

PRODUÇÃO DE MUDAS DE JUÇARA EM SUBSTRATOS À BASE
DE CAROÇO DE *Euterpe* sp.

LUIZE VIRGINIA ZONTA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
ABRIL - 2019

PRODUÇÃO DE MUDAS DE JUÇARA EM SUBSTRATOS À BASE
DE CAROÇO DE *Euterpe* sp.

LUIZE VIRGINIA ZONTA

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de mestre em Produção Vegetal”

Orientador: Prof. Dr. Almy Junior Cordeiro de Carvalho

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
ABRIL - 2019

FICHA CATALOGRÁFICA

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pela autora.

Z87

Zonta, Luize Virginia.

PRODUÇÃO DE MUDAS DE JUÇARA EM SUBSTRATOS À BASE DE CAROÇO DE Euterpe sp. / Luize Virginia Zonta. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2019.

59 f. : il.

Bibliografia: 47 - 54.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2019.

Orientador: Almy Junior Cordeiro de Carvalho.

1. Fruticultura. 2. Resíduo Orgânico. 3. Espécie Nativa. 4. Sustentabilidade. 5. Palmeira. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 630

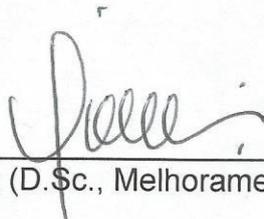
PRODUÇÃO DE MUDAS DE JUÇARA EM SUBSTRATOS À BASE
DE CAROÇO DE *Euterpe* sp.

LUIZE VIRGINIA ZONTA

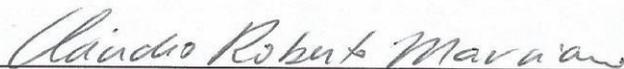
“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de mestre em Produção Vegetal”

Aprovada em 02 de abril de 2019.

Comissão examinadora:



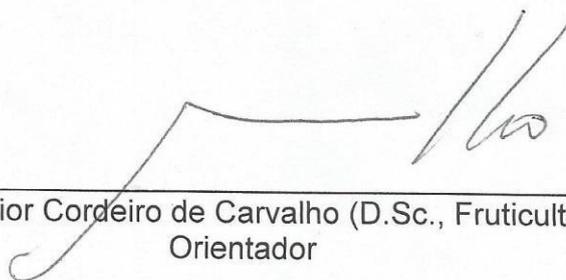
Dr^a Sarah Ola Moreira (D.Sc., Melhoramento de Plantas) – INCAPER



Prof. Dr. Claudio Roberto Marciano (D.Sc., Solos e Nutrição de Plantas) – UENF



Dr. Rômulo André Beltrame (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF



Prof. Dr. Almy Junior Cordeiro de Carvalho (D.Sc., Fruticultura) – UENF
Orientador

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela permissão da vida;

Ao meu orientador prof. Almy, pelas suas experiências compartilhadas, onde me mostrou caminhos e possibilidades;

Em especial aos meus amigos, José Inácio, Roberta, Michele, Vanessa, Kelly, Renam, Hélio, Valdinei, Ícaro, Paula, Paloma, Mariane e Fabiano e aos colegas de laboratório Rozane, Gabriela, Sasha, Detony, Paulo César, Adonay e Rômulo;

Aos funcionários da Universidade, que juntos permitiram a realização de inúmeras atividades;

A todos os meus professores, pelas experiências e momentos compartilhados;

Agradeço à UENF pela oportunidade e à Capes pela concessão da bolsa de pesquisa;

À toda minha família, em especial meus pais, Luiz e Luzia que sempre me apoiaram, acreditaram no meu potencial e por sempre estarem ao meu lado, em todos os momentos;

A todos, o meu muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Caracterização botânica da palmeira juçara.....	4
2.2. Importância econômica do gênero <i>Euterpe</i>	5
2.3. Aspectos da cultura.....	6
2.4. Produção de mudas.....	8
2.5. Substratos na produção de mudas.....	9
2.6. Composição mineral em palmeiras.....	12
2.7. Aspectos fisiológicos de palmeiras do gênero <i>Euterpe</i>	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1. Local do experimento e delineamento experimental.....	18
3.2. Obtenção e caracterização dos substratos.....	20
3.4. Características avaliadas.....	26
3.4.1. Biometria da parte aérea.....	26
3.4.2. Biometria do sistema radicular.....	27
3.4.3. Composição mineral das plantas.....	28
3.4.4. Fisiologia das plantas.....	28
3.5. Análise estatística.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1. Biometria das mudas de juçara.....	30
4.2. Biometria do sistema radicular.....	35

4.3. Composição mineral das mudas	37
4.4. Fisiologia das plantas	41
5. RESUMO E CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
APÊNDICE	54

RESUMO

ZONTA, Luize Virginia; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; abril de 2019; Produção de mudas de juçara em substratos à base de caroço de *Euterpe* sp. Orientador: Prof. Dr. Almy Junior Cordeiro de Carvalho

A introdução de resíduos agrícolas no cultivo de mudas de juçara pode contribuir para a redução do custo unitário por muda, bem como criar uma rota de reutilização destes resíduos, impedindo que sejam dispostos irregularmente na natureza. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o crescimento e o desenvolvimento, a composição nutricional e o desempenho fisiológico de mudas de juçara cultivadas em casa de vegetação e relacionar com as características dos substratos a qualidade das mudas produzidas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco substratos e quatro repetições, sendo esses: 1) substrato comercial; 2) substrato com 100% caroço de açaí e juçara triturados; 3) substrato composto de 50% de solo + 50% de esterco bovino; 4) substrato composto de 50% de solo + 50% de caroço de açaí e juçara triturados; e 5) substrato composto de 33,3% de solo + 33,3% de esterco bovino + 33,3% de caroço de açaí e juçara triturados. A unidade experimental foi composta por oito plantas cultivadas individualmente em tubetes com capacidade de 290 cm³. Foram avaliados parâmetros biométricos, nutricionais e fisiológicos para detectar diferenças nas respostas dos substratos na produção e qualidade das mudas. De modo geral, a utilização do substrato comercial, daquele com 100% caroço de açaí e juçara triturados ou da mistura com 50% de solo e 50% de esterco bovino promoveram

maiores médias para os parâmetros altura de plantas, diâmetro do coleto e comprimento do folíolo. Quanto ao crescimento do sistema radicular da juçara, os resultados indicaram que o crescimento radicular foi maior quando se utilizou o substrato comercial. Em relação ao número de folhas, largura dos folíolos, área foliar e índice de qualidade de Dickson (IQD) não foram verificadas diferenças em função do substrato utilizado. Para a relação entre a massa seca da parte aérea com as raízes, verificou-se que as mudas de juçara apresentaram maiores valores quando cultivadas nos substratos com 100% de caroço. O conteúdo e o teor de N e B foram maiores quando se utilizaram o substrato com 100% de caroço e o substrato comercial, respectivamente. Para as características de fisiologias avaliadas como índice SPAD, F_v/F_m e T_{leaf} (temperatura foliar) verificaram-se variações nos valores. Para o índice de qualidade de Dickson, o valor médio obtido de 0,27 neste trabalho indica que a qualidade das mudas, independente do substrato utilizado, está numa faixa considerada adequada.

ABSTRACT

ZONTA, Luize Virginia; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; April of 2019; Jussara Palm seedlings production in substrates with *Euterpe* sp. kernels. Advisor: Prof. Dr. Almy Junior Cordeiro de Carvalho

The use of agricultural inputs to grow seedlings of jussara palm can contribute to the decreasing of the cost per seedling, as well as generate a new route of reuse of these residues, preventing it to be irregularly disposed on nature. Based on the above considerations, this work aimed to evaluate growth, development, nutritional composition and physiological performance of jussara palm seedlings planted in a vegetable garden, and to relate the quality of the seedling production with the characteristics of the substrates. It was used a completely randomized design with five different substrates and four replications: 1) commercial substrate; 2) substrate with 100% of assai and jussara palm grinded kernels; 3) substrate with 50% of soil and 50% of cattle manure; 4) substrate with 50% of soil and 50% of assai and jussara palm grinded kernels; 5) substrate with 33,3% of soil, 33,3% of cattle manure and 33,3% of assai and jussara palm grinded kernels. The experimental unit was composed with eight plants cultivated in tubes of 290 cm³. It was evaluated biometric, nutritional and physiological parameters to detect the difference among the result of substrates in the production and quality of the seedlings. In general, the use of the commercial substrate, the substrate with 100% of assai and jussara palm grinded kernels and the substrate with 50% of soil and 50% of cattle manure promoted higher levels according to the parameters: plants height, stem diameter

and leaflet length. As for jussara palm root system growth, results pointed to the higher root growth with the use of the commercial substrate. No differences were found between the substrates regarding the leaf number, leaflet length, leaf area and Dickson quality index (IQD). A higher leaf-to-root ratio was found in juçara seedlings cultivated in the substrate with 100% grinded kernels. Nitrogen and boron amount were higher with the use of the substrate with 100% grinded kernel and the commercial substrate, respectively. It was found variation in the values of physiological characteristics evaluated, such as SPAD index, FV/FM and T_{leaf} (leaf temperature). The average value of Dickson index found in this work, 0,27, indicates that the quality of the seedlings is in an adequate range, regardless the type of substrate.

1. INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas ambientais nos dias de hoje está diretamente relacionado com o crescente consumo e a conseqüente geração de resíduos pela sociedade. O aumento da produção de resíduos sólidos é umas das maiores problemáticas atuais no Brasil (Silva et al., 2018). Diante disso, o gerenciamento de resíduos ganha ainda mais importância por se tratar de um sistema cujos objetivos incluem reduzir, reutilizar ou reciclar. Assim, sendo um desafio dar a devida destinação à grande quantidade de resíduos de caroços de açaí e juçara que são gerados, levando em consideração a parte ambiental, social e econômica envolvida.

Entre as espécies nativas do Brasil que têm elevado potencial para o plantio comercial e comercialização de frutos, pode-se destacar as do gênero *Euterpe*, notadamente a *Euterpe edulis* Mart. Trata-se de uma espécie símbolo da Mata Atlântica, abundante no sub-bosque da floresta, conhecida popularmente como juçara, palmito juçara ou palmitero.

Essa palmeira ocorre da Bahia ao Rio Grande do Sul e destaca-se das demais pela qualidade e rendimento do palmito produzido. Além disso, é de suma importância como geradora de produtos florestais não madeireiros (Reis et al., 2000a; Costa et al., 2008; Ribeiro et al., 2011; Paludo et al., 2012).

A juçara vem se destacando pela sua importância econômica, cultural e ambiental, apresentando, ainda, grande potencial como promotora de equilíbrio ecológico e econômico. No entanto, a exploração predatória da palmeira, devido à

extração insustentável de palmito e o desmatamento dessa Mata Atlântica, resultou em um declínio populacional da juçara levando à inclusão da espécie na Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA, 2008).

Recentemente, uma maior atenção tem sido dada ao potencial de seus frutos para a produção de polpa, visto que a juçara produz grande quantidade de frutos. Adicionalmente, a produção da polpa artesanal de juçara tem tido rendimento em volume e concentração de polpa semelhante ao do açaí (Costa et al., 2008). Os frutos dessa palmeira têm despertado o interesse de produtores e consumidores em função da elevada qualidade nutricional e sensorial que eles apresentam.

Em diversas regiões do Brasil, o reconhecimento da palmeira juçara (Ramos et al., 2018) como frutífera de expressão econômica é recente. Assim, é necessário maior incentivo à pesquisa para uma maior oferta de estudos sobre a espécie, o que se torna um desafio, principalmente, no que se refere aos estudos sobre a produção de mudas com qualidade fitotécnica.

Neste contexto, as atividades agrícolas e agroflorestais, dentre outras, geram grande quantidade de resíduos, muitas vezes dispostos e armazenados irregularmente, acarretando impacto ambiental. Sabe-se que muitos desses materiais gerados podem ser utilizados como componentes para a formulação de substratos em viveiros comerciais na produção de mudas (Kratz, 2011).

O processo de produção de mudas de *Euterpe* é longo e oneroso para os viveiristas e avanços nesta linha são cada vez mais necessários. Assim, a escolha do substrato é uma etapa importante no processo de produção de mudas e está diretamente relacionada com o tempo de formação das mesmas (Silva et al., 2001). A demanda por substratos está crescendo cada vez mais em diversas áreas, como na horticultura, floricultura e fruticultura. Sendo assim, faz-se necessário o fornecimento de novas alternativas de produtos a serem utilizados como substratos (Kratz, 2011).

A introdução de resíduos agrícolas na composição dos substratos, como o caroço de açaí e juçara e, também, o esterco bovino, dentre outros resíduos, podem contribuir para a redução do custo unitário das mudas, bem como criar uma rota de reutilização destes resíduos, impedindo que sejam dispostos irregularmente na natureza. Além disso, alguns desses resíduos podem estar disponíveis em regiões

próximas ao local de produção de mudas e/ou propriedades rurais (Oliveira et al., 2008).

Do ano de 2015 para o de 2016, a produção agrícola nacional de açaí aumentou de 1,0 milhão de toneladas para 1,1 milhão. Em relação à área plantada, do ano de 2015 para o de 2017 houve um incremento, passando de 136.195 hectares para 195.920 (IBGE, 2019). Entretanto, não foi possível obter informações oficiais acerca da produção brasileira de juçara. Guimarães e Souza (2017) indicam que a produção de frutos de juçara está em torno de 9,2 kg por planta ao ano, o que possibilita uma produtividade anual de 2,53 t de frutos por hectare.

São escassas as informações sobre tipos de substratos para serem utilizados no processo de propagação de mudas de *Euterpe*, com estudos que avaliem desde a germinação das sementes até o ponto ideal para que as mudas sejam implantadas no campo. Deste modo, torna-se imprescindível estudos que busquem por técnicas adequadas na produção de mudas de qualidade (Oliveira et al., 2000).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o crescimento e o desenvolvimento, o comportamento fisiológico e a composição nutricional de mudas de juçara conduzidas em diferentes substratos, relacionando as características desses substratos formulados com a qualidade das mudas produzidas, em condições de casa de vegetação. Os objetivos específicos foram: i) mensurar o crescimento da parte aérea e do sistema radicular das mudas de juçara produzidas em diferentes substratos; (ii) caracterizar o desempenho fisiológico das plantas cultivadas; (iii) determinar os conteúdos e teores de nutrientes das plantas de juçara.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Caracterização botânica da palmeira juçara

A palmeira juçara (*Euterpe edulis* Mart.), conhecida popularmente como juçara, palmeira juçara ou palmitreiro, é comum em áreas de Floresta Atlântica da região Sudeste. Esta palmeira destaca-se das demais pela qualidade e rendimento do palmito produzido (Reis et al., 2000a; Costa et al., 2008; Ribeiro et al., 2011; Paludo et al., 2012).

A juçara é uma espécie monoica, perenifólia, ombrófila, mesófila ou levemente higrófila, possui estipe simples, reto, e não estolonífero, isto é, não perfilha na base, o que promove a morte da planta após o corte do palmito (Tsukamoto Filho et al., 2001). Quando adulta, pode chegar a até 20 m de altura e a 30 cm de diâmetro à altura do peito. O término do tronco e a inserção onde nascem as folhas, na sua base, formam o palmito (Corder e Saldanha, 2006). Esta palmeira ocorre, principalmente, no estrato médio da floresta de Mata Atlântica com altitude em relação ao nível do mar de 750 m.

Suas folhas são pinadas e apresentam de 2 a 2,5 m de comprimento, e destacam-se com facilidade da planta. A inflorescência com ráquis mede cerca de 70 cm de comprimento, com muitas ráquias contendo flores em tríade (uma flor feminina e duas masculinas). Os cachos são formados por milhares de frutos que medem de 10 a 15 mm de diâmetro. É uma palmeira com frutos drupáceos, esféricos, de cor quase preta ou negro-vinosa, que quando maduros apresentam

mesocarpo carnoso muito fino (Fadden, 2005). O fruto do palmiteiro pesa em média 1 g, sendo a média de 3 kg, e as infrutescências podem atingir 5 kg (Reis, 1995).

A frutificação da juçara é geralmente abundante, podendo produzir de 6 a 8 kg de frutos por ano. Sua dispersão é feita por vários mamíferos e pássaros como alguns roedores, macacos, tucanos, jacutingas. Esta espécie ocorre em Cerrado e Mata Atlântica, nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Alagoas, Sergipe, Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul (Leitman et al., 2012). A floração ocorre de setembro a dezembro, no Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e de setembro a janeiro, nos demais estados (Guerra et al., 1984).

