folhas localizadas na parte superior da planta; as plantas femininas apresentam apenas flores femininas com pedúnculo curto, possui pétalas totalmente livres até a parte inferior da corola e necessitam do pólen de flores masculinas e hermafroditas para fecundação e formação de frutos; as plantas hermafroditas podem ter diferentes tipos de flores (pentândrica, intermediária e alongada), mas é a flor com forma alongada que dá origem ao fruto de maior valor comercial com formato piriforme (COSTA;

PACOVA, 2003).

Os grupos 'Solo' e 'Formosa' representam as cultivares de mamoeiro mais exploradas no Brasil. As cultivares do grupo Solo se caracterizam por possuir elevado potencial endogâmico, seus frutos são pequenos, com peso variando de 0,35 a 0,70 kg aproximadamente. Os frutos desse grupo têm como destino o mercado externo, sendo também consumido em menor quantidade no mercado interno. As principais cultivares do grupo Formosa são híbridas importadas, seus frutos são maiores, com peso superior a 1,0 kg, tem como principal destino o mercado interno (SERRANO; CATTANEO, 2010).

O mamão possui boas características nutricionais, sendo fonte de cálcio, pró-vitamina A e de ácido ascórbico, além de ser destinado a processos industriais. Do fruto verde pode-se extrair a enzima proteolítica papaína, a qual é utilizada principalmente nas indústrias de alimentos, farmacêutica e de cosméticos. Já o alcaloide denominado carpaína utilizado como ativador cardíaco, pode ser extraído das folhas, frutos e sementes (DANTAS, 2000).

## **2.2 Sistema de produção de mudas**

Conforme Ruggiero et al. (2003), o mamoeiro pode ser propagado por sementes, estaquia, enxertia e biotecnologia, porém o método mais utilizado ainda é o por meio de sementes. O mais usual é que a sementeira seja feita em recipientes plásticos, mas alguns produtores ainda fazem a sementeira em leiras ou canteiros para somente depois colocar as plantas em recipientes de formação de mudas. Sacolas plásticas e canteiros móveis como bandejas de isopor ou tubets, são os recipientes mais utilizados para a formação de mudas de mamoeiro (SOUZA et al., 2000).

São muitas as vantagens da produção de mudas em recipientes, dentre elas pode-se destacar a maior precocidade de produção, menor possibilidade de contaminação por patógenos do solo, menor disseminação de plantas invasoras, melhor controle ambiental, melhor aproveitamento das sementes e da área dos viveiros, menor "stress" sofrido pelas mudas no transplante e maior facilidade de comercialização das mudas (MELETTI, 2000; PASQUAL et al., 2001).

Calvete (2004) e Daniel et al. (1982), afirmam que uso de recipientes na produção de mudas minimiza os danos mecânicos causados as raízes das plantas, fazendo com que tenham uma melhor formação e como consequência uma maior uniformidade e taxa de sobrevivência em campo. Vale ressaltar, que a qualidade final das mudas está diretamente relacionada com a interação entre substrato, espécie e recipiente (PAULUS; PAULUS, 2007).

Oliveira e Trindade (2000) indicam uma mistura de solo, areia e esterco de curral curtido numa proporção de 3:1:1 ou 2:1:1, como substrato para a produção de mudas de mamoeiro, caso o solo seja arenoso não há a necessidade de adicionar areia. Ainda segundo os autores o local de produção de mudas deve ser de fácil acesso, com disponibilidade de água para irrigação, relevo plano ou levemente ondulado e de preferencia distante de outras áreas de cultivo de mamoeiro.

### **2.3 Substratos Orgânicos**

O substrato serve como suporte para a fixação das raízes, fornecimento de nutrientes e auxilia na retenção de água. Para ser considerado ideal um substrato deve apresentar características como: elevada capacidade de retenção de água, boa porosidade, apresente decomposição lenta, que esteja facilmente disponível para a obtenção ou compra e que tenha baixo custo de obtenção (ARAÚJO et al., 2013).

A principal função do substrato é sustentar a muda e fornecer as condições adequadas para seu desenvolvimento e funcionamento do sistema radicial, assim como os nutrientes necessários ao desenvolvimento da mesma. Esse substrato deve ser isento de sementes de plantas invasoras, pragas e fungos patogênicos, evitando-se assim a necessidade de sua desinfestação, além de apresentar propriedades químicas adequadas (GONÇALVES et al., 2000; HARTMANN et al., 2011).

A disponibilidade dos produtos é outro fator a ser levado em consideração, visto que ele deve ser abundante para conseguir atender à demanda de mercado. A maioria dos produtos utilizados no mercado atualmente apresenta grande oferta em locais específicos no país, aumentando, dessa forma, o seu custo quando transportados para regiões mais distantes (KRATZ et al., 2013).

O substrato é um insumo importante devido à sua ampla utilização no cultivo de mudas (FREITAS et al., 2013). Dessa forma, estudos são necessários visando o fornecimento de novos produtos a serem utilizados como substratos, a fim de se apresentarem novas alternativas de formulação, como o uso de resíduos agroindustriais, industriais, florestais e urbanos para a produção de mudas, pois grandes volumes desses produtos são gerados, representando um problema ambiental caso não sofram destinação final adequada (KRATZ et al., 2013).

Substratos alternativos produzidos a partir da compostagem de resíduos orgânicos gerados na propriedade rural podem constituir-se numa opção para os agricultores, pois

muitas vezes esses resíduos não são bem aproveitados, sendo jogados em locais inadequados, empilhados e deixados no ambiente, queimados etc., podendo provocar impacto ambiental negativo ou se caracterizar como desperdício de matéria prima de qualidade (PINHO et al., 2016).

Alguns materiais vêm sendo estudados para a utilização como substratos alternativos, tais como: fibra de coco, bagana de carnaúba e lodo de esgoto. Segundo Silva Júnior et al. (2014), a utilização dos resíduos orgânicos na composição dos substratos para mudas significa uma alternativa à reciclagem desses materiais, visando dar uma destinação correta aos materiais que seriam subutilizados na propriedade agrícola.

A casca de coco verde é um material de difícil decomposição, logo, a sua utilização de forma processada possui grande importância social e ambiental. Desta forma, o aproveitamento da casca de coco é uma técnica viável por suas fibras serem quase inertes e terem alta porosidade. Além disso, as boas características físicas da fibra de coco, a sua longa durabilidade sem alteração de suas características físicas, a possibilidade de esterilização, a abundância da matéria prima, a qual é de fácil obtenção e o baixo custo tornam a fibra de coco verde um material que se destaca diante de outros tipos de substratos (CARRIJO et al., 2002).

Ao resíduo das folhas trituradas da carnaúba (*Copernicia prunifera*) para a extração do pó, dá-se o nome da bagana de carnaúba (SOUSA et al., 2015). Este material é utilizado para cobertura morta em culturas anuais e perenes, e também para compor substrato para as plantas em virtude de suas propriedades químicas, como a presença de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e compostos orgânicos que favorecem o desenvolvimento e vigor das plantas, e das propriedades físicas, como baixa densidade aparente e boa retenção de umidade (SOUZA, 2000).

O lodo de esgoto é um resíduo de composição variável, sendo rico em matéria orgânica e nutrientes. Após passar por processo de estabilização, torna-se um produto com características desejáveis para o setor agrícola e florestal (GOMES et al., 2013). A utilização agrícola deste resíduo já ocorre em muitos países. Contudo, seu uso apresenta o inconveniente de poder ocorrer o aumento da concentração de metais pesados e de agentes patogênicos no solo. Para diminuir esse risco, o lodo deve ser tratado com os processos de digestão anaeróbia, calagem ou compostagem, antes de ser utilizado. A compostagem, quando bem controlada, pode melhorar as características físico-químicas do lodo urbano (LOPES et al., 2005).



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local e características da área experimental

O experimento foi realizado no período de março a abril de 2019, em casa de vegetação, coberta com plástico de 200 micras UV, pertencente ao Departamento de Fitotecnia, localizada no Campus do Pici, da Universidade Federal do Ceará (UFC), situada em Fortaleza-CE, tendo como coordenadas geográficas: latitude de 3°43'02'' S, longitude de 38°32'35'' W e altitude de 12 m. Segundo Köppen, o clima do local é do tipo Aw', ou seja, tropical chuvoso, muito quente, com chuvas predominantes nas estações do verão e outono.

#### 3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), sendo constituído por 8 tratamentos (substratos) e 4 repetições, com 10 plantas em cada repetição, totalizando 320 unidades experimentais (mudas de mamoeiro).

#### 3.3 Materiais, tratamentos e condução do experimento

Foram utilizadas sementes de mamão, cultivar Sunrise Solo, apresentando pureza de 99% e garantia de germinação mínima de 85% (Figura 1).

**Figura 1** – Sementes de mamão cultivar Sunrise Solo.

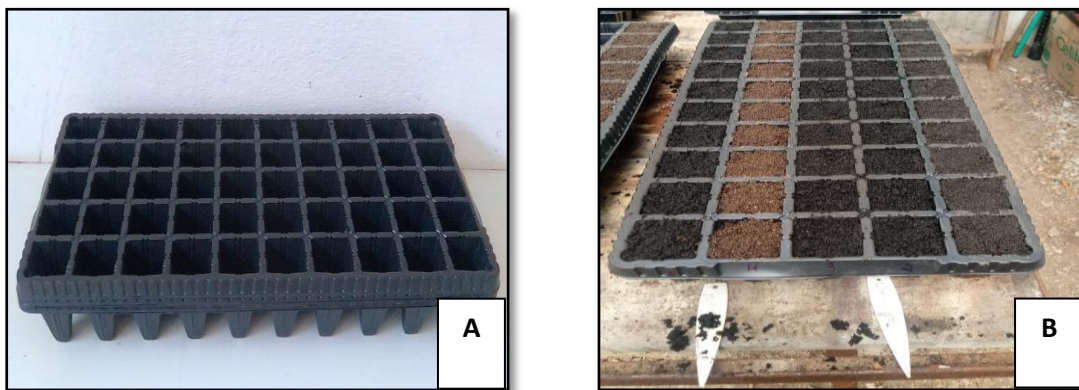


Fonte: Francisca Evelice Cardoso de Sousa (2019).

Como recipiente para produção das mudas utilizou-se bandejas de poliestireno de 50 células, preenchidas com oito diferentes substratos: S1 - comercial (Turfa fértil); S2 – fibra

da casca do coco verde triturada + esterco + gesso (3:1); S3 - bagana + esterco + gesso (3:1); S4 - lodo + esterco + gesso (3:1); S5 - comercial (90%) + biochar de coco verde (10%); S6 – fibra da casca do coco verde triturada (90%) + biochar de coco verde (10%); S7 - bagana (90%) + biochar de coco verde (10%); S8 - lodo (90%) + biochar de coco verde (10%) (Figura 2).

**Figura 2** – Bandejas de poliestireno com 50 células vazias (A); Bandeja preenchida com diferentes substratos (B).



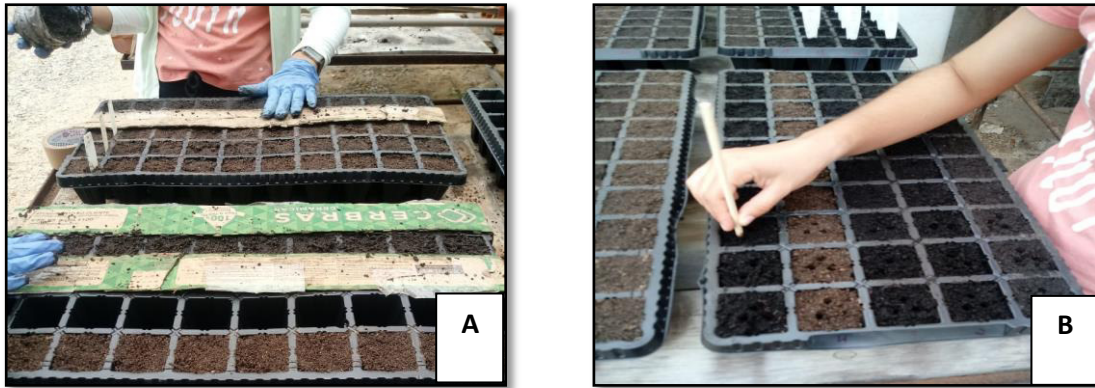
Fonte: Autor (2019).

O substrato comercial utilizado foi o Turfa Fértil, fabricado pela empresa Florestal S.A., e tem como matérias-primas a turfa e a casca de arroz carbonizada. O biocarvão foi produzido a partir da fibra do coco verde, por meio do processo de pirólise em forno caseiro, com uma taxa de aquecimento de  $10^{\circ}\text{C min}^{-1}$ , a uma temperatura final de carbonização entre  $400$  e  $500^{\circ}\text{C}$ . Após a pirólise, o biochar foi peneirado e adicionado aos substratos, e depois disso foi utilizado na produção das mudas.

Os demais substratos utilizados no experimento foram produzidos por meio do processo de compostagem, no setor de Horticultura da Universidade Federal do Ceará (UFC). A compostagem foi realizada com cerca de 7 meses de antecedência, cada resíduo foi misturado com esterco bovino e, em seguida montou-se leiras em camadas, as quais foram revolvidas semanalmente. Finalizada a compostagem, os compostos foram peneirados e colocados em estufa com circulação de ar forçado a  $45^{\circ}\text{C}$  por 48 horas para serem utilizados.

O experimento foi iniciado em 08 de março de 2019. As bandejas foram preenchidas com os substratos e a sementeira realizada colocando-se três sementes em cada célula, a uma profundidade de 1,5 cm (Figura 3). 20 dias após a sementeira (DAS) foi realizado o desbaste, deixando-se apenas a planta mais vigorosa por célula.

**Figura 3** – Bandejas sendo preenchidas com substratos (A); Semeadura (B).



Fonte: Francisca Evelice Cardoso de Sousa (2019).

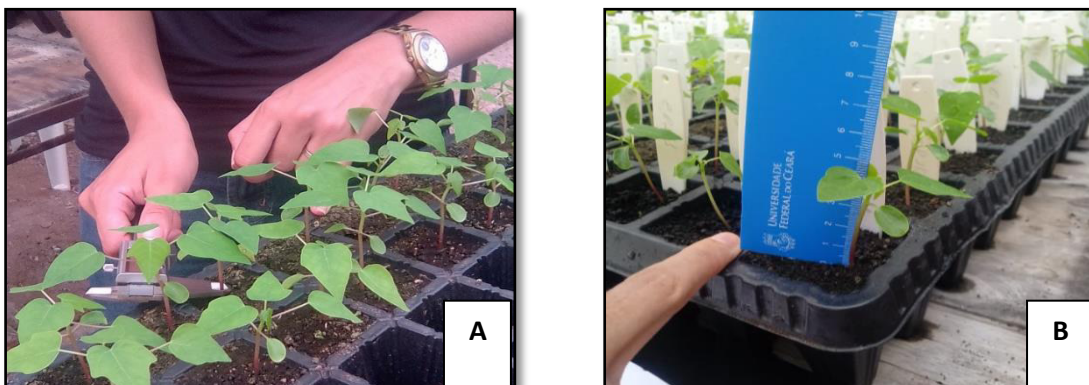
As bandejas foram mantidas em casa de vegetação, sobre mesas. A irrigação foi feita duas vezes por dia, sendo a primeira pela manhã e a outra pela tarde, utilizando-se um pulverizador manual. A eliminação de ervas daninha que nasciam esporadicamente foi feita manualmente.

### 3.4 Análises realizadas

#### 3.4.1 Biométricas

Aos 27 dias após a sementeira realizou-se análise dos parâmetros biométricos das mudas: número de folhas (NF), por meio da contagem das folhas totalmente expandidas; altura da planta (AP), medida do colo até o ápice da planta, com auxílio de régua graduada em centímetros; e diâmetro do caule (DC), mensurado no colo da planta com paquímetro digital, expresso em milímetros (Figura 4).

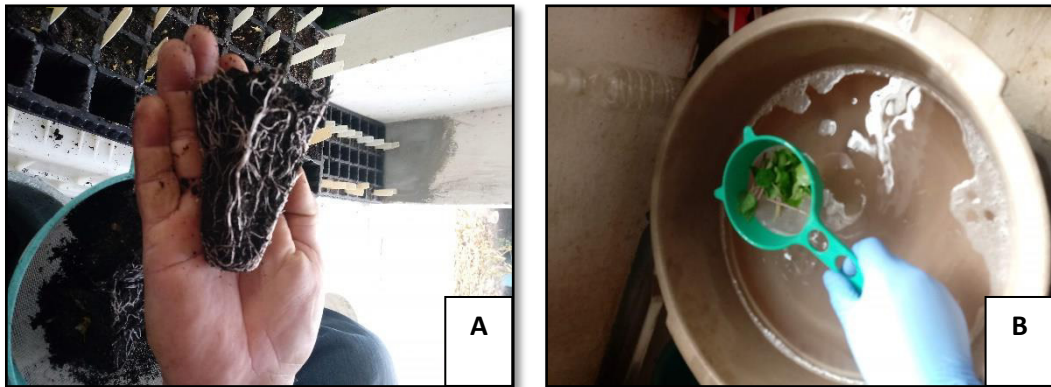
**Figura 4** – Mensuração do diâmetro do caule (A); Mensuração da altura da planta (B).