Seu sistema radicular é do tipo fasciculado, sendo relativamente denso e com raízes emergindo do estipe da planta adulta até a altura de 40 cm acima da superfície do solo. As raízes apresentam coloração avermelhada e aproximadamente 1 cm de diâmetro, além de serem providas de lenticelas e aerênquimas.

2.2. Importância econômica do gênero *Euterpe*

O uso de polpa dos frutos de juçara tem sido objeto de vários estudos devido ao seu valor nutritivo e sensorial. Assim como o açaí, o fruto da juçara apresenta rica composição de minerais, ácidos graxos e antocianinas. O teor de antocianina na polpa de juçara é cerca de quatro vezes maior do que na polpa de açaí (Siqueira et al., 2018). As antocianinas, presentes em frutas como o açaí, a juçara e a uva, são pigmentos naturais antioxidantes que agem contra os radicais livres, melhorando a circulação sanguínea e protegendo o organismo contra o acúmulo de placas de gordura. As antocianinas também retardam os sinais do envelhecimento, como perdas de memória, da coordenação motora e da visão e, ainda, diminuem os efeitos do mal de Alzheimer (Roges, 2000). Sob alguns aspectos, o valor nutricional da polpa da juçara chega a superar o do açaí, sendo mais rica em alguns nutrientes minerais, como potássio, ferro e zinco (Silva et al., 2004).

Atualmente, a maior atenção tem sido dada à produção de polpa dessa espécie, que tem potencial para ter rendimento de frutos e de propriedades antioxidantes semelhantes ou até superiores ao açaí. A exploração sustentável de

seus frutos pode promover a recuperação e conservação das florestas em corredores, fragmentos, nascente de rios e maior abundância para a fauna polinizadora e dispersora desta espécie (Costa et al., 2008).

O estado do Espírito Santo, por meio de estudos da conservação da biodiversidade e o uso sustentável dos produtos florestais não madeireiros, vem fortalecendo o uso dos frutos de juçara. Isso vem sendo feito por meio da implantação do Plano de Exploração Sustentável Simplificado para exploração e extração dos frutos da juçara, dado pela Instrução Normativa nº 03/2013, do Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal Sustentável (Guimarães e Souza, 2017).

2.3. Aspectos da cultura

A juçara é uma palmeira esciófita, o que significa que é tolerante à sombra no início do seu desenvolvimento. Isso a torna inadequada para plantações inicialmente em monocultivo (Fantini e Guries, 2007). Estudos realizados certificam que a espécie necessita de sombra na fase inicial de desenvolvimento. O sombreamento pode ser eliminado gradativamente, deixando as plantas a pleno sol por volta do terceiro ano de plantio (Martins e Souza, 2009).

Segundo Conte et al. (2000), a juçara é espécie da floresta ombrófila densa, de grande valor econômico. Porém, segundo Clement (2000), a referida espécie não se adapta facilmente ao monocultivo devido às suas exigências ecológicas. A introdução e manejo do palmitreiro em florestas naturais ou plantadas têm sido uma alternativa encontrada para não levar a espécie à extinção devido ao extrativismo acelerado (Reis et al., 2000).

O índice pluviométrico anual mínimo nas áreas de ocorrência natural da palmeira juçara é cerca de 1.400 mm e a amplitude térmica 17 a 23°C (Guimarães e Souza, 2017).

Estudos com juçara indicam que cada planta é capaz de produzir até cinco cachos em um ano, sendo que cada infrutescência produz em média 3.330 frutos (Mantovani e Morellato, 2000). Em condições naturais, as sementes da palmeira juçara germinam lenta e esporadicamente, principalmente em certos períodos do ano. Essa lenta e desuniforme germinação do palmitreiro é reconhecida como um

problema prático para o estabelecimento de plantios racionais dessa cultura (Bovi et al., 1975).

O manejo da juçara para a produção de polpa do fruto, em relação ao manejo para extração do palmito é bem mais vantajoso, pois a retirada do palmito implica na morte da planta, que leva de cinco a oito anos para chegar a um estágio de corte, enquanto que para coleta de fruto não é necessário o corte da palmeira. Outra vantagem é que os frutos, depois de despolidos, fornecem como subproduto não só a polpa para ser consumida como alimento, mas também uma grande quantidade de sementes viáveis que podem ser utilizadas para o artesanato, incremento das populações da espécie e para repovoamento de áreas onde já foi extinta e, portanto, sem capacidade de regeneração natural (Costa et al., 2008).

O uso de frutos da juçara para obtenção da polpa e de sementes pode ser considerado como uma importante estratégia de conservação dessa espécie e, também das florestas nativas, além da complementação de renda para as comunidades tradicionais na Mata Atlântica (Guimarães e Souza, 2017). A comercialização da polpa da juçara tem sido realizada em feiras, bares, lanchonetes e cafés. Atualmente, a demanda pelo produto é maior que a oferta, o que evidencia uma boa oportunidade de mercado.

A respeito da legislação florestal, a palmeira juçara compõe a lista oficial de espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (CNCFLORA, 2012). A Instrução Normativa nº 003/2013 do IDAF regula o uso e colheita do fruto. No caso de extração em florestas naturais, a referida legislação diz que durante a colheita deverá ser sempre mantido, no mínimo, um cacho em cada árvore. Se a palmeira apresentar apenas um cacho, este não poderá ser cortado. Além disso, deverá ser feito o plantio de três mudas de palmeira juçara para cada planta coletada e, após a despolda, no mínimo 20% das sementes deverão ser devolvidas às áreas na forma de semeadura a lanço (Guimarães e Souza, 2017).

A palmeira juçara não é exigente quanto ao tipo de solo, adaptando-se a solos com pH entre 4,1 e 5,6, deficientes em fósforo, potássio, cálcio e magnésio, com alto teor de alumínio trocável, desde que com elevado teor de matéria orgânica. Porém não se desenvolve em solos rasos ou encharcados (Daniel, 1997).

2.4. Produção de mudas

Pesquisas científicas e avanços técnicos têm sido realizados com o objetivo de melhorar a qualidade das mudas, garantindo boa adaptação e crescimento após o plantio. Para que isso ocorra é essencial avaliar a qualidade física e genética das sementes, época de semeadura, profundidade de semeadura, substratos, recipientes, dentre outros (Favalessa, 2011).

A formação de mudas de qualidade está diretamente relacionada com a qualidade do substrato, pois a germinação de sementes, a iniciação radicular e a formação do sistema radicular e da parte aérea estão associadas com a aeração, a drenagem, a retenção de água e a disponibilidade de nutrientes presentes no substrato.

A qualidade das mudas tem influência direta no sucesso do plantio. Nos viveiros florestais, é comum a utilização de componentes orgânicos para a produção de mudas, com o objetivo de melhorar os atributos físicos, químicos e biológicos dos substratos, conseqüentemente, para melhora na qualidade das mudas produzidas (Delarmelina et al., 2014).

Um dos principais problemas dos viveiros de mudas de espécies florestais é determinar quais fatores, durante a fase de viveiro, interferem na sobrevivência e o desenvolvimento inicial das mudas no campo e quais as características da planta que se correlacionam melhor com essas variáveis (Fonseca, 2002). A obtenção de mudas de qualidade antes do plantio a campo é importante, e isto pode ser alcançado de maneira prática, rápida e fácil, observando-se parâmetros morfológicos.

Segundo Parviainen (1981), a qualidade morfológica e fisiológica das mudas é função da qualidade da genética e da procedência das sementes, das condições ambientais do viveiro, dos métodos utilizados na produção das mudas, das estruturas e dos equipamentos utilizados no viveiro e do armazenamento e transporte das mudas.

A produção de mudas florestais, em quantidade e qualidade, é uma das fases mais importantes para o estabelecimento de bons povoamentos de espécies nativas (Caldeira et al., 2008). Vale ressaltar que existem também outros fatores que contribuem para a qualidade de mudas, como qualidade da semente, tipo de recipiente, substrato, adubação e manejo das mudas (Gonçalves et al., 2000).

2.5. Substratos na produção de mudas

Segundo Wendling et al. (2002), a principal função do substrato é sustentar a muda e fornecer condições adequadas para o desenvolvimento e funcionamento do sistema radicular, assim como os nutrientes necessários ao desenvolvimento da planta.

Dentre os fatores importantes para obtenção de mudas de qualidade, o substrato se destaca por promover influência direta na formação inicial, em função de sua estrutura, aeração, capacidade de retenção de água e possível infestação de patógenos, entre outros, podendo favorecer ou prejudicar a germinação das sementes (Guedes et al., 2010).

Vários materiais podem ser utilizados para a composição original dos substratos e, também, suas combinações. Na escolha de um substrato deve-se observar, principalmente, suas características físicas e químicas (Fonseca, 2001). Para Gomes e Paiva (2011), o substrato deve apresentar boas características químicas e físicas, porém, esta última é mais importante, pois as propriedades físicas representam a condição fundamental para a escolha do substrato, visto que as propriedades químicas podem ser corrigidas pelo viveirista. Segundo esses mesmos autores, o substrato não deve se apresentar muito compacto, pois diminui a sua aeração, prejudicando o crescimento das raízes.

Para a escolha do substrato utilizado, é fundamental que algumas características sejam avaliadas, como sua capacidade de garantir o desenvolvimento de uma planta com qualidade, em um curto período de tempo com baixo custo de produção e ser encontrado em abundância na região, além de apresentar boa capacidade de retenção de nutrientes, umidade e boa aeração (Oliveira et al., 2008).

Segundo Caldeira et al. (2008), os substratos adequados para a produção de mudas via sementes e estacas podem ser obtidos a partir da mistura de 70% a 80% de um componente orgânico com 20% a 30% de um componente usado para elevar a macroporosidade (casca de arroz carbonizada, cinza de caldeira de biomassa, bagaço de cana carbonizado). O tipo de material e a proporção de cada um na composição do substrato variam de acordo com a disponibilidade local, custo e tipo de muda a ser produzida (Wendling et al., 2006).

Os substratos para a produção de mudas podem ser formados por um único material ou pela combinação de seus diferentes tipos, e podendo ser formulados pelos viveiristas ou encontrados prontos no mercado. Diversos substratos podem ser encontrados para a comercialização, dentre estes, a fibra de coco, húmus, turfa, vermiculita, dentre outros (Kratz, 2011).

Segundo Malavolta et al. (2002), como nos solos tropicais de regiões úmidas a decomposição da matéria orgânica ocorre rapidamente, o uso de adubos orgânicos, como o esterco bovino, é uma alternativa que o agricultor pode utilizar para melhorar as condições química, física e biológica dos solos, e para aumentar a produtividade das culturas.

As fontes mais comuns de adubo orgânico são representadas pelos adubos verdes, resíduos de culturas, estercos, compostos e outros. Entre os adubos orgânicos, o esterco bovino é o mais usado e tem se destacado entre os compostos, beneficiando a qualidade de produção de espécies florestais (Carvalho Filho et al., 2004). O esterco bovino é benéfico também para a atividade dos microrganismos do solo, contribuindo para a ciclagem de nutrientes (Filse et al., 1995).

Martins Filho et al. (2007), testando diferentes substratos no desenvolvimento de mudas de palmeiras, observaram que o esterco bovino como fonte de matéria orgânica é primordial para a produção de mudas de duas espécies estudadas, *Archantophoenix alexandrae*, popularmente conhecida como palmeira real, e *Bactris gasipaes*, conhecida como pupunha.

Trabalho com o uso de esterco bovino e terra de subsolo, como substrato para produção de *Trema micrantha* (Crindiuva), evidenciou-se que o melhor desenvolvimento e crescimento da espécie ocorreu quando o substrato apresentava 40% de esterco bovino (Vieira et al., 2009).

Silva et al. (2018), avaliando o efeito do tamanho da semente de açaí plantada em substrato com solo natural e em composto orgânico, concluíram que a utilização de substrato com composto orgânico promoveu maiores alturas e diâmetros do colo das mudas, indicando que o referido composto proporciona mudas de *Euterpe oleracea* com maior índice de qualidade.

Vida et al. (2011), em um trabalho realizado com diferentes substratos na produção de mudas de pupunheira, verificaram resultado satisfatório em relação à variável altura das mudas, quando utilizados os substratos “solo combinado com o composto de esterco bovino”. A pupunheira responde satisfatoriamente às

adubações orgânicas, sendo esta a possível causa do melhor desempenho do substrato composto por solo mais esterco bovino.

Segundo Maranhão et al. (2013), há uma contribuição positiva que se dá por conta da adição de material orgânico no substrato, enriquecendo o substrato com nutrientes, além de melhorar as condições físicas de aeração e de infiltração de água, permitindo, posteriormente, uma menor quantidade de adubos minerais e, conseqüentemente, mudas de melhor qualidade.

Alguns autores relatam a influência positiva do acréscimo de resíduos orgânicos na formulação de substratos para o crescimento em altura de mudas de espécies florestais, como Maranhão e Paiva (2012), em *Physocalymma scaberrimum*, Delarmelina et al. (2014), em *Sesbania virgata*, e Silva et al. (2006), em *Bactris gasipaes*.

Silva et al. (2018), trabalhando com açaí, verificaram, quanto à matéria seca da parte aérea, médias mais elevadas em plantas crescidas em substrato com composto orgânico. A adição de matéria orgânica no substrato causou menor produção de matéria seca do sistema radicular e maior produção de biomassa da parte aérea. Durante o estudo, os autores verificaram melhores resultados de altura de mudas de açaí quando utilizaram sementes maiores cultivadas em substrato composto por resíduo orgânico.

Trabalhos vêm sendo realizados com o uso de componentes alternativos na formulação de substrato, muitos oriundos de atividades agropecuárias e agroindustriais. Por outro lado, pesquisas estão sendo realizadas, para verificar as diferentes alternativas de utilização do caroço de açaí, sendo uma delas a utilização na agricultura (Teixeira, 2004) e na produção de mudas, diminuindo o risco de contaminação na natureza, devido ao acúmulo desse resíduo.

Segundo Maranhão e Paiva (2012), o uso do caroço de açaí como substrato forneceu na avaliação da emergência de plântulas de *Alchornea discolor* resultados satisfatórios. Os mesmos autores Maranhão e Paiva (2012), trabalhando na produção de mudas de pau-rosa (*Physocalymma scaberrimum*), obtiveram resultados positivos quanto à variável biométrica altura de mudas produzidas com substrato formulados com 100% de caroço de açaí e a formulação do substrato constituído de 50% de resíduo, misturado a 50% de terra de mata.

Resultados demonstraram que o sucesso da utilização do caroço de açaí depende de como o resíduo será manejado para compor o substrato. Alguns

autores, como Araújo et al. (2009) e Elarcher et al. (2017), observaram que o substrato formulado com o caroço de açaí triturado fresco apresentou os piores resultados para altura e diâmetro atribuindo a isso uma possível fermentação do material que pode ter prejudicado as mudas.

De acordo com Elarcher et al. (2014), o uso de caroço de açaí não decomposto triturado não é uma alternativa adequada na formulação de substratos para produção de mudas de hortaliças brássicas, pois ocasiona maior mortalidade, menor crescimento e desenvolvimento das mudas, devido à possível fermentação do material fresco.

2.6. Composição mineral em palmeiras

A maioria dos materiais técnicos consultados não apresenta uma recomendação de adubação para a juçara. Entretanto, já foi demonstrado que essa palmeira responde positivamente à adubação, assim como outras plantas (Neuburguer et al., 2010).

Estudos de exigências nutricionais têm sido realizados com intuito de resolver um dos grandes problemas na elaboração de programas de plantios florestais, sobretudo, em árvores nativas (Silva et al., 2015). A palmeira juçara se situa entre as espécies nativas, das quais ainda não se encontram informações completas sobre as suas exigências nutricionais.

De acordo com Broschat e Meerow (2000), a chegada dos nutrientes à superfície radicular apenas garante a sua disponibilidade para as plantas, todavia, sua absorção vai depender do contato deles com as membranas das células das raízes e da espécie iônica presente na rizosfera. Assim, os elementos minerais essenciais à planta devem estar na forma iônica solúvel em água para serem absorvidos pelas raízes.

O mecanismo de movimento do nutriente no solo para a planta depende da espécie iônica envolvida, do genótipo da planta, da densidade de raízes e do fluxo xilemático de água na planta. De modo geral, o fluxo de massa é o maior contribuinte para o suprimento de cálcio, magnésio, nitrogênio e enxofre, enquanto a difusão é mais importante para o potássio, fósforo e micronutrientes (Marschner, 1995).

Nutrientes minerais são elementos obtidos principalmente na forma de íons inorgânicos do solo. Apesar desses nutrientes continuamente circularem por todos os organismos, eles entram na biosfera predominantemente pelo sistema radicular das plantas (Santos e Silva, 2010). Após terem sido absorvidos pelas raízes, tais elementos são translocados para as diversas partes da planta, onde são utilizados em numerosas funções biológicas (Taiz e Zeiger, 2017).