Fonte: Autor e Francisca Evelice Cardoso de Sousa (2019).

Aos 34 DAS o experimento foi encerrado, sendo coletados os órgãos vegetativos, os quais foram separados em parte aérea e sistema radicular e, depois lavados para eliminar alguma sujidade presente (Figura 5). Em seguida, foi medido: comprimento da raiz (COMP), com o auxílio de uma régua graduada em centímetros; e área foliar (AF), obtida utilizando-se um medidor de superfície (LI – 3100, Área Meter, Li-Cor., Inc., Lincoln, 87 Nebraska, USA), expressa em cm<sup>2</sup>. Posteriormente, o material vegetal foi acondicionado em sacos de papel devidamente identificados e colocado para secar em estufa com circulação de ar forçado a 65° C, até atingir massa constante. Em seguida, determinou-se a massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR) em balança eletrônica de precisão. Com os valores de MSPA e MSSR foi possível calcular a massa seca total (MST).

**Figura 5** – Coleta das raízes (A); Lavagem da parte aérea das plantas (B).



Fonte: Francisca Evelice Cardoso de Sousa (2019).

### 3.4.2 Fisiológicas

Os parâmetros fisiológicos foram analisados aos 33 DAS. Para isso foram selecionadas duas mudas representativas das 10 plantas úteis de cada parcela experimental, e as medições foram realizadas no horário entre 9:00 e 12:00 h. A taxa fotossintética líquida ( $A$ ), condutância estomática ( $g_s$ ), taxa de transpiração ( $E$ ) e a razão entre concentração interna de CO<sub>2</sub> ( $C_i/C_a$ ) foram medidas utilizando-se radiação fotossinteticamente ativa constante ( $1200 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), concentração constante de CO<sub>2</sub> (400 ppm), temperatura e umidade ambiente, por meio de um analisador de gás no infravermelho (IRGA; modelo portátil LI-6400XT, LI-COR Biosciences Inc., Lincoln, Nebraska, USA). Com os resultados das medições, foi possível calcular a eficiência do uso da água ( $A/E$ ) e a eficiência instantânea de carboxilação ( $A/C_i$ ).

### 3.4.3 Análises dos Substratos

Antes do início do experimento foi realizada a amostragem de todos os substratos, para serem analisados posteriormente. As amostras foram preparadas e analisadas segundo a Instrução Normativa nº 17 de 21 de maio de 2007, do MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2007), tanto para análises químicas como físicas, sendo passadas, da maneira como foram recebidas, por uma peneira de malha 19 x 19 mm. As análises físicas e químicas dos substratos foram realizadas pelo laboratório de solos da Embrapa Agroindústria tropical, localizada em Fortaleza-CE.

Analisou-se a densidade dos substratos, sendo determinada pelo método de auto compactação, segundo a Instrução Normativa nº 31 do MAPA (MAPA, 2008). Para a avaliação dos parâmetros químicos, os teores de nutrientes foram obtidos pelo método da extração de nutrientes solúveis em água, que consistiu em utilizar um volume de 60 mL de cada substrato, transferir para Erlenmeyer de vidro com 500 mL de capacidade, adicionando 300 mL de água desionizada. Os Erlenmeyers devidamente fechados foram submetidos à agitação de 40 rpm por 60 minutos (Figura 6).

**Figura 6** – Agitação de erlenmeyers em agitador tipo Wagner.



Fonte: Francisca Evelice Cardoso de Sousa (2019).

Os extratos foram filtrados em papel de filtragem para eliminar possíveis resíduos nas soluções. As soluções filtradas foram armazenadas em tubos Falcon, para posterior leitura em plasma e quantificação de nutrientes das amostras. O pH e a condutividade elétrica (CE) foram mensuradas em frascos contendo amostras das soluções, preparadas pelo método de extração de nutrientes, por meio da leitura no pH-metro e condutivímetro. As quantidades encontradas para cada nutriente mineral podem ser observadas na Tabela 1.

**Tabela 1** - Resultado da análise físico-química dos substratos utilizados no experimento, Fortaleza - CE, 2019.

Determinação	Comercial	Fibra	Bagana	Lodo	Comercial + carvão	Fibra + carvão	Bagana + carvão	Lodo + carvão
Dg g cm <sup>-3</sup>	0,54	0,98	0,94	0,93	0,51	0,90	0,88	0,88
pH H <sub>2</sub> O	5,50	6,66	6,39	6,42	5,76	6,78	6,6	6,44
CE mS cm <sup>-1</sup>	1,97	2,84	2,61	2,62	2,12	3,30	3,00	2,68
P g L <sup>-1</sup>	0,11	6,32	13,02	5,74	0,36	5,32	8,14	4,33
K g L <sup>-1</sup>	11,81	35,48	35,73	42,20	191,83	198,83	176,73	166,76
Ca g L <sup>-1</sup>	389,71	560,57	521,59	568,49	249,96	533,39	516,43	486,52
Mg g L <sup>-1</sup>	72,67	148,13	112,28	70,5	50,23	132,98	89,16	53,42
S g L <sup>-1</sup>	284,96	429,17	386,40	378,27	234,68	435,93	397,74	362,10
Na g L <sup>-1</sup>	26,95	18,57	17,18	19,46	42,00	36,82	31,17	27,99
Zn mg L <sup>-1</sup>	0,09	0,02	0,03	1,19	0,07	0,02	0,02	0,68
Fe mg L <sup>-1</sup>	0,23	0,03	0,03	0,05	0,08	0,04	0,03	0,04
Mn mg L <sup>-1</sup>	0,57	0,23	0,37	0,40	0,32	0,17	0,47	0,32
Cu mg L <sup>-1</sup>	0,02	0,04	0,04	0,17	0,02	0,04	0,03	0,16
Al mg L <sup>-1</sup>	0,15	0,09	0,13	0,11	0,06	0,15	0,12	0,09

Dg – densidade global.

#### 3.4.4 Avaliação de dados estatísticos

Os resultados obtidos em todas as variáveis estudadas foram submetidos á análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa computacional Assisat 7.7.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que diz respeito aos resultados da avaliação biométrica, verificou-se significância ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F, para todas as variáveis avaliadas, em função dos tratamentos aplicados (Tabela 2). Esses resultados significativos para todas as variáveis biométricas, mostram que as plantas de mamoeiro responderam de forma distinta em função dos tratamentos aplicados.

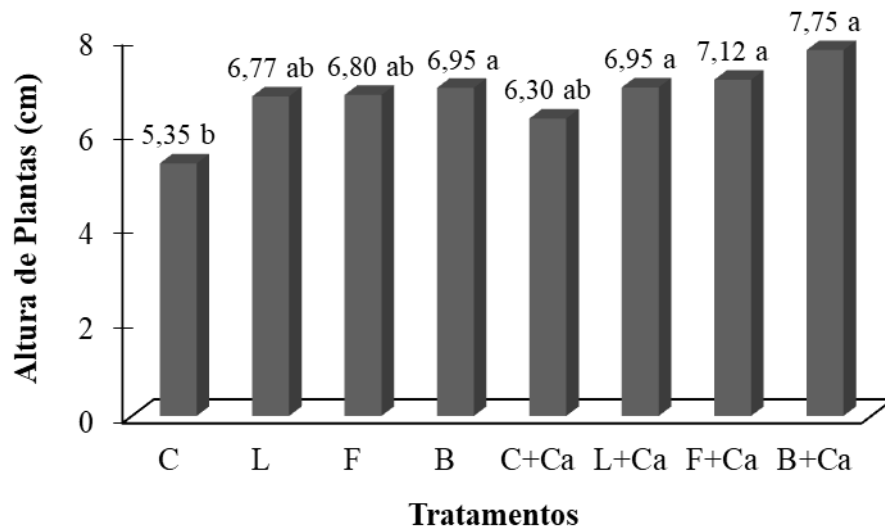
**Tabela 2** - Análise de variância para altura (ALT), diâmetro do caule (DC) e razão número de folhas (NF) de mudas de mamão cultivadas em diferentes substratos, Fortaleza - CE, 2019.

Fontes de Variação	Quadrado Médio			
	GL	ALT	DC	NF
Tratamentos	7	1,93**	0,23**	0,66**
Resíduo	24	0,40	0,02	0,05
Total	31	-	-	-
Média Geral	-	6,75	1,99	3,73
CV (%)	-	9,33	6,94	5,99

\*\* Significativo pelo teste F a 0,01; \* Significativo pelo teste F a 0,05; ns – não significativo.

Ao se observar a variável altura da planta verificou-se que o substrato comercial apresentou resultado inferior aos demais avaliados, porém não diferiu estatisticamente do lodo, da fibra e do comercial + carvão (Figura 7). Ao comparar o tratamento que proporcionou maior média para as mudas (bagana + carvão) com o de menor média (substrato comercial), verificou-se um incremento de 30,98% para a altura das mudas.

**Figura 7** - Altura de plantas de mamão, aos 27 dias, cultivadas em diferentes substratos, Fortaleza - CE, 2019.



Resultado semelhante para a altura de plantas foi encontrado por Bezerra et al. (2009), em trabalho com produção de mudas de pimentão em substratos à base de resíduos orgânicos. Efeito positivo do lodo e da fibra de coco também foi relatado por Neves et al. (2010), onde em estudo com substratos alternativos para produção de mudas de moringa (*Moringa oleífera L.*), os autores concluíram que os tratamentos com solo + lodo de esgoto e solo + fibra de coco proporcionaram maiores valores para altura das plantas.

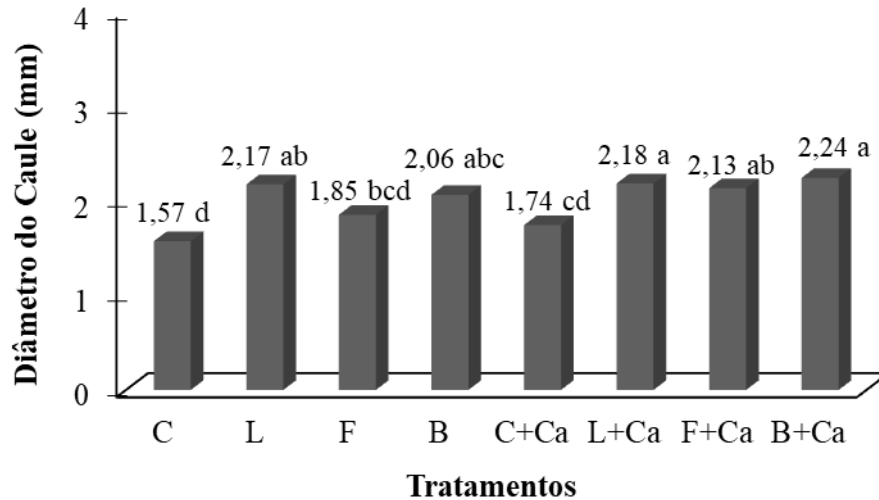
Corroborando com os resultados, Peter et al. (2012) verificaram que o substrato comercial Germinar® + 7,5% de Biochar não diferiu estatisticamente dos substratos comerciais Germinar® e Plantmax® para a altura de plantas de alface; contudo, diferente do resultado obtido no presente estudo, estes apresentaram bom desempenho produtivo para as mudas de alface.

A adição de biocarvão aos substratos proporcionou altura superior para as mudas de mamão. Esse efeito positivo, pode ter ocorrido devido ao fato do biochar contribuir para uma maior absorção de nutrientes do substrato, o que demonstra o potencial desse material como condicionador de substrato, além de ser possível a sua utilização em plantios sequentes, tendo em vista que se trata de um composto bastante estável (PETER et al., 2012).

Para a variável diâmetro do caule, o substrato bagana + carvão obteve média superior aos demais, porém não diferiu estatisticamente dos substratos lodo, bagana, lodo + carvão e fibra + carvão (Figura 8). Ao comparar o tratamento bagana + carvão com o de menor média (substrato comercial) houve um acréscimo de 29,91% para o diâmetro do caule das mudas de mamão.



**Figura 8** - Diâmetro do caule de plantas de mamão, aos 27 dias, cultivadas em diferentes substratos, Fortaleza - CE, 2019.

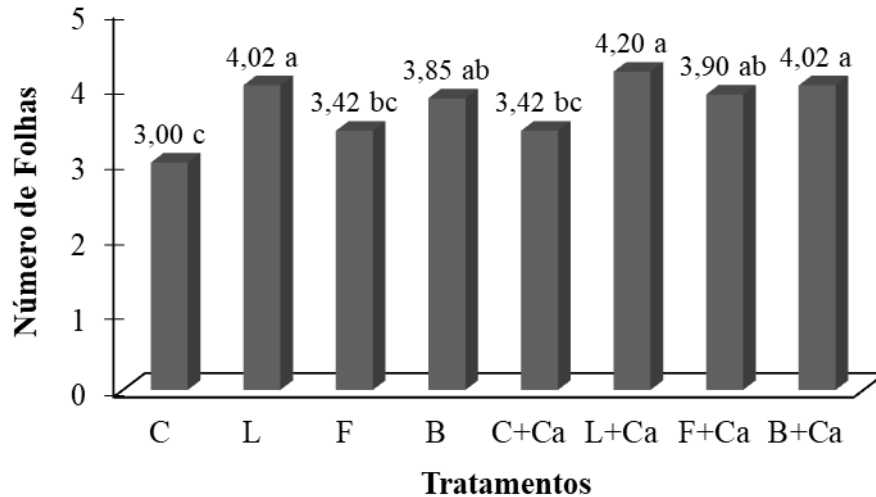


Semelhante aos resultados do presente trabalho, Sousa et al. (2016) em estudo com substratos regionais para avaliação dos índices biométricos de tamboril, verificaram efeito positivo da bagana de carnaúba sobre o diâmetro do caule e a altura de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiluquun*). Do mesmo modo, Araújo et al. (2017) observaram que a bagana de carnaúba proporcionou as maiores médias para altura, diâmetro do caule e número de folhas de mudas de paricá (*Schizolobium amazonicum*).

Corroborando com os resultados, Faria et al. (2013) em trabalho com substratos à base de lodo de esgoto para produção de mudas de mata-pasto (*Senna alata*), observaram efeito benéfico do lodo, onde em todos os tratamentos em que o lodo de esgoto se encontrava na proporção de 80%, o material se mostrou um excelente resíduo para compor substratos, promovendo o crescimento em altura e diâmetro do caule de *S. alata*.

No que diz respeito a variável número de folhas, os substratos lodo de esgoto, lodo + carvão e bagana + carvão foram superiores aos demais, porém não diferiram estatisticamente dos tratamentos com bagana e fibra + carvão (Figura 9). Ao comparar o tratamento que obteve maior média (lodo + carvão) com o de menor resultado (substrato comercial) verificou-se um acréscimo de 28,57% para o número de folhas das mudas de mamão.

**Figura 9** - Número de folhas de plantas de mamão, aos 27 dias, cultivadas em diferentes substratos, Fortaleza - CE, 2019.



Resultado diferente foi alcançado por Mendonça et al. (2003), onde em trabalho com diferentes substratos e recipientes na formação de mudas de mamoeiro ‘Sunrise solo’, os autores observaram que o substrato comercial promoveu maior número de folhas nas mudas de mamão; contudo, para o substrato comercial + carvão vegetal + solo + areia houve menor número de folhas.

De modo geral os substratos que continham biochar em sua composição, exceto o substrato comercial + carvão, promoveram maior crescimento das mudas de mamoeiro. Este fato pode ser atribuído a maior quantidade dos nutrientes potássio e cálcio presentes em sua composição, os quais são requeridos em grande quantidade pela cultura do mamoeiro. Tendo em vista que o potássio é benéfico ao crescimento e ao rendimento da cultura (OLIVEIRA; CALDAS, 2004) e, que teores adequados de cálcio promovem maior crescimento em altura para as plantas (SOUSA et al., 2015).

A alteração na composição dos substratos com a adição de carvão, refletiu na mudança da composição química dos tratamentos. Deste modo, aconselha-se fazer uso de misturas para compor substratos, visto que quando os materiais são utilizados de modo isolado podem apresentar características não satisfatórias ao desenvolvimento das plantas (CALDEIRA et al, 2013).

Diante de tais resultados, fica notório que a utilização de compostos de origem natural pode propiciar o fornecimento adequado de nutrientes para as plantas, além de possibilitar a sua reutilização nos plantios subsequentes, tornando-se uma alternativa para

mitigar os custos de produção, e também para propiciar ganhos em qualidade e produtividade (PETTER et al., 2012).

De acordo com a análise de variância, pode-se observar que a área foliar, o comprimento da raiz e a massa seca total foram influenciados significativamente a 1% de probabilidade pelo teste F em função dos tipos de substratos testados, conforme pode ser visualizado na Tabela 3.