Estudos realizados em palmeiras como o dendezeiro (Rodrigues, 1993; Carvalho et al., 2006), coqueiro (Teixeira e Silva, 2003), pupunheira (Bovi et al., 2002; Leandro et al., 2004; Leandro et al., 2014), macaúba (Santos, 2015) e palmeira-real-australiana (Soprano et al., 2016), têm evidenciado os benefícios da adubação sobre o crescimento e desempenho produtivo dessas plantas.

Segundo Malavolta (1980), o nutriente mais exigido pelas culturas e o mais abundante na planta é o nitrogênio, com poucas exceções. Os elementos minerais apresentam funções importantes na planta e muitas vezes, específicas nos processos fisiológicos. Segundo Malavolta (1985), podem ser atribuídas diversas funções aos macros e micronutrientes, sendo estes, componentes estruturais de metabólitos ou não metabólitos, ou sendo parte ou ativador enzimático. Utilizado na síntese de proteínas e compondo parte da estrutura da molécula de clorofila, o nitrogênio é um elemento imprescindível para o crescimento vegetativo da palmeira (Salisbury e Ross, 1991).

O potássio, após o nitrogênio, é o segundo macronutriente mais importante para as palmeiras, pois este nutriente possui papel dominante na provisão da turgescência e na homeostase da água. Sua atuação é evidente em processos como o transporte de solutos sob pressão no xilema e floema. Altos níveis de concentração vacuolar de potássio e grandes fluxos de K mediam o movimento de água na planta. Isto inclui alterações na abertura estomática por meio da absorção e liberação do K disponível, de modo que esse nutriente afeta grandemente a homeostase da água nas plantas (Maathuis, 2009).

Zamorra (1984) avaliou na cultura da pupunheira a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio em condições de campo, e observou a influência desses elementos na dinâmica nutricional. A partir deste experimento verificou-se que o nitrogênio foi o nutriente que mais influenciou nos parâmetros avaliados. Desse modo, é muito importante para a produção de biomassa.

Adicionar matéria orgânica ao solo na implantação da cultura favorece o desenvolvimento de raízes da planta e permite incrementar o crescimento da pupunheira e a penetração das raízes no perfil (Bissi Junior, 2012). O sistema radicular de toda palmeira é composto por raízes primárias grossas e fibrosas, raízes secundárias, terciárias e quaternárias. Quanto mais finas aumenta progressivamente sua eficiência como órgãos de absorção de água e nutrientes, podendo-se alcançar um desenvolvimento ótimo se a fertilidade e a matéria orgânica do solo forem altas.

Segundo Chaimsohn (2006), a aplicação de matéria orgânica pode favorecer o desenvolvimento. Os adubos orgânicos podem melhorar as propriedades físicas do solo, assim como a estrutura e a densidade aparente através de um efeito floculante próprio da matéria orgânica. Isso melhora o movimento do ar, da água e dos elementos, permitindo incrementar o crescimento e a penetração de raízes no solo.

Algumas deficiências nutricionais podem prejudicar gravemente a qualidade do produto, pois a falta ou o excesso de um ou mais elementos químicos na planta pode contribuir para o surgimento de anormalidades, como clorose, morte do tecido e redução de crescimento (Silveira et al., 2000). Os nutrientes da planta afetam não somente a produção total de biomassa, mas influenciam, também o crescimento e a morfologia de órgãos particulares de plantas. Como as raízes são os órgãos em contato mais estreito com o ambiente nutricional da planta, elas se tornam propícias a serem afetadas por este ambiente (Epstein e Bloom, 2006).

Illenser e Paulilo (2002) observaram, para plantas jovens de palmitreiro *E. edulis*, que, em alta irradiância, a baixa disponibilidade tanto de fósforo quanto de nitrogênio pode inibir o crescimento de plantas jovens no campo.

Gomes e Alvim (1995) constataram, para mudas de pupunheira aos cinco meses de idade, produzidas em sacos plásticos nos quais quatro tipos de solo foram comparados, que esta espécie não responde à calagem em nenhum dos solos, é pouco exigente em fósforo, que a suspensão de N e K influenciou no surgimento de deficiências. Cantarella e Bovi (1995) constataram que plantas de pupunha aos três anos de idade responderam positivamente ao N, mais do que a outros nutrientes.

Tavares (2017) verificou a diferença de absorção dos nutrientes do substrato por espécies do gênero *Euterpe* e a alocação desses nutrientes nas

diferentes partes da planta, verificando-se que os teores dos nutrientes N, Ca, Mg, Zn e B foram superiores nas folhas de juçara quando comparados àqueles das folhas das mudas de açaí. Em contraste, o conteúdo de nutrientes nas mudas de açaí foi superior para todos os nutrientes estudados em relação ao conteúdo nutricional da juçara. A extração de nutrientes do substrato pelas mudas de açaí é superior e, devido a isso, essas plantas tiveram os maiores acúmulos de biomassa, principalmente na raiz, quando comparadas às mudas de juçara. Observou-se também que o K, N, Ca e o Mn são os nutrientes mais exportados tanto pelas mudas de açaí quanto pelas de juçara.

Segundo o mesmo estudo, quanto ao K, os teores nas folhas das mudas de açaí não foram influenciados significativamente pela umidade do solo, obtendo valores, em média, de 20 g kg^{-1} . Por outro lado, nas mudas de juçara, os teores de K tiveram um comportamento linear decrescente, sendo que a maior umidade (133% da CAD-capacidade de água disponível), promoveu um decréscimo de 15,78% na concentração de K em relação à menor umidade (33% da CAD).

Tavares (2017) e Silva (2018) verificaram que o açaizeiro se sobressaiu em relação à juçara quanto aos teores foliares de K, S, B, Cu e Zn, com superior idade, em média, de 23,4% para o K, 25,95% para o S, 20,5% para B e Cu e 22,6% para Zn. Os teores de N, P e Mg nas folhas da juçara foram 27,82%, 9,27% e 15,36% maiores que os obtidos no açaizeiro, respectivamente.

Segundo Silva (2018), o conteúdo de K na parte aérea das plantas apresentou comportamento linear decrescente em função do aumento da salinidade na água de irrigação, sendo o valor máximo, de $263 \text{ mg planta}^{-1}$, obtido na menor condutividade elétrica. Segundo Tavares (2017), K, N, Ca e Mn são os nutrientes mais exportados tanto pelas mudas de açaí quanto pelas mudas de juçara. A quantidade superior do conteúdo dos nutrientes das mudas de açaí refletiu na sua característica de crescimento, bem como no acúmulo de matéria seca da planta, das folhas e da raiz.

2.7. Aspectos fisiológicos de palmeiras do gênero *Euterpe*

Tavares (2017) verificou que o índice de clorofila nas folhas das mudas de juçara não variou conforme a redução da umidade do substrato desde 133% até

33% da capacidade de água disponível, quando as plantas estavam sob déficit hídrico.

De acordo com Silva (2018), o teor relativo de clorofila, estimado pelo SPAD, foi igual para açaí e juçara, com média de 39,41 unidades SPAD, sem diferenças também com relação à salinidade na água de irrigação. Não foram verificadas diferenças significativas entre açaí e juçara para os parâmetros de fluorescência da clorofila *a* avaliados, mas em relação à condução estomática, verificou-se maiores decréscimos quando houve um aumento na dose de sal empregada. Isso demonstra que o teor elevado de sais proporcionou menor abertura estomática, reduzindo, por consequência, as perdas de água na forma de vapor por meio do processo transpiratório.

Ainda Tavares (2017), quantificando a taxa de assimilação de CO₂, a condutância estomática e a transpiração, verificou efeito linear para as mudas de açaí, com menores valores observados quanto menor foi a quantidade de água disponível no solo, o que pode ter sido provocado devido ao fechamento estomático, que diminui o potencial hídrico da planta.

Oliveira et al. (2017) avaliaram as respostas de plantas de juçara em diferentes estádios de desenvolvimento, com plantas de dois e quatro anos de idade sob déficit hídrico, e verificaram que as plantas com quatro anos tiveram fechamento estomático mais rápido, em comparação com as plantas de dois anos. Porém, quando as plantas foram submetidas novamente ao déficit hídrico, as de quatro anos tiveram valores de condutância estomática cinco vezes superiores aos das plantas de dois anos. Sendo assim, os autores concluíram que as mudas mais velhas são mais tolerantes a ciclos recorrentes de déficit hídricos do que mudas mais novas.

Silvestre et al. (2016) demonstraram que os regimes hídricos de 40% e 70% da capacidade de campo proporcionaram perdas intensas do potencial hídrico foliar, da taxa de assimilação de CO₂, da condutância estomática e da taxa de transpiração em mudas de açaí aos 45 e 90 dias de cultivo. Os mesmos autores, estudando a tolerância de dois materiais de açaizeiro sob deficiência hídrica, relatam que aos 45 dias de indução dos regimes hídricos de 70% e 40% da capacidade de campo, houve, respectivamente, perdas de 47% e 49% no potencial hídrico foliar, 18 e 46% na condutância estomática e 13 e 30% na transpiração.

Oliveira et al. (2002) observaram que a fotossíntese foi reduzida em 40% no sexto dia de deficiência hídrica, quando o potencial de água da folha foi de - 1,6 Mpa, além disso, o efeito da deficiência hídrica causou redução sobre condutância estomática e taxas de transpiração, sendo essas reduções acompanhadas pela queda do potencial da água na folha. Houve redução na condutância estomática de 54% e na transpiração de 31%, quando o potencial da água nas folhas foi a -1,5 MPa.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local do experimento e delineamento experimental

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na área experimental da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), situado no município de Campos dos Goytacazes, no Norte do estado do Rio de Janeiro, posicionada na latitude 21°19'23" e longitude 41°10'40" e possuindo uma altitude de 11 metros.

A casa de vegetação foi equipada com um datalogger para obtenção diária da temperatura e da umidade, cujos valores estão apresentados nas Figuras 1 e 2. Os dados de radiação foram obtidos por meio de um quantômetro, em fluxo de fótons fotossintéticos (Figura 3). De acordo com a classificação climática de Köppen (1948), o clima da região Norte Fluminense é classificado como Aw, isto é, tropical úmido, com verão chuvoso, inverno seco e precipitação anual em torno de 1.020 mm.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), quatro repetições e com cinco tratamentos, sendo estes: (i) substrato comercial; (ii) 100% caroço de açaí e juçara triturados; (iii) mistura de 50% de solo + 50% de esterco bovino; (iv) mistura de 50% de solo + 50% de caroço de açaí e juçara triturados e (v) mistura de 33,3% de solo + 33,3% de esterco bovino + 33,3% de caroço de açaí e juçara triturados. As misturas foram feitas com base em volume.

A unidade experimental foi composta por oito plantas cultivadas individualmente em tubetes com 290 cm³ de capacidade.

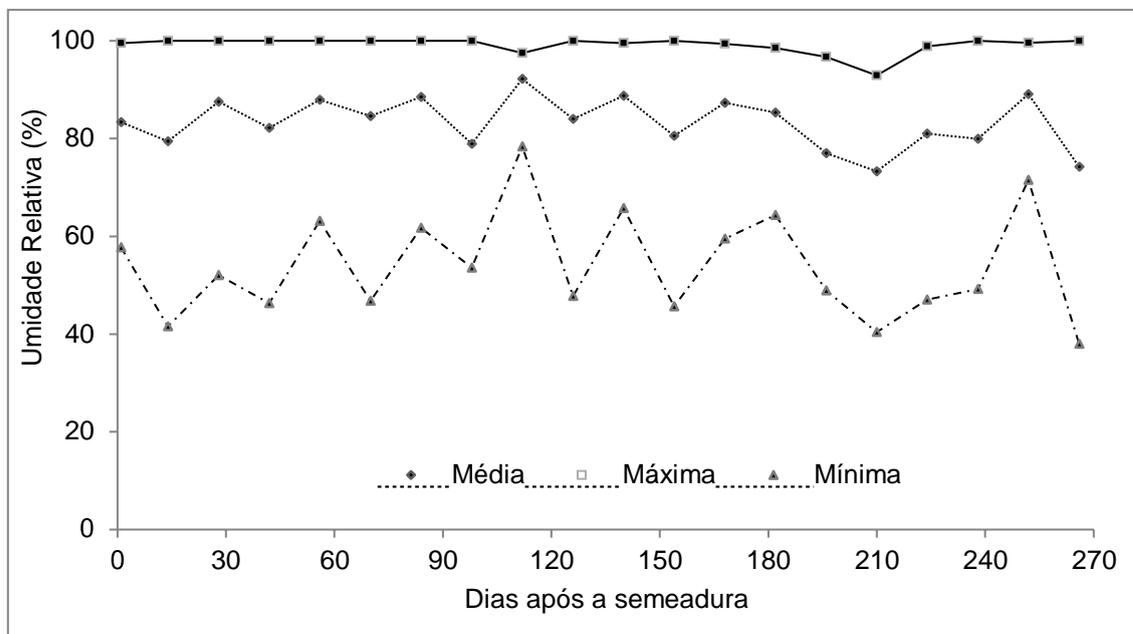


Figura 1. Umidade relativa do ar máxima, média e mínima durante o cultivo das mudas de juçara em casa de vegetação no município de Campos dos Goytacazes, Brasil.

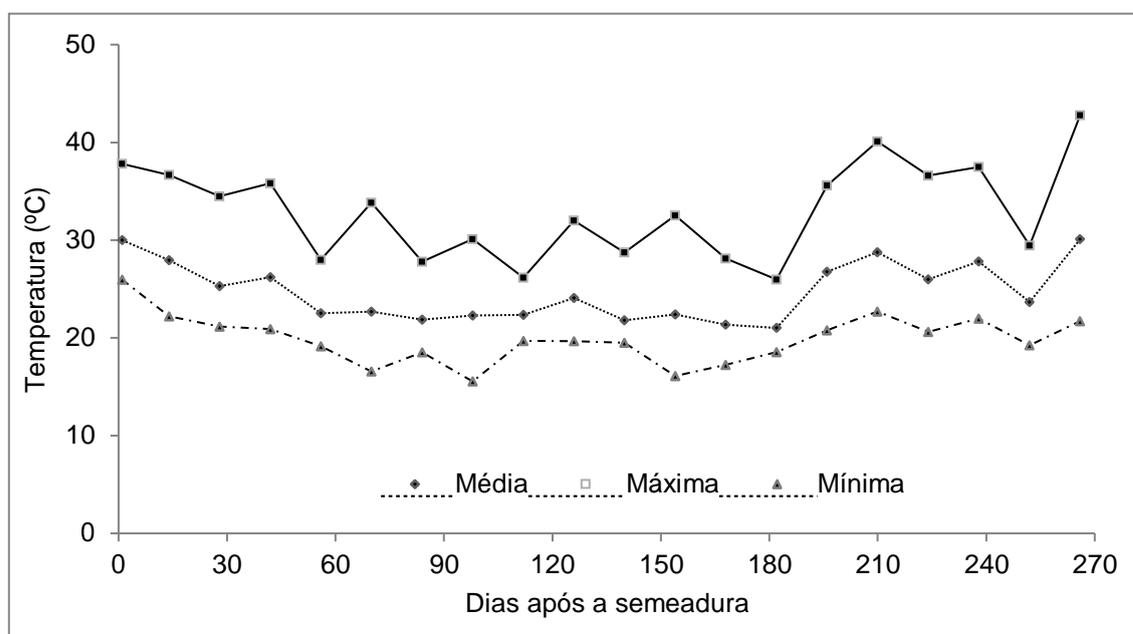


Figura 2. Temperatura máxima, média e mínima durante o cultivo das mudas de juçara em casa de vegetação no município de Campos dos Goytacazes, Brasil

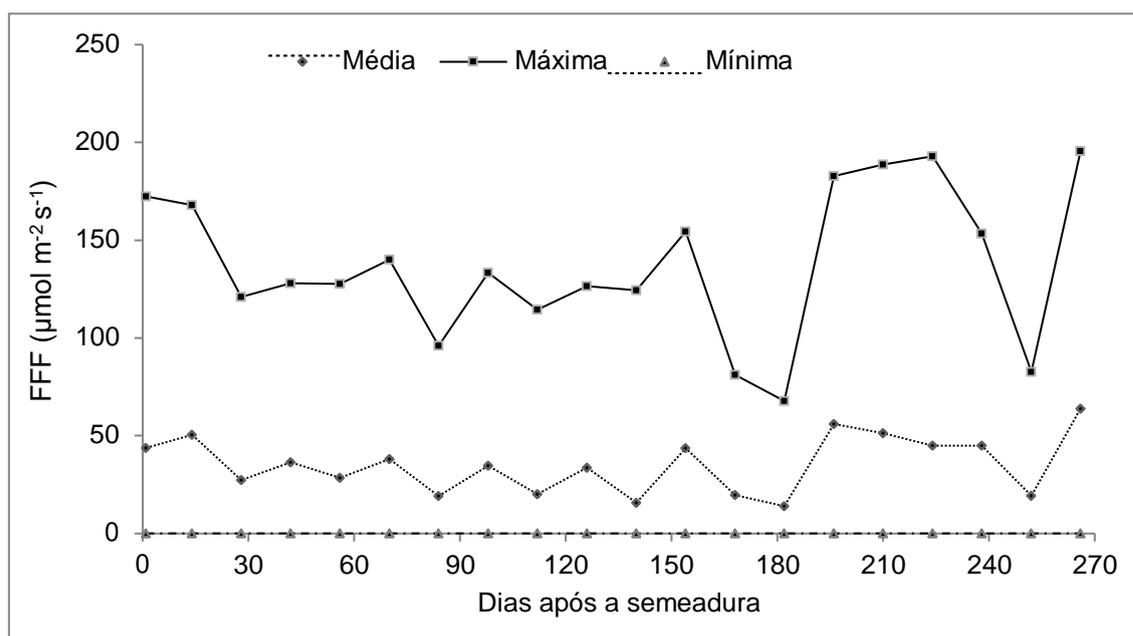


Figura 3. Fluxo de fótons fotossintéticos máximos, médio e mínimo durante o cultivo das mudas de juçara em casa de vegetação no município de Campos dos Goytacazes, Brasil.

3.2. Obtenção e caracterização dos substratos

O preparo dos substratos não comerciais foi realizado a partir de diversos materiais. Inicialmente, coletou-se solo na profundidade 0-20 cm de um Cambissolo Háplico, com textura franco argilo arenosa, proveniente da Baixada Campista. Outro material utilizado foi o caroço de açaí e juçara, oriundo do despulpamento de fruto de açaí e juçara utilizados para produção de polpa pela empresa Vip Polpas, localizada no município de Rio Novo do Sul, Espírito Santo. O material foi triturado em desintegrador de grãos na Escola Técnica Estadual Agrícola Antônio Sarlo, localizado em Campos dos Goytacazes, RJ. O caroço de açaí e juçara triturados ficaram sobre um plástico preto colocado no piso da casa de vegetação por 90 dias, sendo revolvido duas vezes por semana para homogeneização, e molhado somente quando se percebia baixa umidade no material, que era aferida apenas pela detecção manual, apalpando-o. O material era molhado de forma a estimular o processo de fermentação e decomposição. O esterco bovino curtido foi fornecido por uma propriedade rural situada no município de Santa Teresa, Espírito Santo.

A composição química e teores de nutrientes dos substratos estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Composição química das misturas utilizadas como substrato para a produção das mudas de juçara

Característica determinada	Substratos				
	Substrato comercial	Caroço	Solo + est. bovino	Solo + caroço	Solo + est. bovino + caroço
pH (em água)	4,50	6,10	7,40	5,90	7,00
Cond. elétrica (dS m ⁻¹)	1,38	0,58	0,31	0,14	0,38
P (mg dm ⁻³)	388,00	158,00	717,00	94,00	577,00
K (cmolc dm ⁻³)	1,93	7,30	7,57	2,04	6,01
Ca (cmolc dm ⁻³)	15,20	1,80	6,20	3,90	5,20
Mg (cmolc dm ⁻³)	5,50	2,10	4,90	3,00	4,30
Al (cmolc dm ⁻³)	0,40	0,50	0,00	0,00	0,00
H+Al (cmolc dm ⁻³)	17,00	5,50	1,60	3,40	2,10
Na (cmolc dm ⁻³)	0,29	0,31	2,10	0,24	1,47
Carbono (%)	11,07	19,62	4,90	4,61	5,93
M.O. (g dm ⁻³)	190,80	338,20	84,50	79,50	102,20
SB (cmolc m ⁻³)	22,90	11,50	20,80	9,20	17,00
T (cmolc dm ⁻³)	39,90	17,00	22,40	12,60	19,10
t (cmolc dm ⁻³)	23,30	12,00	20,80	9,20	17,00
m (%)	1,70	4,20	0,00	0,00	0,00
V (%)	57,40	67,70	92,80	73,00	89,00
Fe disponível (mg dm ⁻³)	118,80	16,20	56,40	82,20	67,80
Cu disponível (mg dm ⁻³)	0,80	1,40	0,90	1,10	1,50
Zn disponível (mg dm ⁻³)	22,00	7,00	30,00	6,90	21,60
Mn disponível (mg dm ⁻³)	57,20	33,00	110,40	107,80	90,20

Os resultados apresentados na Tabela 1 foram obtidos pelo Laboratório de Análises pertencente à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no campus de Campos dos Goytacazes, estado do Rio de Janeiro. As metodologias utilizadas para a quantificação das variáveis apresentadas foram: pH em água: relação solo: água = 1:2,5 em pHmetro; C(%): método de Walkle–Black (oxidação do carbono orgânico por dicromato na presença de ácido sulfúrico concentrado), determinação por titulação com sulfato ferroso na presença de fenolftaleína; matéria orgânica (M.O.) calculado a partir do carbono (%C x 1,72 x 10 = M.O. em g/dm⁻³); P disponível: extrator Mehlich (ou Carolina do Norte), determinado por fosfato extraído reagido com molibdato de amônio, formando-se um composto de cor azul. Medido em colorímetro; K trocável e Na: extrator Mehlich (ou Carolina do Norte), a leitura foi realizada em fotômetro de chama; Ca e Mg e Al trocáveis: o método de

avaliação foi Extrator KCl 1N, em espectrofotômetro de absorção atômica; (H + Al): extraído em solução de acetato de cálcio 0,5 M a pH 7, determinação por titulação NaOH; SB realizado o método de avaliação SB = Ca + Mg + K + (Na); T: T = SB + (H + Al); e t: t = SB + Al; V: $V\% = SB/T \times 100$; Fe, Cu, Zn, Mn: foi utilizado o método do extrator Mehlich (ou Carolina do Norte), determinação por espectrofotômetro de absorção atômica; cond. elétrica: determinação em extrato 1:10 (m/v). O método foi descrito de acordo com o proposto por Camargo et al. (1986).

Tabela 2. Teores totais de nutrientes nas misturas utilizadas como substrato para a produção das mudas de juçara

Nutriente	Substratos				
	Substrato comercial	Caroço	Solo + est. bovino	Solo + caroço	Solo + est. bovino + caroço
N (g kg ⁻¹)	3,65	9,95	4,85	3,05	3,35
P (g kg ⁻¹)	1,04	1,24	1,68	0,71	1,74
K (g kg ⁻¹)	0,94	5,67	7,59	4,56	8,54
Ca (g kg ⁻¹)	3,65	1,73	5,99	1,70	3,28
Mg (g kg ⁻¹)	2,32	1,16	4,64	2,78	3,77
S (g kg ⁻¹)	0,72	1,22	0,95	0,54	1,03
B (mg kg ⁻¹)	14,75	8,59	33,92	28,30	28,10
Cu (mg kg ⁻¹)	27,54	14,10	42,07	36,91	36,83
Fe (mg kg ⁻¹)	7.604,00	2.169,00	28.680,00	27.920,00	21.700,00
Mn (mg kg ⁻¹)	94,75	134,00	402,50	292,80	342,00
Mo (mg kg ⁻¹)	0,32	0,34	0,29	0,21	0,31
Ni (mg kg ⁻¹)	28,00	3,85	26,94	23,68	20,51
Zn (mg kg ⁻¹)	53,41	26,35	101,84	59,15	95,74

As análises químicas do substrato presentes na Tabela 2, nos quais estão indicados os teores totais de elementos químicos, foram quantificados no Setor de Nutrição Mineral de Plantas do Laboratório de Fitotecnia do CCTA da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. O N foi determinado pelo método de Nessler (Jackson, 1965), após digestão com ácido sulfúrico e submetido à análise ao Specord (analytikjena). Os demais nutrientes (B, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Ni, P, S e Zn), após a digestão com ácido nítrico e peróxido de hidrogênio, foram submetidos à espectrometria de emissão atômica em um ICPE-9000, marca Shimadzu.

As análises físicas dos materiais foram realizadas no Laboratório de Solos do CCTA da Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro e estão apresentadas na Tabela 3 e Figura 3.

Tabela 3. Densidade de partículas (DP), densidade do substrato (DS), porosidade total (PT), macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP) e água disponível (AD), em $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$, nos substratos para a produção de mudas de juçara

Substratos	DP	DS	PT	Macro	Micro	CC	PMP	AD
	$(\text{m}^3 \text{m}^{-3})$							
Substrato comercial	2,165	0,396	0,817	0,527	0,290	0,268	0,244	0,024
Caroço	1,531	0,221	0,856	0,408	0,447	0,399	0,333	0,066
Solo+est.bovino	2,310	0,714	0,691	0,383	0,308	0,282	0,163	0,119
Solo+caroço	2,197	0,650	0,704	0,233	0,471	0,399	0,217	0,182
Solo+est. bovino+caroço	2,386	0,518	0,783	0,372	0,332	0,302	0,122	0,179

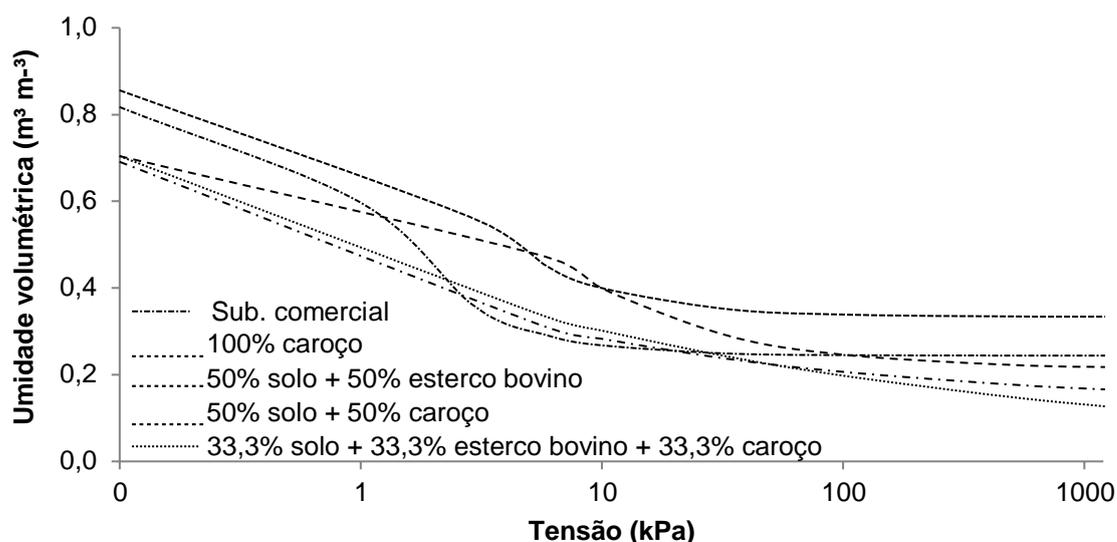


Figura 3. Curva de retenção de água nos substratos utilizados para a produção de mudas de juçara obtida pelo ajuste dos valores de umidade volumétrica medidos ao modelo de Van Genuchten (1980).

A determinação da densidade de partículas foi realizada pelo método do balão volumétrico. Foram pesados 20 g dos diferentes substratos, sendo secos por 48 h em estufa a 105°C e novamente pesados. As amostras foram transferidas para balão volumétrico de 100 mL. Com uma pipeta, adicionou-se no balão 75 mL de álcool etílico 92,8% (M/V) e as amostras ficaram em contato com o álcool por até 24 horas, agitando bem o balão, com a finalidade de promover melhor penetração do álcool nos substratos, para eliminar as bolhas de ar que se formavam. Após 24 horas, prosseguiu-se com a operação, vagarosamente, até completar o volume do balão com álcool etílico até o menisco, verificando-se a ausência de bolhas. A densidade de partículas foi calculada por meio da equação 1 (Teixeira et al., 2017).

$$D_p = \frac{m_a}{(V_T - V_U)} \quad (1)$$

Em que:

D_p – densidade de partículas, em kg dm^{-3} ;

m_a – massa da amostra seca a 105°C , em g;

V_T – volume total aferido do balão, em mL;

V_U – volume de álcool utilizado para completar o balão contendo a amostra, em mL.

A densidade do solo foi obtida pelo método do anel volumétrico, utilizando-se as mesmas amostras de substrato. Submetidos aos funis de placa porosa e às câmaras de pressão para confecção da curva de retenção. Para cálculo da densidade do solo, utilizou-se a equação 2:

$$D_s = \frac{m^*s}{V_{\text{anel}}} \quad (2)$$

Em que:

D_s = densidade do solo, em kg dm^{-3} ;

m^*s = massa da amostra de substrato seco em estufa a 105°C , em g.

V = volume do anel, em cm^3 .

A porosidade total foi calculada com os valores de densidade de partículas e a densidade do solo, utilizando-se a equação 3 (Teixeira et al., 2017).

$$P_t = 1 - \frac{D_s}{D_p} \quad (3)$$

Em que:

P_t = porosidade total, em $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$.

D_p = densidade de partículas do substrato, em kg dm^{-3} .

D_s = densidade do substrato, em kg dm^{-3} .

A curva de retenção da água para os substratos foi confeccionada utilizando quatro amostras de cada substrato, acondicionadas em anéis volumétricos metálicos de 100 mL. As amostras foram saturadas e submetidas às tensões de 1, 3, 6 e 10 kPa, em funis de placa porosa, e a 33, 100, 500 e 1500 kPa, em câmaras de pressão de Richards (Libardi, 2010). Após o equilíbrio, que foi determinado quando cessava a drenagem de água, o conteúdo de água em cada

tensão foi estimado por pesagem das amostras antes e após secagem na estufa a 105°C por 48 horas.

Nessas mesmas amostras foram determinadas as seguintes características físico-hídricas: macro, microporosidade, capacidade de campo e o ponto de murcha permanente e a curva de retenção de umidade (-3, -6, -10, -100 e -1500 kPa). A curva de retenção de água foi ajustada com base no modelo matemático proposto por Van Genuchten (1980), tendo sido estimada a microporosidade, macroporosidade, a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente. A microporosidade corresponde à umidade na tensão 6 kPa, e a macroporosidade foi obtida por diferença da porosidade total e microporosidade. De forma semelhante, a capacidade de campo (CC) corresponde à umidade na tensão 10 kPa. Para o ponto de murcha (PMP) permanente corresponde à umidade na tensão 1500 kPa, e a água disponível foi obtida por diferença da CC e PMP.

3.3. Implantação e condução do experimento

As mudas utilizadas são da espécie de palmeira juçara (*Euterpe edulis* Mart.) e foram obtidas de plantas do sítio Santana no município de Angra dos Reis, situado no estado do Rio de Janeiro. Para o processo de germinação, cinco dias após a coleta dos frutos as sementes foram colocadas em bandejas preenchidas com areia.

As mudas foram transplantadas para tubetes, com capacidade de 290 cm³ e preenchidos com os substratos formulados, quando atingiram entre três e quatro centímetros de altura.

Ao longo do experimento foram adotadas duas irrigações diárias, sendo uma na parte da manhã e outra à tarde, buscando-se manter elevada umidade do substrato em todos os tubetes, visando atender às necessidades hídricas das mudas.

A adubação foi realizada a partir da aplicação de solução nutritiva, quando as mudas de juçara completaram 4 meses de idade. Foram realizadas três aplicações de solução nutritiva nas mudas com um intervalo de 15 dias de uma aplicação para a outra. Os nutrientes nitrogênio e potássio foram aplicados separadamente e parceladamente. Para o nitrogênio foi fornecida uma aplicação de 10 g de ureia (45% de N), diluído em 10 L de água para 160 mudas de juçara.

Para o potássio foram utilizados 8 g de cloreto de potássio (60% de K_2O), diluídos em 8 L de água, para 160 mudas de juçara. Ambas as aplicações foram feitas com o auxílio de um regador.

O experimento foi conduzido até os 270 dias após a semeadura. Para as análises, as plantas foram avaliadas aos 120, 135, 150, 165, 180 e 270 dias após a semeadura.

3.4. Características avaliadas

3.4.1. Biometria da parte aérea

As análises de crescimento das plantas foram realizadas periodicamente no intervalo de 15 dias de uma avaliação para a outra, incluindo a medição das variáveis: altura da planta até a inserção da folha mais velha (H, em cm; Figura 4), diâmetro do coleto (DC, em mm), número de folhas por planta (NF), comprimento do folíolo (CF, em cm) e largura do folíolo (LF, em cm). As análises do comprimento e da largura do folíolo foram realizadas em folhas completamente expandidas, com o auxílio de régua graduada.