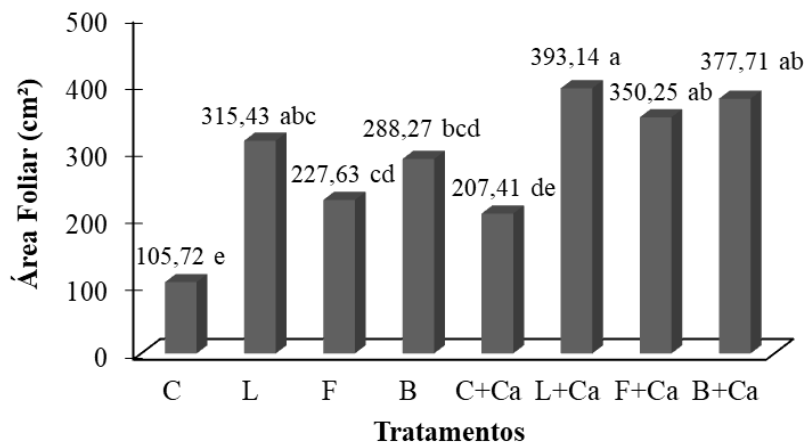
**Tabela 3** - Análise de variância para área foliar (AF), comprimento da raiz (CR) e massa seca total (MST) de mudas de mamão cultivadas em diferentes substratos, Fortaleza - CE, 2019.

Fontes de Variação	Quadrado Médio			
	GL	AF	CR	MST
Tratamentos	7	38235,59**	12,05**	0,97**
Resíduo	24	1913,72	1,60	0,05
Total	31	-	-	-
Média Geral	-	283,20	13,77	1,18
CV (%)	-	15,45	9,19	19,55

\*\* Significativo pelo teste F a 0,01; \* Significativo pelo teste F a 0,05; ns – não significativo.

Ao avaliar a área foliar das plantas de mamão, foi verificado que o substrato lodo + carvão teve desempenho superior aos demais testados, todavia não apresentou diferença estatística do lodo, da fibra + carvão e da bagana + carvão (Figura 10). Comparando-se o lodo + carvão com o tratamento que obteve menor desempenho (substrato comercial), observa-se que houve um acréscimo de 73,11% para a área foliar.

**Figura 10** - Área foliar de plantas de mamão, aos 34 dias, cultivadas em diferentes substratos, Fortaleza - CE, 2019.



Resultado diferente foi observado por Danner et al. (2007), onde o tratamento com substrato comercial promoveu média superior para a área foliar de mudas de jabuticaba. Diferentemente, Lima et al. (2015) não verificaram efeito sobre a área foliar de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas*) em função da composição dos substratos, os quais eram formados por misturas de casca de mamona triturada, terra, esterco bovino, composto de lixo, lodo de esgoto e torta de mamona.

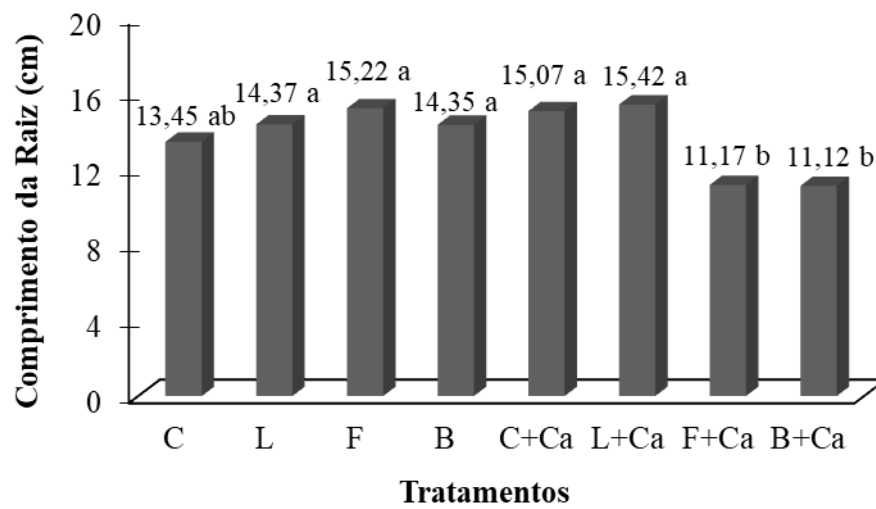
A fibra de coco e a bagana de carnaúba quando usadas de modo isolado, promoveram área foliar inferior para as mudas de mamão, em contrapartida, quando se adicionou biochar na mistura houve maior produção de área foliar, o que indica que estes materiais são mais eficientes quando utilizados em mistura com outros componentes. Dias et al. (2009), observaram que o volume de 15% de fibra de coco na composição de substratos promoveu maior área foliar para mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*).

A área foliar é uma das variáveis mais importantes na análise de crescimento, visto que reflete os resultados da aplicação de determinado tratamento (LIMA et al., 2015). Esperava-se que os substratos que continham maiores quantidades de macronutrientes, fato que de modo geral ocorreu para o uso isolado dos componentes, propiciassem maior expansão dos tecidos foliares avaliados pela medida da área foliar. Todavia, verificou-se que os substratos que possuíam uma menor quantidade de macronutrientes, mas suficiente para atender as necessidades nutricionais da cultura, foram mais eficientes em promover a expansão da área foliar.

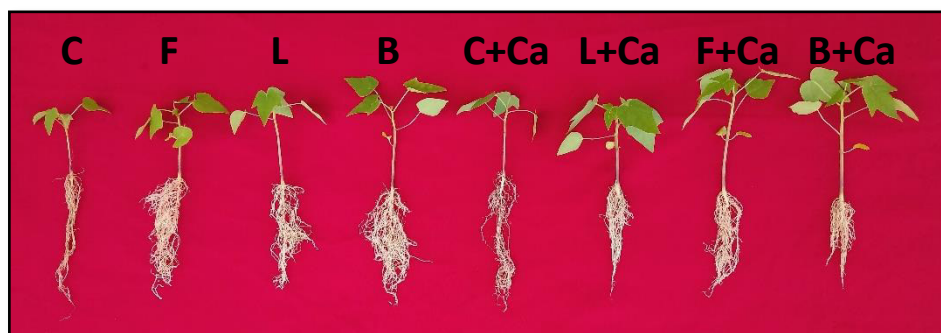
No que diz respeito ao comprimento da raiz, os substratos: lodo, fibra, bagana, comercial + carvão e lodo + carvão tiveram desempenho superior, porém não diferiram

estatisticamente do substrato comercial (Figura 11). Ao se comparar o tratamento com maior média (lodo + carvão) com o de menor média (bagana + carvão), foi verificado um aumento de 27,88% para o comprimento da raiz das mudas. A raiz das mudas de mamão em função dos diferentes substratos pode ser visualizada na Figura 12.

**Figura 11** - Comprimento da raiz de plantas de mamão, aos 34 dias, cultivadas em diferentes substratos, Fortaleza - CE, 2019.



**Figura 12** – Raiz de mudas de mamão, aos 34 dias, cultivadas em substrato comercial, fibra, lodo, bagana, comercial + carvão, lodo + carvão, fibra + carvão e bagana + carvão (da esquerda para direita).



Fonte: Francisca Evelice Cardoso de Sousa (2019).

De modo semelhante, Rota; Pauletti (2008) obtiveram comprimento radicular superior para mudas de amor-perfeito (*Viola tricolor*) cultivadas no substrato comercial turfa fértil. Diferentemente, Santos; Castilho (2018) estudando a germinação e o desenvolvimento de plântulas de girassol em substratos, observaram que o comprimento da raiz não diferiu em

função dos tratamentos, os quais continham carvão vegetal, casca de pinus, turfa, fibra de coco, casca de arroz e vermiculita.

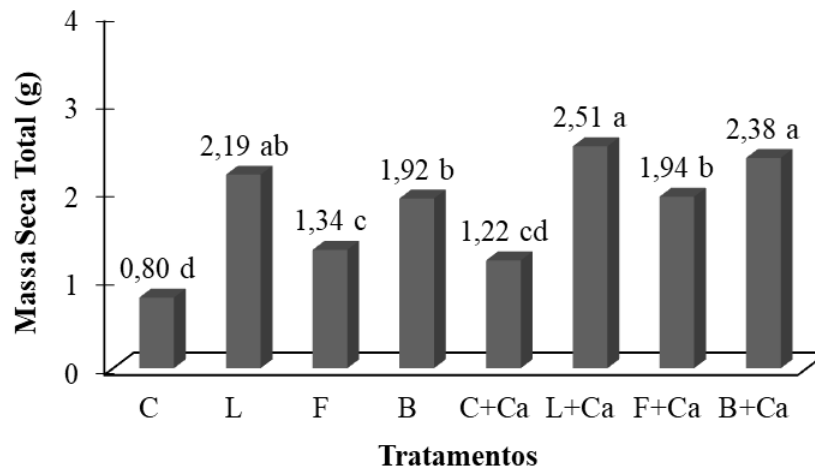
Resultado diferente do alcançado neste estudo foi obtido por Vasconcelos et al. (2012), estudando a influência de diferentes composições de substratos na propagação vegetativa de *Gypsophila* no litoral cearense. Os autores observaram que o tratamento com pó de coco obteve média inferior para o comprimento das raízes das mudas.