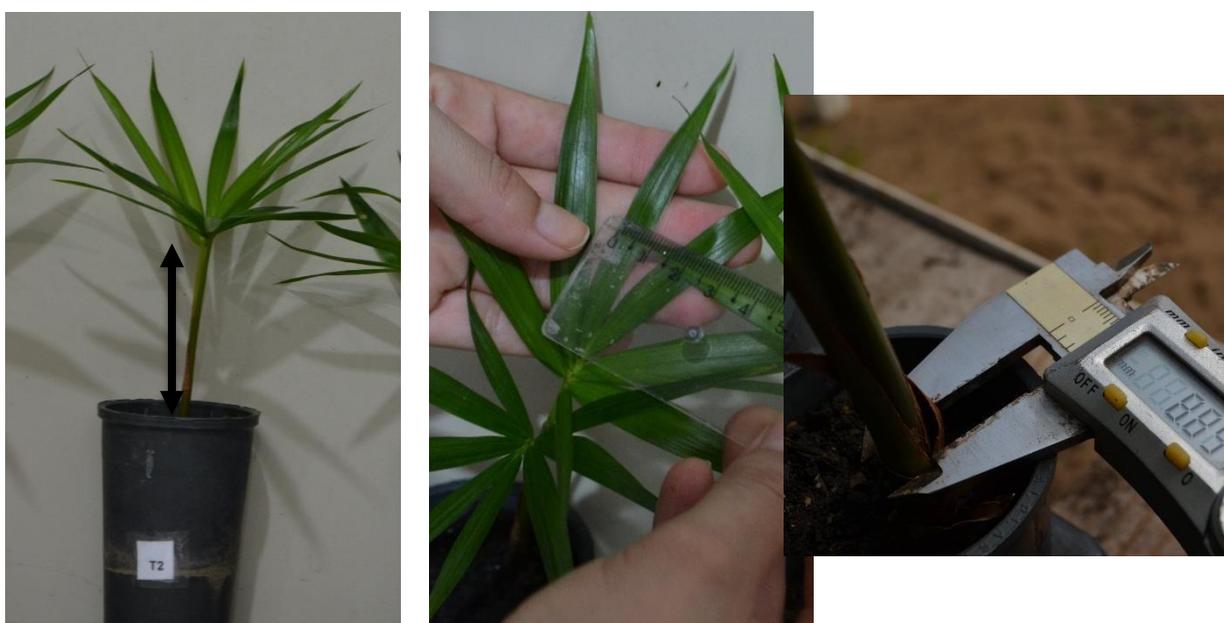


Figura 4. Determinação da altura da planta, largura do folíolo e diâmetro do coleto em mudas de juçara cultivadas em substratos, em Campos dos Goytacazes, RJ.

Para a determinação da altura da planta foi utilizada régua graduada (mm), sendo a medida efetuada desde o colo da planta até a inserção da folha mais velha. O diâmetro foi determinado a dois centímetros do substrato com um paquímetro digital. O número de folhas foi contado desde a folha basal até a última folha aberta. Foram realizadas medições em apenas um folíolo, contando o terceiro folíolo da direita para a esquerda para avaliar o comprimento e largura do folíolo.

Aos 270 dias, foram avaliadas ainda matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca do sistema radicular (MSR) e área foliar (AF). A área foliar foi determinada por meio de um medidor de área foliar de bancada modelo Li-3100 (Li-Cor, USA). Foram retiradas todas as folhas das plantas, utilizando uma tesoura, seccionando-as na região da parte aérea, caule e pecíolo. Para a determinação da matéria seca, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel tipo Kraft e secas em estufa de circulação de ar forçada com temperatura $70 \pm 2^\circ\text{C}$, até atingir peso constante. A MSPA e MSR foram determinadas em balança com precisão.

Para avaliar a qualidade de mudas, utilizou-se o índice de qualidade de Dickson (IQD), proposto por Dickson et al. (1960), conforme a equação 4:

$$\text{IQD} = \frac{\text{MST}}{\left(\frac{\text{H}}{\text{D}} + \frac{\text{MSPA}}{\text{MSSR}}\right)} \quad (4)$$

Em que:

IQD = índice de qualidade de Dickson;

MST = massa seca total (g);

H = altura da parte aérea (cm);

D = diâmetro do coleto (mm);

MSPA = massa seca da parte aérea (g);

MSSR = massa seca do sistema radicular (g).

3.4.2. Biometria do sistema radicular

Foi realizada a quantificação das variáveis morfológicas da raiz: comprimento radicular (CR, em cm), volume radicular (VR, em cm^3), diâmetro radicular (DR, em cm) e área superficial radicular (ASR, em cm^2). Para isso, quatro plantas de cada tratamento foram coletadas, sendo que os respectivos sistemas radiculares das plantas foram lavados em água corrente com auxílio de peneiras

para retenção das raízes limpas. Após a lavagem, as raízes foram colocadas em uma cuba de acrílico de 30 cm de largura e 40 cm de comprimento, contendo água destilada, sendo analisadas utilizando o *software* WinRhizo, conectado a um *scanner* profissional Epson XL 10000.

3.4.3. Composição mineral das plantas

Após a secagem das plantas, foram realizadas as análises nutricionais das folhas (folha + pecíolo) para a determinação do teor e conteúdo dos nutrientes nas plantas. As amostras foram trituradas em moinho tipo Wiley com peneira de 20 *mesh* e armazenado em frascos hermeticamente fechados. Posteriormente, foram pesados aproximadamente 0,100 g da parte aérea (folha + pecíolo) e colocados em tubos de ensaio para a determinação dos conteúdos e teores dos nutrientes nitrogênio (N), boro (B), cálcio (Ca), cobre (Cu), ferro (Fe), potássio (K), magnésio (Mg), molibdênio (Mo), níquel (Ni), fósforo (P), enxofre (S) e zinco (Zn).

O N foi determinado pelo método de Nessler (Jackson, 1965), após digestão com ácido sulfúrico e submetido à análise ao Specord (analytikjena). Os demais nutrientes (B, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Ni, P, S e Zn), após a digestão com ácido nítrico e peróxido de hidrogênio, foram submetidos à espectrometria de emissão atômica, modelo ICPE-9000, marca Shimadzu. As análises foram efetuadas no Setor de Nutrição Mineral de Plantas do Laboratório de Fitotecnia do CCTA / UENF.

3.4.4. Fisiologia das plantas

As medidas pontuais foram realizadas entre 8:00 e 10:00 horas da manhã, no terceiro folíolo da planta contado da direita para a esquerda, totalmente desenvolvido e saudável, nas mudas de juçara.

A intensidade de verde nas folhas foi estimada por meio do medidor portátil de clorofila modelo SPAD – 502 “*Soil Plant Analyser Development*” (Minolta Company, Japan). Foram realizadas 3 leituras em 3 folíolos diferentes e determinada a média por planta.

As trocas gasosas foram mensuradas por meio do analisador de gás portátil infravermelho (IRGA), modelo LI-6400 (LI-COR, Lincon, NE, USA), utilizando-se

fonte de luz artificial de $1.000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Os parâmetros avaliados foram: as taxas de fotossíntese líquida (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), concentração interna de carbono (C_i), e temperatura foliar (T_{leaf}). Para mensurar as trocas gasosas, foram utilizados três folíolos sobrepostos de cada planta contados o primeiro folíolo da direita para a esquerda, pois os folíolos das mudas apresentavam tamanho reduzido.

Os parâmetros de fluorescência da clorofila foram determinados por meio de um fluorímetro *Pocket PEA (Plant Efficiency Analyser, Hansatech, Inglaterra)*. Para realizar as avaliações do rendimento quântico máximo do fotossistema II, os folíolos foram adaptados ao escuro por 30 minutos com o auxílio de pinças. Nessas condições os centros de reação estavam completamente abertos com perda mínima de calor (Strasser et al., 2000). Passados os 30 minutos, um pulso forte de luz de $3.500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de fótons foi aplicado por três diodos emissores de luz de 650 nm, evitando-se regiões com nervuras. A leitura foi realizada nos mesmos folíolos em que foram analisados o índice SPAD, as trocas gasosas (IRGA) e os parâmetros de fluorescência da clorofila a (Pocket).

3.5. Análise estatística

Os dados obtidos para as variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de probabilidade e as médias comparadas segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade enquanto os dados quantitativos das idades das mudas de juçara foram submetidos à análise de regressão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Biometria das mudas de juçara

Mudas de juçara, cultivadas até 270 dias após a semeadura, apresentaram desempenhos diferentes em relação aos diferentes substratos quanto à altura de plantas, diâmetro do coleto e comprimento do folíolo em função de substrato utilizado (Tabela 4). A utilização do substrato comercial ou do composto com 100% caroço de açaí e juçara triturados ou a mistura com 50% de solo e 50% de esterco bovino promoveram maiores médias para as características citadas.

Tabela 4. Altura de planta, em cm, número de folhas por planta, diâmetro do coleto, em mm, comprimento do folíolo, em cm, largura do folíolo, em cm, e área foliar, em cm², de mudas de juçara cultivadas em diferentes substratos, aos 270 dias da semeadura

Substrato	Altura de planta (cm)	Nº de Folhas por planta	Diâmetro do coleto (mm)	Comprimento do folíolo (cm)	Largura do folíolo (cm)	Área foliar (cm ²)
Substrato comercial	9,87 a	2,33 a	4,48 a	8,85 a	0,89 a	96,8 a
100% de caroço	9,72 a	2,35 a	4,11 bc	8,26 bc	0,83 a	88,6 a
Solo + esterco bovino	9,53 a	2,33 a	4,26 b	8,54 ab	0,96 a	95,5 a
Solo + caroço	8,45 b	2,15 a	4,00 c	7,91 cd	0,85 a	80,8 a
Solo+est. bov.+caroço	8,68 b	2,15 a	4,18 bc	7,72 d	0,82 a	74,0 a
Média	9,25	2,26	4,20	8,26	0,87	87,1
CV (%)	7,32	17,69	5,99	6,44	20,08	16,5

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Resultados semelhantes quanto ao desempenho de substratos, principalmente aos relacionados a solo misturado com esterco, foram observados em mudas de pupunha, por Vida et al. (2011). Os autores observaram que as maiores alturas das plantas foram obtidas quando se utilizou o substrato de solo local em mistura com o composto de esterco bovino, e concluíram que a pupunheira responde satisfatoriamente à adubação orgânica, sendo esta a possível causa do melhor desempenho.

Silva et al. (2015), trabalhando com produção de mudas de juçara, utilizando como substrato resíduos agroindustriais e lodo de esgoto compostados, verificaram que o uso dos substratos bio sólido com casca de pupunha (1:2 v:v) e bio sólido com casca de pupunha (1:3 v:v) resultou, em média, em alturas superiores do que quando se utilizou substrato de bio sólido com casca de pupunha (1:1 v:v). Estes resultados podem estar relacionados aos maiores percentuais de nitrogênio (N) nos substratos que apresentaram os melhores resultados.

Diversos autores descrevem a influência positiva do uso de resíduos orgânicos na formulação de substratos para o crescimento em altura de mudas de espécies florestais, como os resultados obtidos por Maranhão e Paiva (2012), com *Physocalymma scaberrimum*, Delarmelina et al. (2013), com *Sesbania virgata*, e Silva et al. (2006), com *Bactris gasipaes*. Resíduos orgânicos podem ser componentes indispensáveis na formulação de substratos para produção de mudas, cuja finalidade básica é aumentar a capacidade de retenção de água e nutrientes para as mudas. Pode-se citar outras vantagens desse componente sobre o desenvolvimento vegetal, tais como a redução na densidade aparente (ou global) e o aumento da porosidade, características que podem ter uma participação positiva dos materiais orgânicos (Caldeira et al., 2008). De acordo com Fonseca (1988), na composição do substrato para o crescimento de plântulas, a fonte orgânica é responsável pela retenção de umidade. Por isso, o esterco bovino é muito utilizado como fonte orgânica na composição dos substratos para diversos tipos de cultivo.

Os substratos utilizados nesse experimento apresentaram faixa de porosidade total entre 0,85 e 0,69 m³ m⁻³ (Tabela 3). Tais resultados estão de acordo com Boodt e Verdonck (1972) e Verdonck et al. (1981), sendo considerados adequados para o crescimento das plantas.

O uso de resíduos orgânicos como o esterco bovino e o caroço de açaí e juçara, podem contribuir para a redução do custo unitário por muda, bem como criar uma rota de reutilização destes resíduos. Tal fato decorre de serem matérias primas de menor custo, impedindo, assim, que sejam dispostas irregularmente na natureza e, além disso, contribuem para a produção em quantidade e qualidade de mudas.

Em relação às variáveis número de folhas, largura dos folíolos e área foliar, estas não diferiram estatisticamente entre os substratos utilizados (Tabela 4). As mudas de juçara apresentaram, aos 270 dias após a semeadura, em média, 2,0 folhas, 0,87 cm para a largura dos folíolos e 87,1 cm² de área foliar, respectivamente. Isso demonstra que os substratos utilizados propiciaram o desenvolvimento semelhante do crescimento e da formação de biomassa vegetal da espécie estudada. Desta forma, sendo possível, em regiões que detenham alguns desses materiais, da formulação do substrato para a produção de mudas de juçara.

O resultado deste estudo para o parâmetro número de folhas corrobora Martins et al. (2007), que, trabalhando com diferentes substratos na produção de palmeira, observaram que a maioria dos substratos não diferiu estatisticamente. No mesmo trabalho, verificou-se que os substratos que se apresentaram mais adequados tanto para a palmeira-real australiana como para a pupunheira foram aqueles formulados com esterco bovino.

Resultados semelhantes foram encontrados por Elarcher et al. (2017), os quais trabalharam com substrato à base de caroço de açaí em hortaliças e observaram que o número de folhas, a área foliar e a altura média das mudas foram significativamente influenciadas pelos diferentes tipos de substratos utilizados, com destaque para as mudas produzidas no substrato caroço de açaí triturado fermentado e no substrato à base de caroço de açaí triturado e esterco bovino.

Em relação à variável diâmetro do coleto e ao comprimento do folíolo, verificou-se que houve incremento com o decorrer do tempo, sendo que aos 270 dias após a semeadura apresentavam média de 4,20 mm e 8,26 cm, respectivamente. Observou-se, em relação aos substratos, que estes influenciaram significativamente o diâmetro e o comprimento dos folíolos das mudas de juçara, sendo que as maiores médias para ambas as características avaliadas foram verificadas no substrato comercial. Segundo Bovi et al. (2002), o diâmetro do coleto reflete bem o crescimento de palmeiras, sendo um bom indicador de avaliação do

desenvolvimento vegetativo, estando diretamente correlacionado com a produção de palmito e/ou de frutos.

Quando se avaliou a massa seca da parte aérea, das raízes e total, por planta, a relação raízes com parte aérea, e o índice de qualidade de Dickson das mudas de juçara, após 270 dias da semeadura, verificou-se que apenas a razão entre parte aérea e raízes diferiu em função dos substratos (Tabela 5). Este resultado pode estar relacionado à baixa produção de raiz em relação à produção da parte aérea em função da baixa luminosidade da casa de vegetação coberta por sombrite 70%. Em um ambiente de sombra intensa, a juçara tende a produzir maior parte aérea devido à limitação de radiação solar, e plantas mais bem supridas com água e nutrientes produzem menores raízes, sendo assim, os substratos utilizados atenderam de forma adequada as necessidades nutricionais das mudas de juçara. Diante desses aspectos, a propriedade física dos substratos e a complementação com solução nutritiva podem ser as possíveis causas do bom desenvolvimento das raízes.