A variável comprimento radicular foi o único parâmetro biométrico em que o tratamento com o substrato comercial não obteve desempenho inferior aos demais substratos avaliados. Acredita-se que este fato ocorreu em virtude da baixa quantidade de fósforo presente no material, uma vez que uma das respostas morfológicas à escassez de P é a alteração no crescimento e na arquitetura radicular, pois sistemas radiculares mais extensos tornam maior a área de contato entre a raiz e o material, permitindo a absorção do nutriente pelo sistema radicular (FERNANDES et al., 2018).

Os macronutrientes requeridos em maior quantidade pelo mamoeiro são o N, K e Ca. Apesar de o fósforo ser demandado em menor quantidade pelo mamoeiro, seu acúmulo ocorre de forma crescente na planta, tendo maior importância na fase inicial do desenvolvimento radicular, deste modo torna-se necessário adubar as plantas jovens com P em forma prontamente disponível (OLIVEIRA et al., 2009).

Para a variável massa seca total, foi observado que o substrato lodo + carvão e bagana + carvão apresentaram resultado superior aos demais, porém não diferindo estatisticamente do lodo usado de forma isolada (Figura 13). Ao comparar o substrato que obteve a maior média (lodo + carvão) com o que obteve média inferior (substrato comercial), verificou-se um incremento de 66,39% para a massa seca total. As mudas de mamão cultivadas em diferentes substratos podem ser visualizadas nas Figuras 14 e 15.

**Figura 13** - Massa seca total de plantas de mamão, aos 34 dias, cultivadas em diferentes substratos, Fortaleza – CE, 2019.

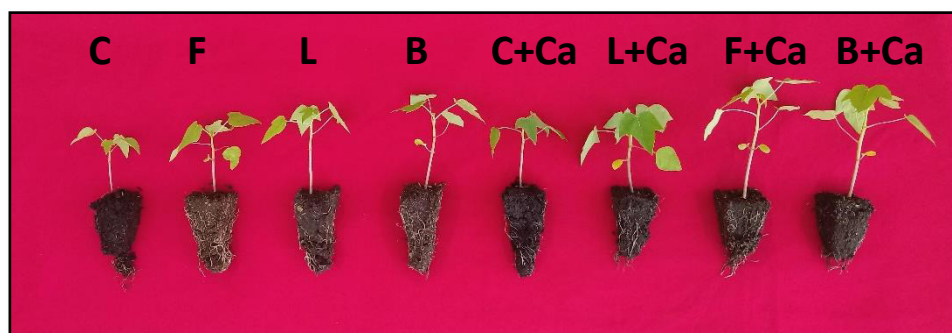


**Figura 14** – Mudas de mamão, aos 28 dias, cultivadas em bandejas de poliestireno de 50 células com diferentes substratos.



Fonte: Francisca Evelice Cardoso de Sousa (2019).

**Figura 15** – Mudas de mamão, aos 34 dias, cultivadas em substrato comercial, fibra, lodo, bagana, comercial + carvão, lodo + carvão, fibra + carvão e bagana + carvão (da esquerda para direita).



Fonte: Francisca Evelice Cardoso de Sousa (2019).

Resultado diferente para a massa seca total foi alcançado por Araújo et al. (2017), onde não foi observado efeito significativo do substrato de bagana acrescido de carvão vegetal; todavia, verificaram resultado superior para a massa seca total de mudas de paricá (*Schizolobium amazonicum*) com substratos a base de bagana de carnaúba.

Corroborando com os resultados encontrados, Delarmelina et al. (2013) trabalhando com lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata*, verificaram resultado superior para a massa seca total das mudas cultivadas em dois substratos, com 80% de lodo de esgoto e com 60% de composto orgânico, enquanto que o substrato comercial foi inferior para essa variável. Os autores acreditam que o resultado benéfico do composto orgânico, deve-se a presença do esterco bovino como componente do composto.

De modo semelhante, Caldeira et al. (2012) em estudo com biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de Teca (*Tectona grandis*) observaram que o substrato com 100% de lodo de esgoto teve média superior, enquanto que o substrato 100% comercial foi inferior para a massa seca total das mudas de *T. grandis*.

De modo geral, o substrato comercial não foi eficiente em promover o crescimento das mudas de mamão. Tal fato pode ter ocorrido em virtude de a turfa ser um material orgânico de origem vegetal produzido a partir de sua lenta decomposição, ficando assim durante o processo de decomposição sujeita as diversas condições ambientais como temperatura e umidade, situação que pode modificar suas características químicas.

No que diz respeito as trocas gasosas, pôde-se observar pela análise de variância que as variáveis fotossíntese, razão entre concentração interna e externa de CO<sub>2</sub> e a eficiência do uso da água foram influenciados significativamente a 1% de probabilidade pelo teste F. A condutância estomática, transpiração e eficiência instantânea de carboxilação não sofreram efeito dos tratamentos testados, conforme pode ser visualizado na Tabela 4.



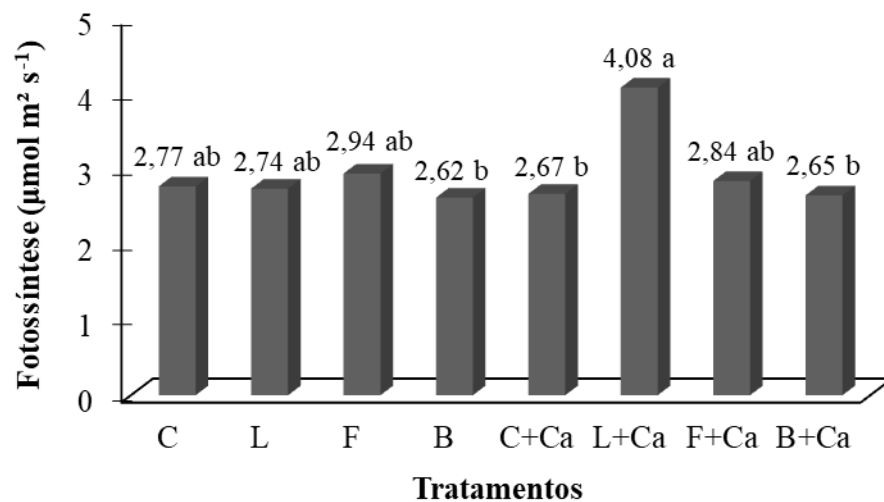
**Tabela 4** - Análise de variância para fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), razão entre concentração interna e externa de CO<sub>2</sub> (Ci/Ca), eficiência do uso da água (A/E) e eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci) de mudas de mamão cultivadas em diferentes substratos, Fortaleza - CE, 2019.

Fontes de Variação	Quadrado Médio						
	GL	A	gs	E	Ci/Ca	A/E	A/Ci
Tratamentos	7	0,93**	0,00001ns	0,00549ns	0,00079**	0,51705**	0,00001ns
Resíduo	24	0,32	0,00001	0,00553	0,00018	0,1357	0
Total	31	-	-	-	-	-	-
Média Geral	-	2,91	0,14	1,43	0,90	2,04	0,008
CV (%)	-	19,69	1,74	5,19	1,50	18,07	21,44

\*\* Significativo pelo teste F a 0,01; \* Significativo pelo teste F a 0,05; ns – não significativo.

Para a fotossíntese, o tratamento lodo + carvão obteve média superior aos demais, porém não diferiu estatisticamente dos substratos comercial, lodo, fibra e fibra + carvão (Figura 16). Comparando-se o lodo + carvão com o tratamento de menor média (bagana), foi observado um aumento de 35,78% para a fotossíntese.