Tabela 5. Massa seca da parte aérea, em g, massa seca de raízes, em g, massa seca total, em g, relação parte aérea/raiz e índice de qualidade de Dickson (IQD) por muda de juçara cultivada em diferentes substratos

Substrato	Massa seca da parte aérea (g)	Massa seca da raiz (g)	Massa seca total (g)	Relação parte aérea/ raiz	IQD
Substrato comercial	1,09 a	0,41 a	1,51 a	2,66 abc	0,30 a
100% de caroço	1,04 a	0,33 a	1,38 a	3,15 a	0,23 a
Solo + est bovino	1,09 a	0,36 a	1,45 a	3,03 ab	0,27 a
Solo + caroço	0,93 a	0,36 a	1,29 a	2,58 bc	0,27 a
Solo+est. bov.+caroço	0,86 a	0,38 a	1,24 a	2,26 c	0,28 a
Média	1,00	0,37	1,37	2,73	0,27
CV (%)	15,55	12,25	14,23	8,16	12,36

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Ao avaliar a relação entre a massa seca da parte aérea e as raízes, verificou-se que as mudas de juçara apresentaram maiores valores quando cultivadas nos substratos com 100% de caroço (Tabela 5). Em média, os resultados obtidos estão próximos daqueles que Gomes e Paiva (2011) e Freitas et al., (2017), com valores em torno de 2,0, indicados como adequados para esta característica, ou seja, para cada unidade em massa crescida de raízes deve-se ter o crescimento de duas unidades da parte aérea. Tavares (2017), trabalhando com produção de

mudas do gênero *Euterpe* em Campos dos Goytacazes – RJ, obteve relação parte aérea com raízes de 4,99 para juçara e de 2,97 para o açaí. Silva (2018), com estudo também em Campos dos Goytacazes – RJ, obteve 4,67 de relação parte aérea com raízes para a juçara e 3,33 para o açaí. Ressalta-se que, neste experimento, as plantas foram conduzidas em condições nas quais a incidência de radiação solar estava em torno de 8%, enquanto Tavares (2017) e Silva (2018) produziram mudas de juçara em condições nas quais a incidência de radiação ficou em torno de 25%. Assim, é possível que para a juçara, a indicação de relação parte aérea com raízes em torno de 2,0 não seja a mais adequada.

É possível que as diferenças na incidência da radiação possam provocar as modificações na relação parte aérea com raízes observadas nos trabalhos citados. Como a juçara é uma espécie esciófita, isso pode contribuir para o maior desenvolvimento da parte aérea em condições de maiores sombreamentos. Desta forma, investir muito na parte fotossintetizante pode ser uma estratégia de aumentar a captação de luz em locais mais sombreados e isso, provavelmente, restringe o desenvolvimento de raízes (Zanelato, 2010).

Ao longo do desenvolvimento da muda, a planta passa a requerer luz para produção de biomassa e viabilizam o crescimento por meio da fotossíntese (Gatti et al., 2011; Moreira, 2013). Os resultados diferentes obtidos neste trabalho com aqueles obtidos por Tavares (2017) e Silva (2018) podem estar relacionados com o nível de sombreamento e da época do ano de cultivo das mudas. Dessa maneira, pode-se relacionar a característica da matéria seca à ocorrência da palmeira juçara em florestas ombrófilas, destacando-se no interior das florestas a Mata Atlântica (Fantini e Guries, 2007).

A massa seca da parte aérea, segundo Gomes e Paiva (2011), atesta a rusticidade de uma muda, sendo que os maiores valores representam mudas mais lignificadas e rústicas, tendo maior aproveitamento em ambientes com condições adversas.

Neuburger (2010), trabalhando com crescimento inicial de plantas do palmito juçara em diferentes condições de luz, água e nutrientes, relatou que a massa seca total das plantas não foi afetada pelos tratamentos de luz e nutricional até 195 dias após a semeadura.

Silva (2018) relatou que o acúmulo de massa da matéria seca do açaizeiro foi semelhante ao da juçara em todos os órgãos aéreos e total das plantas, em

decorrência do maior gasto energético dispendido na produção de raízes verificado por parte da espécie. A irrigação com água salina comprometeu o acúmulo de matéria seca na planta, o decréscimo se deu de maneira linear com o incremento gradual do cloreto de sódio (NaCl).

Quanto ao índice de qualidade de Dickson (IQD), não houve diferença entre os substratos (Tabela 5). Para o referido índice, proposto por Dickson (1960) e que considera a robustez e a distribuição de massa da muda, a média obtida neste trabalho foi de 0,27, com valores variando de 0,23 a 0,30. Silva et al. (2015) encontraram valor de IQD médio de 0,4 para mudas de juçara produzidas com compostos orgânicos.

Para Fonseca (2002), o índice de qualidade de Dickson (IQD) é um bom indicador da qualidade de mudas em fase de viveiro, por considerar para o seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da fitomassa, sendo considerados vários parâmetros importantes e que ajudam a estimar o sucesso do desempenho das mudas após o plantio em campo. Gomes e Paiva (2011) também consideram o índice de Dickson um bom indicador de qualidade de mudas, podendo ser considerado, segundo Sáenz et al. (2010), como "baixo" quando menor que 0,2, "médio" quando de 0,2 a 0,4 e "alto" quando maior que 0,5.

4.2. Biometria do sistema radicular

Quanto ao crescimento e desenvolvimento do sistema radicular da juçara, os resultados apresentados na Tabela 6 indicam que foram maiores quando se utilizou o substrato comercial, com resultados semelhantes para massa seca de raízes e área superficial radicular. Quanto ao diâmetro radicular, verifica-se que os menores valores foram observados quando se utilizou o substrato comercial e aquele com 100% de caroço de açaí e juçara triturados. Biologicamente, a presença de raízes mais finas em mudas de plantas pode ser considerada como indicador positivo da qualidade destas, por serem mais eficientes na absorção de nutrientes minerais.

Tabela 6. Massa seca de raízes (MSR), em g planta⁻¹, comprimento radicular (CR), em cm, área superficial radicular (ASR), em cm², diâmetro radicular (DR), em mm, e volume radicular (VR), em cm³, em mudas de juçara aos 270 dias após semeadura, cultivadas em diferentes substratos

Substrato	MSR (g planta ⁻¹)	CR (cm)	ASR (cm ²)	DR (mm)	VR (cm ³)
Substrato comercial	0,41 a	614,4 a	101,93 a	0,53 b	1,35 ab
100% de caroço	0,33 a	422,6 b	73,97 a	0,55 b	1,03 b
Solo + esterco bovino	0,36 a	334,9 b	73,73 a	0,69 a	1,30 ab
Solo + caroço	0,36 a	398,3 b	83,85 a	0,69 a	1,41 ab
Solo+est. bov.+caroço	0,38 a	365,6 b	84,53 a	0,76 a	1,57 a
Média	0,37	427,2	83,60	0,64	1,33
CV (%)	12,25	17,7	16,35	6,21	15,29

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados foram encontrados por Brahm et al. (2013) quando trabalhavam com efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de *Euterpe Edulis* (Mart.) e *Roystonea regia* (Kunth), pois verificaram, em relação às propriedades físicas dos substratos, que valores de porosidade total foram inferiores ao valor de referência de 0,85 m³ m⁻³ (De Boodt e Verdonck, 1972; Boertje, 1984; e Verdonck e Gabriels, 1988). O tratamento Plantmax® apresentou valores superiores de porosidade total que mais se aproximaram do valor de referência, já os menores valores foram identificados no tratamento constituído por solo argiloso. A espécie apresentou boa adaptação ao substrato com baixa porosidade.

Segundo Silva et al. (2012), os substratos com maior porosidade total promovem maior qualidade do sistema radicular e, em consequência, proporcionam maior crescimento de mudas. Tal informação é corroborado pelo presente trabalho, em que se observa que o substrato comercial e o composto por 100% caroço de açaí e juçara triturados apresentaram maiores valores de porosidade (Tabela 3) e maior crescimento radicular (Tabela 6).

Silva (2018), trabalhando com níveis diferentes de salinidade na água de irrigação em mudas de juçara e de açaí, observou que o comprimento, a área superficial e o volume de raiz diferiram de maneira significativa entre as espécies estudadas e que foram observados maiores investimentos nestas variáveis por parte do açaizeiro em relação às mudas de juçara até os 16 meses após a semeadura. Silva (2018) verificou, ainda, redução de todos os parâmetros avaliados nas raízes com a ampliação da salinidade na água de irrigação.

Verifica-se que para o parâmetro comprimento radicular, o substrato comercial apresentou valor superior, mas os demais substratos não diferiram entre si. O substrato composto por “solo + esterco bovino” apresentou menor valor para esta mesma variável, este resultado pode ser atribuído a uma maior densidade do substrato e menor porosidade (Tabela 3). A densidade do solo é inversamente relacionada à porosidade, de modo que, quando a densidade aumenta, de maneira a reduzir muito a porosidade, ocorre uma restrição ao crescimento das raízes das plantas (Singh e Sinju, 1998).

Brahm et al. (2013) não verificaram diferenças estatísticas entre os substratos quanto ao comprimento das raízes de plantas de juçara. Visualmente, observou-se que o desenvolvimento radicular foi bom em todos os tratamentos. Esses resultados podem ser utilizados para confirmar o elevado potencial de adaptação e desenvolvimento desta espécie sob condições de casa de vegetação, com boa resposta do crescimento das raízes, o que viabilizou seu crescimento mesmo em substratos com porosidade, espaço de aeração. De acordo com Gonçalves e Mello (2000), o comprimento das raízes é considerado um dos melhores parâmetros para estudos relativos à absorção de água e nutrientes.

4.3. Composição mineral das mudas

Os conteúdos e teores de nutrientes minerais nas mudas de juçara aos 270 dias após a semeadura, em função do tipo de substrato utilizado, estão apresentados nas Tabelas 7 e 8. Com relação a estas variáveis, verifica-se que diferenças significativas foram observadas apenas para os nutrientes nitrogênio e boro. Para o N, os maiores conteúdos foram obtidos quando as mudas cresceram em substrato com 100% de caroço de açaí e juçara triturado e quando foi constituído com solo e esterco bovino, o que está de acordo com os teores destes nutrientes obtidos em plantas cultivadas nos mesmos tratamentos (Tabela 8).

Para o boro, resultados superiores quanto ao conteúdo e aos teores, foram observados quando se utilizou o substrato comercial e o de caroço de açaí e juçara triturados. Os maiores teores e conteúdo de N em mudas de juçara no substrato constituído com 100% caroço de açaí e juçara triturados, condizente com os resultados de análise química dos substratos (Tabela 2), onde este substrato foi o que apresentou maiores teores deste nutriente.

Para os substratos utilizados foram encontrados maiores valores para os elementos Fe, Mn, Zn e Cu (Tabela 2). Como mencionado, o Fe apresentou valores superiores nos substratos, mas apesar dos substratos apresentarem elevadas concentrações de Fe, normalmente isto não provoca danos às plantas, pois a maior parte desse nutriente encontra-se na forma pouco disponível (Guerinot e Yi, 1994).

Tabela 7. Conteúdo de N, P, K, Ca, Mg e S, em mg planta⁻¹, e de B, Zn, Fe, Cu, Mo e Ni, em µg planta⁻¹, em mudas de juçara colhidas aos 270 dias após a semeadura

Substratos	N	P	K	Ca	Mg	S
	mg planta ⁻¹					
Substrato comercial	17,77 ab	5,08 a	29,53 a	5,64 a	4,11 a	3,33 a
100% de caroço	21,78 a	5,15 a	29,35 a	5,49 a	3,92 a	3,42 a
Solo + est. bovino	21,50 a	4,92 a	29,53 a	6,06 a	4,12 a	3,41 a
Solo + caroço	16,65 ab	3,42 a	25,49 a	5,62 a	3,64 a	3,24 a
Solo+est. bov.+caroço	15,55 b	5,11 a	29,76 a	5,32 a	4,02 a	3,22 a
Média	18,65	4,73	28,73	5,62	3,97	3,32
CV (%)	15,03	65,94	22,34	25,78	24,08	15,87
Substratos	B	Zn	Fe	Cu	Mo	Ni
	µg planta ⁻¹					
Substrato comercial	42,33 a	47,56 a	469,94 a	8,44 a	0,40 a	2,56 a
100% de caroço	34,85 ab	46,27 a	303,65 a	6,03 a	0,47 a	2,32 a
Solo + est. bovino	31,18 b	53,89 a	190,79 a	7,19 a	0,47 a	2,68 a
Solo + caroço	28,97 b	45,95 a	671,21 a	6,82 a	0,53 a	2,94 a
Solo+est. bov.+caroço	31,18 b	32,56 a	466,96 a	6,25 a	0,52 a	2,64 a
Média	33,70	45,24	420,51	6,95	0,48	2,63
CV (%)	13,80	97,07	80,88	20,04	78,89	38,80

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Silva (2018), trabalhando com estresse salino, obteve em mudas de juçara com 18 meses de idade, teores de nutrientes diferentes daqueles encontrados neste trabalho. Observou-se teores iguais a 26,8 g kg⁻¹ para o N, 1,5 g kg⁻¹ para o P, 10,6 g kg⁻¹ para o K, 6,04 g kg⁻¹ para o Ca, 2,67 g kg⁻¹ para o Mg, 2,28 g kg⁻¹ para o S, e para os micronutrientes 25,9 mg kg⁻¹ para o B, 144,3 mg kg⁻¹ para o Fe, 4,35 mg kg⁻¹ para o Cu, 1,03 mg kg⁻¹ para o Ni, 22,6 mg kg⁻¹ para o Zn.

Tavares (2017), avaliando mudas de juçara cultivadas sob estresse hídrico, alcançou teores foliares de 20,7 g kg⁻¹ para o N, 0,97 g kg⁻¹ para o P, 14,0 g kg⁻¹ para o K, 6,88 g kg⁻¹ para o Ca, 1,63 g kg⁻¹ para o Mg, 1,65 g kg⁻¹ para o S, 224 mg kg⁻¹ para o Mn, 5,14 mg kg⁻¹ para o Cu, 27,8 mg kg⁻¹ para o Zn, 30,6 mg kg⁻¹

para o B. Variações nos teores de nutrientes numa mesma espécie podem ser função da idade da planta e do ciclo fenológico no momento da amostragem foliar e/ou em função da disponibilidade do nutriente no substrato. Para as plantas são comuns faixas de teores consideradas adequadas, assim, como ainda não existem informações acerca das faixas adequadas para a produção de mudas de juçara é possível que os valores obtidos neste experimento, assim como por Silva (2018) e Tavares (2017), estejam atendendo às exigências para o bom crescimento e desenvolvimento destas mudas.

Tabela 8. Teores de nutrientes, em g kg^{-1} de massa seca da folha, de N, P, K, Ca, Mg e S e, em mg kg^{-1} de massa seca da folha, de B, Zn, Fe, Cu, Mo, Ni e Mn em mudas de juçara colhidas aos 270 dias após a semeadura

Substratos	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg^{-1} de massa seca de folha					
Substrato comercial	16,49 b	2,58 a	16,10 a	3,93 a	1,72 a	2,45 a
100% de caroço	20,12 a	3,09 a	18,76 a	4,00 a	1,87 a	2,67 a
Solo + esterco bovino	18,39 ab	2,60 a	17,29 a	4,10 a	1,74 a	2,60 a
Solo + caroço	16,10 b	2,32 a	16,52 a	4,45 a	1,86 a	2,83 a
Solo+est. bov.+caroço	15,97 b	3,41 a	20,78 a	4,17 a	2,15 a	2,87 a
Média	17,41	2,80	17,89	4,13	1,87	2,68
CV (%)	8,41	42,16	18,12	21,15	14,49	13,39
Substratos	B	Zn	Fe	Cu	Mo	Ni
	mg kg^{-1} de massa seca de folha					
Substrato comercial	43,10 a	20,35 a	102,11 a	5,96 a	0,33 a	0,81 a
100% de caroço	35,30 abc	19,70 a	96,73 a	4,79 a	0,53 a	1,18 a
Solo + esterco bovino	28,61 c	19,57 a	108,74 a	4,97 a	0,50 a	1,01 a
Solo + caroço	29,96 bc	20,33 a	133,14 a	5,18 a	0,55 a	1,38 a
Solo+est. bov.+caroço	37,59 ab	15,41 a	136,82 a	4,55 a	0,54 a	1,48 a
Média	34,91	19,07	115,51	5,09	0,49	1,17
CV (%)	10,29	74,98	23,19	13,96	95,80	29,92

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Malavolta (1980), o nutriente mais exigido pelas culturas e o mais abundante na planta é o nitrogênio, com poucas exceções. Os elementos minerais apresentam funções importantes na planta e muitas vezes, específicas nos processos fisiológicos.

Constituinte dos aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, clorofila, hormônios e dentre outras moléculas, o nitrogênio é, de modo geral, o elemento químico absorvido em maiores quantidades pela planta (Silva et al., 2014). Sua

deficiência na fase de formação das mudas reflete na diminuição do crescimento e desenvolvimento, e interfere no rendimento final das culturas (Zhang et al., 2012) devido à redução do acúmulo de biomassa total (Viégas et al., 2009), enquanto o uso de adubos nitrogenados em excesso saliniza o solo, o que pode restringir o crescimento das plantas, caso os íons minerais excedam a zona adequada de um determinado nutriente, ou atinja níveis que venham a limitar a disponibilidade hídrica (Taiz e Zeiger, 2017).

Segundo Freiburger et al. (2013), o aumento de doses de nitrogênio no substrato proporciona incremento na massa seca da raiz, da parte aérea e do diâmetro, principalmente quando existe carência desse nutriente, mas se a aplicação for elevada, o crescimento e desenvolvimento das plantas pode ser prejudicado devido aos impactos negativos exercido na absorção dos demais nutrientes.