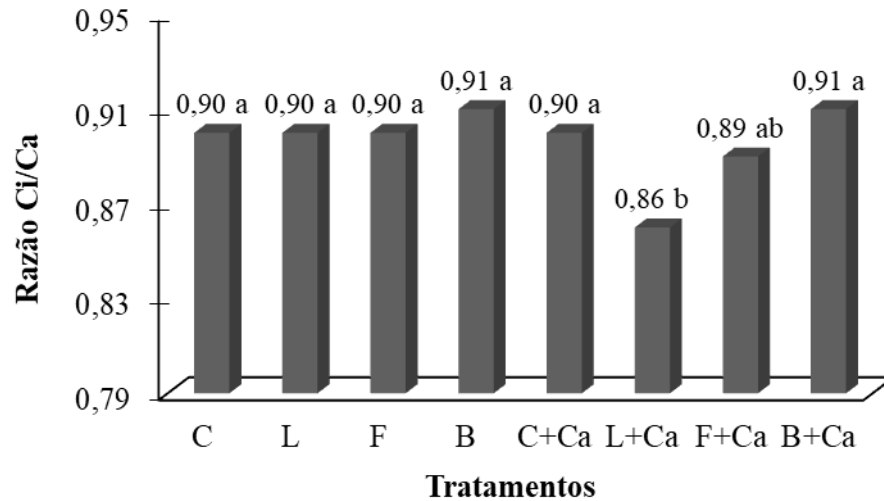
**Figura 16.** Fotossíntese de plantas de mamão, aos 33 dias, cultivadas em diferentes substratos, Fortaleza - CE, 2019.



Para a variável razão entre concentração interna e externa de CO<sub>2</sub>, apenas o substrato lodo + carvão apresentou a menor média, porém estatisticamente igual ao tratamento fibra + carvão (Figura 17). Fazendo uma comparação entre os substratos que

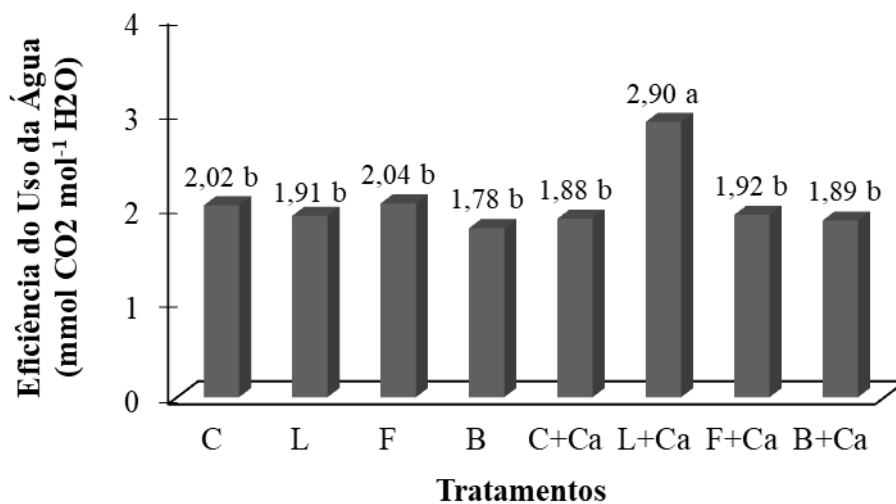
tiveram maior média (bagana e bagana + carvão) com o substrato de menor média (lodo + carvão), observou-se uma diferença 5,49% para a variável analisada.

**Figura 17.** Razão Ci/Ca de plantas de mamão, aos 33 dias, cultivadas em diferentes substratos, Fortaleza - CE, 2019.



No que diz respeito a eficiência do uso da água, apenas o substrato lodo + carvão teve resultado superior aos demais tratamentos (Figura 18). Comparado o substrato de melhor resultado (lodo + carvão) com aquele que obteve a menor média (bagana), verificou-se um acréscimo de 38,62% para a eficiência do uso da água.

**Figura 18.** Eficiência do uso da água de plantas de mamão, aos 33 dias, cultivadas em diferentes substratos, Fortaleza - CE, 2019.



A taxa de fotossíntese líquida demonstra a eficiência das folhas na produção de novos materiais, por meio do balanço entre o material produzido pela fotossíntese e aquele perdido através da respiração (LOPES et al., 2007). Tendo em vista que a maior parte da fotossíntese é realizada nas folhas, espera-se que o maior número de folhas e maior área foliar promovam maior taxa fotossintética, tendência que foi observada neste trabalho para o substrato formado por lodo, lodo + carvão e fibra + carvão. Contudo, destes apenas o lodo + carvão obteve maior eficiência no uso da água, indicando neste substrato há menor perda de água para realização da fotossíntese.

De modo geral, os resultados positivos alcançados nos substratos adicionados de biochar demonstram a importância de misturar diferentes materiais para compor substratos. Visto que, existem diversos materiais que ocasionam problemas para as plantas como a presença de substâncias aleloquímicas e a elevação da relação C/N, sendo assim preferível utilizar dois ou mais materiais orgânicos para compor um bom substrato (LIMA et al., 2015).

Deve-se, portanto, considerar o fato de que o uso de matéria orgânica no substrato é um dos fatores que influenciam na absorção de nutrientes. Desse modo, o substrato ideal deve apresentar boas características físicas, químicas e biológicas, proporcionando um rápido crescimento da muda, uma boa produção de matéria seca, dentre outras características. (YAMANISHI et al., 2004).

## **5. CONCLUSÃO**

1. A adição de carvão de fibra de coco aos substratos, excetuando-se o tratamento comercial + carvão, promoveu os melhores resultados para as mudas de mamão, com destaque para o lodo de esgoto + carvão, o qual teve desempenho superior em todas variáveis.

2. O substrato comercial turfa fértil se mostrou ineficiente para promoção do crescimento das mudas de mamão, tendo tido desempenho inferior para a maioria das características avaliadas.

3. A produção de substratos a base de resíduos mostrou-se eficiente em promover o crescimento e as trocas gasosas das mudas de mamão, demonstrando que a utilização de resíduos é uma alternativa viável para a produção de substratos agrícolas.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E. F.; AGUIAR, A. S.; ARAUCO, A. M. S.; GONÇALVES, E. O.; ALMEIDA, K. N. S. Crescimento e qualidade de mudas de paricá produzidas em substratos à base de resíduos orgânicos. **Nativa**, v. 5, p. 16-23, 2017.
- ARAÚJO, A. C.; DANTAS, M. K. L.; PEREIRA, W. E.; Utilização de substratos orgânicos na produção de mudas de mamoeiro Formosa. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.8, p. 210-216, 2013.
- BEZERRA, F. C.; SILVA, T. C.; FERREIRA, F. V. Meyer. Produção de mudas de pimentão em substratos à base de resíduos orgânicos. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 1355-1360, 2009.
- CALDEIRA, M. V.; DELARMELINA, W. M.; PERONI, L.; GONÇALVES, E. O.; Silva, A. G. Lodo de esgoto e vermiculita na produção de mudas de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 2, p. 155-163, 2013.
- CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; LÜBE, S. G.; GOMES, D. R.; GONÇALVES, E. O.; ALVES, A. F. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **Floresta**, v. 42, n. 1, p. 77-84, 2012.
- CALVETE, E. D. Sistemas de produção de mudas de hortaliças. In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROZA, M. N.; SEDIYANA, M. A. N. (Ed.). Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substratos. Viçosa: UFV, 2004. p. 236-262.
- CARRIJO, Osmar Alves; LIZ, R. de S.; MAKISHIMA, Nozomu. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura brasileira**, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.
- COSTA, A. de FS; PACOVA, B. E. V. **Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro**. In: Martins, D. S e Costa, A. F (eds.) A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. Vitória: Incaper, Cap, v. 3, p. 59-102, 2003.
- CRISÓSTOMO, L. A.; NAUMOV, A. **Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. 238p.
- DANIEL, T.; HELMS, J.; BACKER, F. Princípios de silvicultura. 2ed. México: McGraw-Hill, 1982. 492p.
- DANTAS, J. L. L. et al. **Mamão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2013, 2013.
- DANTAS, J. L. L. Introdução: mamão produção. **Trindade, AV Mamão produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 9, 2000.
- DANTAS, J. L. L.; CASTRO NETO, M. T. Aspectos botânicos e fisiológicos. **Trindade, AV Mamão produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 11-14, 2000.
- DANNER, M. A.; CITADIN, I.; FERNANDES JUNIOR, A. A.; ASSMANN, A. P.; MAZARO, S. M.; SASSO, S. A. Z. Formação de mudas de jabuticabeira (*Plinia* sp.) em

diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 179-182, 2007.

DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. O. Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Agro@mbiente on-line**, v. 7, n. 2, p. 184-192, 2013.

DIAS, T. J.; PEREIRA, W. E.; CAVALCANTE, L. F.; RAPOSO, R. W. C.; FREIRE, J. L. O. Desenvolvimento e qualidade nutricional de mudas de mangabeiras cultivadas em substratos contendo fibra de coco e adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 512-523, 2009.

FARIA, J. C. T.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; LACERDA, L. C.; GONÇALVES, E. O. Substratos à base de lodo de esgoto na produção de mudas de Senna alata. **Comunicata Scientiae**, v. 4, n. 4, p. 342-351, 2013.

FERNANDES, M.S.; SOUZA, S.R. de; SANTOS, L.A. **Nutrição mineral de plantas**. 2.ed. Viçosa, MG: SBCS, 2018. 670p.

FREITAS, G. A.; SILVA, R. R.; BARROS, H. B.; MELO, A. V.; ABRAHÃO, W. A. P. Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 159-166, 2013.

GOMES, D. R.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; GONÇALVES, E. O.; TRAZZI, P. A. Lodo de esgoto substrato para produção de mudas de *Tectona grandis* L. **Cerne**, v. 19, n. 1, 2013.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETTO, S. P.; MANARA, M. P.; STAPE, J. L. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.309-350.

HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. 8.ed. Boston: Prentice-Hall, 2011. 915p.

IBGE. Censo agropecuário 2017: Produção agrícola municipal. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 16 abr. 2019.

KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; SOUZA, P. V. D. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, v. 37, n. 6, p. 1103-1113, 2013.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; SOFIATTI, V.; SAMPAIO, L. R.; BELTRÃO, N. E. M. Casca de mamona associada a quatro fontes de matéria orgânica para a produção de mudas de pinhão-manso. **Ceres**, v. 58, n. 2, p. 232-237, 2015.

LOPES, J. L. W.; BOARO, C. S. F.; PERES, M. R.; GUIMARÃES, V. F. Crescimento de mudas de alface em diferentes substratos. **Biotemas**, v. 20, n. 4, p. 19-25, 2007.

LOPES, J. C.; RIBEIRO, L. G.; ARAÚJO, M. G.; BERALDO, M. R. B. S. Produção de alface com doses de lodo de esgoto. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 143-147, 2005.

MAPA-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 17, de 21 de maio de 2007.** Aprova os Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos e Condicionadores de Solos, na forma do Anexo à presente Instrução Normativa. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-17-de-21-05-2007-aprova-metodo-substrato.pdf>>. Acesso em: 30 mai. 2019.

MAPA-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 31, de 23 de outubro de 2008.** Altera os subitens 3.1.2, 4.1 e 4.1.2, do Anexo à Instrução 91 Normativa SDA nº 17, de 21 de maio de 2007. Disponível em: <[www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-31-de-23-10-2008-altera-metodo-substrato.pdf](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-31-de-23-10-2008-altera-metodo-substrato.pdf)>. Acesso em: 30 mai. 2019.

MENDONÇA, Vander et al. Crescimento de mudas de mamoeiro “formosa” em substratos com a utilização de composto orgânico e superfosfato simples. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 5, p. 861-868, 2006.

MENDONÇA, V.; ARAÚJO NETO, S. E.; RAMOS, J. D.; PIO, R.; GONTIJO, T. C. A.; Diferentes substratos e recipientes na formação de mudas de mamoeiro ‘sunrise solo’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, 2003.

NEVES, J. M. G.; SILVA, H. P.; DUARTE, R. F. Uso de substratos alternativos para produção de mudas de moringas. **Revista Verde**, v. 5, n. 1, p. 173-177, 2010.

OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. F. S.; COELHO, E. F. Mamoeiro. In: CRISÓSTOMO, L. A.; NAUMOV, A. (Orgs.). **Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil**. 1 ed. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009, p. 146-163.

OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; ASSIS JÚNIOR, R. N. Pó de coco verde, uma alternativa de substrato na produção de mudas de berinjela. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 1, p. 39-44, 2008.

OLIVEIRA, A. M. G.; CALDAS, R. C. Produção do mamoeiro em função de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 160-163, 2004.

OLIVEIRA, J. R. P.; TRINDADE, A. V. Propagação e formação do pomar. **Trindade, AV Mamão produção: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Mandioca e Fruticultura**, p. 20-25, 2000.

PAULUS, D.; PAULUS, E. Efeito de substratos agrícolas na produção de mudas de hortelã propagadas por estaquia. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 4, p. 594-597, 2007.

PASQUAL, M.; CHALFUN, N. N. J.; RAMOS, J. D. **Fruticultura comercial: Propagação de plantas frutíferas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 137p.

PETTER, F. A.; MARIMON JUNIOR, B. H.; ANDRADE, F. R.; SCHOSSLER, T. R.; GONÇALVES, L. G.; MARIMON, B. S. Biochar como condicionador de substrato para a produção de mudas de alface. **Agrarian**, v. 5, n. 17, p. 243-250, 2012.

- POSSE, SCP. **Produção de mudas de mamoeiro: tratamento da semente, recipiente, substrato e condicionamento mecânico**. 2005. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes.
- ROTA, L. D.; PAULETTI, G. F. Efeito da adição de casca de arroz em substrato comercial a base de turfa na produção de mudas de *Viola tricolor* L. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 14, n. 3, p. 45-48, 2008.
- SANTOS, P. L. F.; CASTILHO, R. M. M. Germination and development of ornamental sunflower seedlings in substrates. **Ornamental Horticulture**, v. 24, n. 4, p. 303-310, 2018.
- 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 contortisiluquum* em substratos regionais. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 11, n. 4, p. 345-353, 2016.
- RUGGIERO, C. et al. Situação da cultura do mamoeiro no Brasil. In: Marins, D. S e Costa, A. F. S (eds.) A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. Vitória: Incaper, p. 43, 2003.
- MELETTI, L. M. M. Propagação de fruteiras tropicais. **Guaíba: Agropecuária**, 2000.
- PINHO, A. V; BARROS, E. N; OLIVEIRA, F. R. A; SILVA, T. C; CASTRO, N. R. **Avaliação de compostos orgânicos como substrato alternativo para produção de mudas de tomateiro**. I simpósio de manejo de solo e água. Ppgmsa/Ufersa. Mossoró/RN. Dez/2016.
- SOUSA, L. B.; NÓBREGA, R. S. A.; LUSTOSA FILHO, J. F.; AMORIM, S. P. N.; FERREIRA, L. V. M.; NÓBREGA, J. C. A. Cultivo de *Sesbania virgata* (Cav. Pers) em diferentes substratos. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 58, n. 3, p. 240-247, 2015.
- SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F. O cultivo do mamoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, 2010.
- SILVA JÚNIOR, J. V.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; BRITO, L. P. S.; AVELINO, R. C.; CAVALCANTE, Í. H. L. Aproveitamento de materiais alternativos na produção de mudas de tomateiro sob adubação foliar. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 528-536, 2014.
- SIQUEIRA, RH da S. et al. Substratos alternativos no desenvolvimento inicial de mudas de maracujá azedo (*passiflora edulis* var. Golden star). In: **Embrapa Roraima-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. Frutas: saúde, inovação e responsabilidade: anais. Natal: SBF, 2010., 2010.
- SOUZA, F. X. Materiais para formulação de substratos na produção de mudas e no cultivo de plantas envasadas. **Embrapa Agroindústria Tropical-Documentos (INFOTECA-E)**, 2000.
- SOUZA, L. S.; COELHO, E. F.; OLIVEIRA, M. G. O. Exigências edafoclimáticas: mamão produção. **Trindade, AV Mamão produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 16-17, 2000.
- SUGUINO, Eduardo. **Influência dos substratos no desenvolvimento de mudas de plantas frutíferas**. 2006. 81 p. Tese - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

VASCONCELOS, A. A.; INNECCO, R.; MATTOS, S. H. Influência de diferentes composições de substratos na propagação vegetativa de *Gypsophila* no litoral cearense. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 706-712, 2012.

VENTURA, J.A.; COSTA, H.; TATAGIBA, J.S. (2003) Manejo das doenças do mamoeiro. In: Martins, D.S e Costa, A.F (eds.) A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. Vitória: Incaper, p. 231-308.

VIEIRA, R. F.; MOTA, W. F.da;DONATO, L. M. S.;SILVA, M. M. **Produção de substratos orgânicos a partir da compostagem de resíduos agroindustriais de cana-de-açúcar, banana e tomate**.IBEAS –Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, p. 1-2, 2014.

YAMANISHI, O. K.; FAGUNDES, G. R.; MACHADO FILHO, J. A.; VALONE, G. V. Efeito de diferentes substratos e duas formas de adubação na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 276-279, 2004.