A deficiência de boro, tanto em culturas anuais como em perenes, é uma das mais comuns no Brasil, sendo que baixa fertilidade do solo em matéria orgânica ou em boro total, a falta de umidade, com inibição do processo de mineralização da matéria orgânica e a calagem excessiva são fatores que podem favorecer a manifestação dos sintomas de boro (Malavolta, 1980). Na região Amazônica, tem sido observado, nas culturas do dendezeiro e do coqueiro, que o micronutriente boro tem limitado a produção dessas palmeiras (Viégas e Botelho, 2000; Lins, 2000), situação que pode ocorrer na cultura do açazeiro em solos de terra firme, principalmente nos Latossolos, que de modo geral, apresentam baixa fertilidade e matéria orgânica.

Pode-se relacionar o fornecimento de nutrientes do substrato para as plantas ao fator pH, onde os substratos à base de caroço de açaí e juçara apresentaram na faixa de 5,9 e 6,10 (Tabela 2), condizente com os valores tidos como ideais que se situam na faixa de 5,5 a 6,5, para solos minerais, e até 5,8 para solos orgânicos (Fermino, 2014). O pH é o critério químico de maior importância para o desenvolvimento da planta, devido ao seu efeito direto na disponibilidade de nutrientes, particularmente dos micronutrientes (Waller e Wilson, 1984). Valores inadequados de pH podem afetar o desenvolvimento das plantas, principalmente sob acidez excessiva. Plantas cultivadas em ambientes ácidos têm quantidades menores de nutrientes à sua disposição (Fermino, 2014). A obtenção de valores maiores com o aumento do pH foram observados nos substratos que apresentavam

o componente esterco bovino. A aplicação de adubos orgânicos pode levar ao aumento do valor de pH, como constatado por Yagi et al. (2003) com o uso de esterco e de vermicomposto.

Resultados encontrados no trabalho desenvolvido por Brahm et al. (2013), avaliando o efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de *Euterpe Edulis* (Mart.) e *Roystonea regia* (Kunth), mostraram que os maiores teores dos macronutrientes N, P, K e Mg foram observados no substrato comercial Plantmax®, e para os demais substratos não se observaram grandes variações nos teores de macronutrientes, exceção feita ao cálcio. Para o mesmo trabalho, os resultados indicam não haver uma relação direta do desenvolvimento das plantas de juçara com o teor de nutrientes dos substratos. O fato de o substrato Plantmax, com o maior teor de nutrientes ter apresentado resultados inferiores em termos de crescimento das plantas confirma essa afirmação. Assim, verifica-se que, para as plantas de juçara, as características físicas do substrato parecem ter maior efeito sobre o desenvolvimento das mudas.

A palmeira juçara não é exigente quanto ao tipo de solo tolerando certa deficiência em fósforo, potássio, cálcio e magnésio, com alto teor de alumínio trocável, desde que com elevado teor de matéria orgânica a qual fornece tais nutrientes de forma gradual. A juçara, porém, não se desenvolve em solos rasos ou encharcados (Daniel, 1997).

4.4. Fisiologia das plantas

Verifica-se, na Tabela 9, que a utilização de diferentes substratos promoveu diferenças significativas para as variáveis SPAD e Fv/Fm. Os substratos constituídos de “solo + esterco bovino”; “solo + caroço de juçara e açaí triturados”; “solo + esterco bovino + caroço de juçara e açaí triturado” e 100% caroço de açaí e juçara triturados foram semelhantes para a variável Fv/Fm.

Segundo Bolhàr-Nordenkampf et al. (1989), quando uma planta não está sob estresse, os valores de Fv/Fm considerados ideais devem permanecer entre 0,75 a 0,85, representando a probabilidade de 75 a 85% do elétron absorvido pelos pigmentos fotossintéticos efetuar a redução da quinona A (Qa) no fotossistema II. Na Tabela 9, têm-se os valores da relação Fv/Fm para os respectivos substratos, ao longo do experimento. Pode-se observar que as plantas em todos os

tratamentos apresentaram valores dessa relação acima de 0,75, durante o período avaliado.

Tabela 9. Índice de intensidade verde (Spad), rendimento quântico do fotossistema II (Fv/Fm), índice fotossintético (PI), fotossíntese líquida (A), em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, condutância estomática (gs), em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, transpiração (E), em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, temperatura (T_{leaf}), em $^{\circ}\text{C}$, e carbono interno (CI), em mg kg^{-1} , de mudas de juçara cultivadas em diferentes substratos

Substratos	SPAD	Fv/Fm	PI	A	gs	E	T_{leaf}	CI
	(mol m ⁻² s ⁻¹)					(°C)		(mol m ⁻² s ⁻¹)
Substrato comercial	40,87 ab	0,76 b	1,57 a	2,29 a	0,03 a	0,82 a	35,97 b	256 a
100% de caroço	37,06 b	0,79 b	2,36 a	2,00 a	0,02 a	0,74 a	36,06 b	272 a
Solo + esterco bovino	37,99 b	0,80 a	2,18 a	1,83 a	0,02 a	0,67 a	36,25 a	283 a
Solo + caroço	48,75 a	0,79 ab	2,68 a	1,43 a	0,02 a	0,75 a	36,41 a	274 a
Solo+est. bov.+caroço	42,16 ab	0,77 ab	1,69 a	1,68 a	0,02 a	0,72 a	36,51 a	284 a
Média	41,36	0,78	2,10	1,85	0,02	0,74	36,24	273
CV (%)	10,68	1,45	27,86	21,35	28,19	23,30	0,37	18,72

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tavares (2017) verificou que o índice de intensidade verde ou índice SPAD nas folhas das mudas de juçara não variou conforme o aumento da umidade no substrato, apresentando, em média, índice SPAD de 23,53, ou seja, manteve o conteúdo de clorofila na folha mesmo nas plantas que estavam sob déficit hídrico. Os resultados obtidos neste trabalho, para o índice SPAD, são superiores aos obtidos por Tavares (2017) e Silva (2018).

Resultados divergentes foram encontrados por Tavares (2017) em plantas de açaí e juçara sob estresse hídrico, e relatou reduções dos valores de F_v/F_m com o aumento da restrição hídrica. O menor valor observado para plantas com seis meses de idade foi de 0,67. Silva (2018) obteve médias para F_v/F_m de 0,73 quando observados valores em relação ao aumento da salinidade no substrato. Desta maneira, deduz-se que as plantas de juçara, neste ensaio, não estavam sobre nenhum estresse quando cultivadas nos substratos dos tratamentos.

Em relação ao índice de desempenho fotossintético (PI), não houve diferença entre os substratos (Tabela 9). A variável PI mostra a atividade dos fotossistemas II e I e pode avaliar o desempenho da planta sob condição de estresse. Este resultado confirma os resultados obtidos para a variável F_v/F_m (Couto et al., 2014).

Ao analisar as taxas de fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs), transpiração (E) e carbono interno, aos sete meses (Tabela 9), observaram-se médias, de $1,85 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $0,02 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $0,74 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e 273 mg kg^{-1} , respectivamente. Valores superiores de A, gs, E foram encontrados por Tavares (2017), em que as mudas de juçara mantiveram a mesma taxa de carboxilação para o processo fotossintético mesmo nas umidades de déficit hídrico, mantendo em média $3,70 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ de CO_2 , $1,02 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e $0,045 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente.

Larcher (2002) relata que a capacidade fotossintética de palmeiras varia em torno de 4 a $8 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Isso sugere o nível mais baixo neste trabalho, com a taxa de assimilação de CO_2 nas mudas de juçara. Tendo, em média, $1,85 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, sugere que a baixa incidência de luminosidade no interior da casa de vegetação onde o experimento foi conduzido foi restritivo para essa variável.

As taxas de difusão de ambos os gases aumentam com a condutância estomática (gs) e, conseqüentemente, o processo fotossintético é influenciado (Lu et al., 2016). A taxa de assimilação de CO_2 é sempre acompanhada pela perda de água (E) e, sendo assim, quando uma variável diminui, as outras, conseqüentemente, sofrem redução. Segundo Vieira et al. (2010), as reduções de condutância estomática e transpiração são acompanhadas de reduções na fotossíntese, promovendo o aumento na resistência da entrada CO_2 nas folhas, diminuindo a taxa fotossintética das plantas.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

A introdução de resíduos agrícolas no cultivo de mudas de juçara pode contribuir para a redução do custo unitário por muda, bem como criar uma rota de reutilização destes resíduos, impedindo que sejam dispostos irregularmente na natureza. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o crescimento e o desenvolvimento, a composição nutricional e o desempenho fisiológico de mudas de juçara cultivadas em casa de vegetação e relacionar com as características dos substratos a qualidade das mudas produzidas.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco substratos e quatro repetições, sendo esses: 1) substrato comercial; 2) substrato com 100% caroço de açaí e juçara triturados; 3) substrato composto de 50% de solo + 50% de esterco bovino; 4) substrato composto de 50% de solo + 50% de caroço de açaí e juçara triturados; e 5) substrato composto de 33,3% de solo + 33,3% de esterco bovino + 33,3% de caroço de açaí e juçara triturados. A unidade experimental foi composta por oito plantas cultivadas individualmente em tubetes com capacidade de 290 cm³. Foram avaliados parâmetros biométricos, nutricionais e fisiológicos para detectar diferenças nas respostas dos substratos na produção e qualidade das mudas.

De modo geral, conclui-se que a utilização de quaisquer dos tratamentos estudados promoveram, pelo índice de qualidade de Dickson, mudas com qualidades semelhantes, independente do substrato utilizado.

Especificamente, com relação aos indicadores avaliados conclui-se que:

- Maior altura de planta foi obtido em plantas cultivadas em substrato comercial e em substrato constituído por 100% de caroço de Euterpe;
- Estatisticamente não se verificaram diferenças entre os tratamentos avaliados para as características massa seca da parte aérea, massa seca de raízes, massa seca total e índice de qualidade de Dickson;
- O maior comprimento radicular foi observado em plantas cultivadas em substrato comercial;
- Com relação ao conteúdo de nutrientes em mudas de jussara, verificou-se diferenças apenas para o Nitrogênio e o Boro, com resultados maiores para o N, em plantas cultivadas nos tratamentos com 100% de caroço de Euterpe e na mistura de solo com esterco bovino e para o B, quando se utilizou substrato comercial;
- Mudanças de juçara apresentaram, aos 270 dias após a sementeira, teores de macronutrientes, em g kg^{-1} de massa seca foliar nas seguintes faixas: N = 5,9 a 20,1; P = 2,32 a 3,41; K = 16,1 a 20,8; Ca = 3,93 a 4,45; Mg = 1,72 a 2,15; S = 2,45 a 2,87;
- Mudanças de juçara apresentaram, aos 270 dias após a sementeira, teores de micronutrientes, em mg kg^{-1} de massa seca foliar nas seguintes faixas: B = 28,6 a 43,1; Zn = 15,4 a 20,35; Fe = 96,7 a 136,8; Cu = 4,55 a 5,96; Mo = 0,33 a 0,55 e Ni = 0,81 a 1,48;
- Quanto às variáveis fisiológicas, verificaram-se diferenças, entre plantas cultivadas nos substratos, para o índice de intensidade de verde, o rendimento quântico do fotossistema II e temperatura foliar; valores semelhantes foram observados para índice fotossintético, fotossíntese líquida, condutância estomática, transpiração e carbono interno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo Neto, S.E.D., Azevedo, J.M.A.D., Galvão, R.D.O., Oliveira, E.B.D.L., Ferreira, R.L.F. (2009) Organic production of seedlings of sweet pepper with diferente substrates. *Ciência Rural*, 39(5):1408-1413.
- Bissi, C.J. (2012) *Cultivo da pupunheira (Bactris gasipaes Kunth) irrigada submetida a diferentes formas de adubação (mineral e orgânica)*. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – São Paulo – SP, Universidade de São Paulo – USP, 86p.
- Bolhàr-Nordenkampf, H.R., Long, S.P., Lechner, E.G. (1989) Die Bestimmung der Photosynthesekapazität über die Chlorophyllfluoreszenz als Maß für die Streßbelastung von Bäumen. *Phyton*, 29 (1): 119-135.
- Boodt, M., Verdonck, O., Cappaert, I. (1994) Method for measuring the waterrelease curve of organic substrates. *Acta Horticulturae*, Wageningen, 37: 2054-2062.
- Bovi, M.L.A., Cardoso, M. (1975) Germinação de sementes de palmitero (*Euterpe edulis Mart.*). I. *Bragantia*, 34: 29–34.
- Bovi, M.L.A., Godoy Júnior, G., Spiering, S.H. (2002) Respostas de crescimento da pupunheira à adubação NPK. *Scientia Agricola*, 59(1):161-166.
- Brahm, R.Ü., Medeiros, C.A.B., Cardoso, J.H., Reisser Junior, C. (2013) Avaliação do efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de *Euterpe Edulis* (Mart.) e *Roystonea regia* (Kunth). *Revista Brasileira de Agroecologia*, 8(2): 148-160.
- Broschat, T.K. (2000) *Palm nutrition guide*. University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agriculture Sciences, 1-6.
- Caldeira, M.V.W., Rosa, G.N., Fenilli, T.A.B., Harbs, R.M.P. (2008) Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. *Scientia Agraria*, 9(1): 27.

- Cantarella, H., Bovi M. L. (1995) Extração e reciclagem de nutrientes em plantas de pupunha. *25º Congresso Brasileiro de Ciências do Solo*. Viçosa: SBCS.
- Carvalho, F.J.L.S., Arrigoni-Blank, M.F., Blank, A.F. (2004) Produção de mudas de angelim (*Andira fraxinifolia* Benth.) em diferentes ambientes, recipientes e substratos. *Revista Ciência Agronômica*, 35:61–67.
- Conte, R., Reis, A., Mantovani, A., Mariot, A., Fantini, A.C., Nodari, R., Reis, M.S. (2000) Dinâmica da regeneração natural de *Euterpe edulis*. In: Reis, M.S. e Reis, A. (eds.). *Euterpe edulis Martius* (Palmiteiro) biologia, conservação e manejo. *Herbário Barbosa Rodrigues*, Itajaí. 106-130.
- Corder, M.P., Pimentel, M., Witt S.C. (2006) Germinação de sementes e crescimento de plântulas de diferentes progênies de *Euterpe edulis* Mart. *Revista Árvore*, 30 (5): 693-699.
- Couto, T.R., Silva, J.R., Netto, A.T., Carvalho, V.S., Campostrini, E. (2014). Eficiência fotossintética e crescimento e genótipos de abacaxizeiro cultivados in vitro em diferentes qualidades de luz, tipos de frasco de cultivo e concentrações de sacarose. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36(2):459-466
- Costa, E.A., Gonçalves, C., Moreira, S., Corbellini, L.M. (2008) Produção de polpa de palmeira juçara: alternativa de renda para a Mata Atlântica. *Revista Tecnol Inovação Agropecuária*. 60–66.
- Clement, C.R. (2000). Prefácio. In: Reis, M. S., Reis, A. (eds). *Euterpe edulis Martius* (Palmiteiro) *biologia, conservação e manejo*. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- CNCFlora. *Euterpe edulis* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Euterpe edulis](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Euterpe%20edulis)>. Acesso em 10 maio 2019.
- Daniel, O. (1997) Potencial da palmicultura em Mato Grosso do Sul. In. *Seminário sobre sistemas florestais para o Mato Grosso do Sul, Dourados*. Resumo, Dourados: Embrapa-CPAO/Florasul, 1: 63-77.
- Delarmelina, W.M., Caldeira, M.V.W., Faria, J.C.T., Gonçalves, E.O., Rocha, R.L.F. (2014) Diferentes substratos para a produção de mudas de *Sesbania virgata*. *Floresta e Ambiente*, 21 (2): 224-233.
- Dickson, A., Leaf, A.L, Hosner, J.F. (1960) Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, 36:10-13.
- Elacher, W.A., Oliveira, F.L., Silva, D.M.N., Quaresma, M.A.L., Christo, B.F. (2014) Caroço de açaí triturado fresco na formulação de substrato para a produção de mudas de hortaliças brássicas. *Enciclopédia Biosfera*, 10(18): 2930-2940.
- Epstein, E., Bloom, A.J. (2006) *Nutrição Mineral de Plantas. Princípios e perspectivas*. Londrina, 2ª edição Editora Planta.

- Erlacher, W.A., Oliveira, F.L., Silva, D.M.N., Quaresma, M.A.L., Mendes, T.P. (2017) Estratégias de uso de caroço de açaí para formulação de substratos na produção de mudas de hortaliças. *Magistra*, 28(1):119-130.
- Fadden, J. (2005) *A produção de açaí a partir do processamento dos frutos do palmito (Euterpe edulis Martius) na Mata Atlântica*. Dissertação (Mestrado Agroecossistemas) – Florianópolis – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 112p.
- Fantini, A.C., Guries, R.P. (2007) Forest structure and productivity of palmito (*Euterpe edulis Martius*) in the Brazilian Mata Atlântica. *Forest Ecology and Management*, 242 (2): 185-194.
- Favalessa, M. (2011) *Substratos Renováveis e Não Renováveis Na Produção De Mudas De Acacia mangium*. Monografia (Departamento de Engenharia Florestal) – Espírito Santo – ES, Universidade Federal do Espírito Santo Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, 50p.
- Fermino, M.H. (2014). *Substratos: composição, caracterização e métodos de análise*. Guanaíba: Agrolivros, 2014, 122p.
- Filser, J., Fromm, H., Nagel, R.F., Winter, K. (1995) Effects of previous intensive agricultural management on microorganisms and the biodiversity of soil fauna. *Plant and soil*, 170 (1): 123-129.
- Fonseca, É.D.P., Valéri, S.V., Miglioranza, É., Fonseca, N.A.N., Couto, L. (2002) Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. *Revista Árvore*. 515- 523p.
- Fonseca, T.G. (2001) *Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO₂ na água de irrigação*. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba – ESALQ/USP 72p.
- Freitas, E.C.S., Paiva, H.N., Leite, H.G., Oliveira Neto, S.N. (2017) Crescimento e qualidade de mudas de *Cassia grandis* Linnaeus f. em resposta à adubação fosfatada e calagem. *Ciência Florestal*, Santa Maria, 27(2):509-519.
- Freiberger, M.B., Guerrini, I.A., Galetti, G., Fernandes, D.M., Corrêa, J.C. (2013) Crescimento inicial e nutrição de cedro (*Cedrela fissilis Vell.*) em função de doses de nitrogênio. *Revista Árvore*, 385-392.
- Gatti, M.G., Campanello, P.I., Goldstein, G. (2011) Growth and leaf production in the tropical palm *Euterpe edulis*: Light conditions versus developmental constraints. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 206 (8): 742-748.
- Gomes, F., Alvim, P. (1995) Exigências nutricionais da pupunheira (*Bactris gasipaes*) em solos representativos do sudeste da Bahia. *Anais do 2º Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*. Viçosa, v. 2, p. 918-999.
- Gomes, J.M., Paiva, H.N. (2011) *Viveiros florestais: propagação sexuada*. Série Didática. Viçosa: Editora UFV, 116 p.

- Gonçalves, J.D.M., Mello, S.D.M. (2000) O sistema radicular das árvores. In: Gonçalves, J.L.M., Benedetti, V. (Ed.). *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: IPEF, 2000. p.219-68.
- Guedes, R.S., Alves, E.U., Gonçalves, E.P., Braga Júnior, J.M., Viana, J.S., Colares, P.N.Q. (2010) Substratos e temperaturas para testes de germinação e vigor de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) AC Smith. *Revista Árvore*, 34 (1): 57-64.
- Guerinot, M.A., Yi, Y (1994) Iron: Nutritious, Noxious, and Not Readily Available. *Plant Physiology*, 104(3): 815-820.
- Guerra, M.P., Nodari, R.O., Reis, A. (1984) Considerações sobre o palmitero no sul do Brasil. *Insula*, 14: 171-180.
- Guimarães, L.A.O.P., Souza, R.G. (2017) *Palmeira juçara: patrimônio natural da Mata Atlântica no Espírito Santo*. 1ed. Vitória-ES: Incaper, 68p. ISBN 978-85-89274-27-2.
- Iaderoza, M., Baldini, V.L.S., Draetta, S.E., Bovi, M.L.A. (1992) Anthocyanins from fruits of açai (*Euterpe oleracea Mart*) and juçara (*Euterpe edulis Mart*). *Tropical Science*, New York, 32: 41 - 46.
- Illenseer, R., Paulilo, M.T.S. (2002) Crescimento e eficiência na utilização de nutrientes em plantas jovens de *Euterpe edulis Mart*. sob dois níveis de irradiância, nitrogênio e fósforo. *Acta Botânica Brasilica*, 16(4): 69-77.
- IBGE. (2019) *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>> Acesso em 29 março de 2019.
- IDAF. (2013). *Instituto de defesa agropecuária e florestal do Espírito Santo*. Instrução Normativa nº 003, de 31 de julho de 2013. Disponível em: <http://www.idaf.es.gov.br/comunicacao/idafnamidia/Instru%C3%A7%C3%A3o%20Normativa%20003%20de%2031%20julho%202013.pdf>. Acesso em: 15 fevereiro de 2018.
- Kratz D. (2011) *Substratos renováveis na produção de mudas de Eucalyptus benthamii Maiden et Cambage e Mimosa scabrella Benth*. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Curitiba – PR, Universidade Federal do Paraná – UFPR, 121p.
- Larcher, W., Prado, C.H.B. de A. (2000) *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos. São Paulo, Brasil. Editora Rima Artes e Textos. EPU. p.531
- Libardi, P.L. (2010) Água no solo. In: Jong Van Lier, Q. (Org.). *Física do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.103-152.
- Leitman, P., Henderson, A., Noblick, L., Martins, R.C. *Arecaceae* (2012). Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico Do Rio De Janeiro. (<Http://Floradobrasil.Jbrj.Gov.Br/2012/Fb000053>).
- Lu, Y., Duursma, R.A., Medlyn, B.E. (2013) Optimal stomatal behaviour under stochastic rainfall. *Journal of Theoretical Biology*, 394:160-171.

- Maathuis, F.J. (2009). Physiological functions of mineral macronutrients. *Current opinion in plant biology*, 12(3):250-258.
- Martins Filho, S., Ferreira, A., Andrade, B.S. de, Rangel, R.M., Silva, M.F. da (2007) Diferentes substratos afetando o desenvolvimento de mudas de palmeiras. *Revista Ceres*, 54(311):80-86
- Malavolta, E., Pimentel-Gomes, F., Alcarde, J.C. (2002). Adubos e adubações: adubos minerais e orgânicos, interpretação da análise do solo e prática da adubação, 200p.
- Mantovani, A., Morellato, L.P.C. (2000) Fenologia da floracao, fruticacao, mudanca foliar e aspectos da biologia floral do Palmeiteiro. *Anais Botânicos do H.B.R*, p. 49-52.
- Maranho, Á.S., Paiva, A.V. (2012) Produção de mudas de *Physocalymma scaberrimum* em substratos compostos por diferentes porcentagens de resíduo orgânico de açai. *Floresta*, 42(2): 399-408.
- Maranho, A.S., Paiva, A.V., Raquelly, S., Paula, P. (2013) Crescimento Inicial de Espécies Nativas com Potencial Madeireiro na Amazônia, Brasil. *Revista Árvore*, 37(5): 93 – 92.
- Martins, S.V., Souza, M.N. (2009) *Cultivo do palmito-juçara (Euterpe edulis Mart.): Produção de palmito e restauração florestal*. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 107p.
- Ministério do Meio Ambiente - MMA. (2018) Instrução Normativa N° 06, de 23 de setembro de 2008. Lista Nacional das Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção. Diário Oficial da União, V. 185, 75-83p.
- Neuburger, M., Souza, T.V. de, Paulilo, M.T.S. (2010) Crescimento inicial de plantas *Euterpe edulis* Mart. em diferentes condições de luz, água e nutrientes. *Revista do Jardim Botânico do Rio de Janeiro*, 61(2): 157-165.
- Oliveira, M.D.S.D., Carvalho, J.D., Nascimento, W.D. (2000) *Açai (Euterpe oleracea Mart.)*. Jaboticabal: Funep, 7: 1-52.
- Oliveira, M. do S.P. de, Carvalho, J.E.U. de, Nascimento, W.M.O. do., Müller, C.H. (2002) *Cultivo do açazeiro para produção de frutos*. Circ Técnica, Embrapa Amaz Orient 26: 1.
- Oliveira, R.M., Bertholdi, A.A.S., Engel, V.L., Passos, J.R.S., Almeida, L.F.R. (2017) Water deficit responses of *Euterpe edulis* Martius seedlings at different growth stages. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, 45 (113): 101-108.
- Paludo, G.F., Da Silva, J.Z., Reis, M. S. (2012) Estimativas de produção de frutos de palmito (*Euterpe edulis* Mart.) a partir da densidade de indivíduos. *Revista Biodiversidade Brasileira*, 2 (2): 92-102.
- Parviainen, J. V. 1981. Qualidade e avaliação da qualidade de mudas florestais. In: Seminário de Sementes e Viveiros Florestais, 1., 1981, Curitiba. Anais... Curitiba: FUPEF, p. 59-90.

- Reis, M.S., Reis, A. (2000) *Euterpe edulis Martius (Palmitreiro) biologia, conservação e manejo*. Herbário Barbosa Rodrigues, Embrapa, 335p.
- Reis, M.S., Guerra, M.P., Nodari, R.O., Ribeiro, R.J., Reis, A. (2000) Distribuição geográfica e situação atual das populações na área de ocorrência de *Euterpe edulis Martius*. *Sellowia*, 49 (52): 324-335.
- Ribeiro, L.O., Mendes, M. F., Pereira, C.S.S (2011) Avaliação da Composição Centesimal, Mineral e Teor de Antocianinas da Polpa de Juçará (*Euterpe edulis Martius*). *Revista Eletrônica Teccen*, 4 (3): 05-16.
- Roges, H. (2000). Açai: preparo, composição e melhoramento da conservação.
- Salisbury, F.B.; Ross, C.W. (1991) *Plant Physiology*. 4 ed., Belmont: Wadsworth, 1991. 682 p.
- Santos, M.T., Silva, C.T.A. (2010) Adubação com NPK em mudas de palmito. *Revista Cultivando o Saber*. Cascavel, 3(4): 46-57p.
- Silva, V. L. D., Moro, F. V., Damião Filho, C. F., Mouro, J. R., Silva, B. M. D. S., e Charlo, H. C. D. O. (2006). Morfologia e avaliação do crescimento inicial de plântulas de *Bactris gasipaes Kunth* (Arecaceae) em diferentes substratos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 477-480p.
- Silva, A.D.C.D., Smiderle, O.J., Oliveira, J.M.F., Silva, T.J. (2018) Tamanho da semente e substratos na produção de mudas de açai. *Advances in Forestry Science*, 4(4):151-156.
- Silva, F. D. M., Souza, I. V., Zanon, J. A., Nunes, G. M., Silva, R. B., Ferrari, S. (2015) Produção de mudas de juçara com resíduos agroindustriais e lodo de esgoto compostados/juçara *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, 9(2): 109-121.
- Silva, M.G.C.P.C., Barretto, W. S., Serôdio, M. H. (2004) Caracterização química da polpa dos frutos de Juçara e de Açai. Ministério da Agricultura, Agropecuária e Abastecimento, Centro de Pesquisa do Cacau-Cepec /Ceplac, Disponível em: <http://www.inaceres.com.br/downloads/artigos/acai-juçara.pdf>. Acesso em: 18 dezembro de 2018.
- Silva, R.B.G., Simoes, D., Silva, M.R. (2012) Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.* 16 (3): 297-302.
- Siqueira, A. P. S., Santos, K. F. D., Barbosa, T. A., Freire, L. D. A. S., Camêlo, Y. A. (2018). Technological differences between açai and juçara pulps and their sorbets. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21.
- Silva, T.M. (2018) *Biometria, composição mineral e fisiologia de plantas jovens de Euterpe spp. submetidas ao estresse salino*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF.

- Siqueira, A. P. S., Santos, K. F. D., Barbosa, T. A., Freire, L. D. A. S., Camêlo, Y. A. (2018). Technological differences between açai and juçara pulps and their sorbets. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21.
- Silva, V.L.D., Moro, F.V., Damião Filho, C.F., Môro, J.R., Silva, B.M.D.S., Charlo, H.C.D.O. (2006) Morfologia e avaliação do crescimento inicial de plântulas de *Bactris gasipaes Kunth*. (Arecaceae) em diferentes substratos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 477-480.
- Silva Moura, A. J., Cavalcante, F. D. S., da Silva, L. P., Bicalho, R. D., Neto, V. S., Silva, T. M. L. (2018). Caracterização do Gerenciamento de Resíduos de Sementes de açai em Paragominas-PA. In *Forum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais*.
- Silvestre, W.V.D., Pinheiro, H.A., Souza, R.O. M., Palheta, L.F. (2016) Morphological and physiological responses of açai seedlings subjected to different watering regimes. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 20 (4): 364-371.
- Singh, B.P., Sinju, U.M. (1998) Soil physical and morphological properties and root growth. *HortScience*, Alexandria, v. 33, p. 966-971.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2017). *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. 6ª edição. Artmed Editora.
- Tavares, R.F.M. (2017) *Crescimento e fisiologia de mudas de açai e juçara cultivadas sob estresse hídrico*. Dissertação (Mestrado em produção vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 89p.
- Teixeira, L.B., Oliveira, R.F. de, Furlan Jr., J., Cruz, E.S., Germano, V.L.C. (2004) *Processo de compostagem a partir de lixo orgânico urbano e caroço de açai* Belém: Embrapa Amazônia Oriental. (Circular Técnica, 105)
- Teixeira, P.C., Donagemma, G.K., Fontana, A., Teixeira, W.G. (2017) *Manual de métodos de análise de solo*. 3ª edição revista e atualizada. Brasília, DF: EMBRAPA. 573p.
- Tsukamoto Filho, A.A.R., Macedo, L.G., Venturin, N., De Moraes, A.R. (2001) Aspectos fisiológicos e silviculturais do palmitero (*Euterpe edulis* Martius) plantado em diferentes tipos de consórcios no município de Lavras, Minas Gerais. *Revista Cerne*, 7(1):41-53.
- Vida, J.B., Martins, S.S., Tessmann, D.J., Santos, A.F., Oliveira, R.R. (2011). Substratos para produção de mudas de pupunheira. *Anais do 1º Simpósio Brasileiro de Pumpunheira*, Ilhéus. Desenvolvimento com sustentabilidade. Ilhéus: CEPLAC, 2011. 1 CD-ROM.
- Viégas, I., Thomaz, M., Naiff, A., Conceição, H.E.O., Lopes, E. (2004) Efeito de doses de boro no crescimento de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). *Anais da Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas*, Embrapa Amazonia Oriental, 26.

- Vieira, A.A.R., Pereira, A.A.J, Gonçalves, E.E.O. (2009) Crescimento de Mudanças de *Trema micrantha* L. Blume em Diferentes Substratos Orgânicos. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 4(2).
- Vieira, E.L., Souza, G.S., Santos, A.R., Silva, J.S. (2010) *Manual de Fisiologia Vegetal*, São Luis, EDUFAMA, 230p.
- Wendling, I., Dutra, L.F., Grossi, F. (2006) Produção de mudas de espécies lenhosas. (Boletim técnico Embrapa Florestas), 54p.
- Wendling, I., Ferrari, M.P., Grossi, F. (2002). *Curso intensivo de viveiros e produção de mudas*. Colombo: (Boletim Técnico Embrapa Florestas), 48p.
- Yagi, R., Ferreira, M. E., Cruz, M.C.P.D., Barbosa, J.C. (2003). Organic matter fractions and soil fertility under the influence of liming, vermicompost and cattle manure. *Scientia Agricola*, 60(3): 549-557.
- Zamorra, F.C. (1984) Densidade de siembra de pejibaye para palmito com tallo dobre. Informe de Labores de Diversificación Agrícola, ASBANA, 6: 79-80.
- Zanelato, D. (2010) A alocação de biomassa entre parte aérea e raízes de *euterpe edulis* (arecaceae) depende da disponibilidade de nutrientes?. *Prática da pesquisa em Ecologia da Mata Atlântica*.

APÊNDICE



Figura 1A. Carço de açai e juçara, fornecido pela empresa Vip Polpas, município de Rio Novo do Sul, ES.



Figura 2A. Semeadura em bandejas preenchidas com areia.



Figura 3A. Produção de mudas de juçara em tubetes de 290 cm³.



Figura 4A. Os cinco tratamentos, são eles: substrato comercial; 100% caroço de açaí e juçara triturados; 50% solo + 50% esterco bovino; 50% solo + 50% caroço de açaí e juçara triturados e 33,3% solo + 33,3% esterco bovino + 33,3% caroço de açaí e juçara triturados



Figura 5A. Avaliação do comprimento do folíolo e do diâmetro do coleto de mudas de juçara.



Figura 6A. Separação do sistema radicular e quantificação dos parâmetros comprimento radicular (CR, em cm), volume radicular (VR, em cm^3), diâmetro médio radicular (DR, em cm) e área superficial radicular (ASR, em cm^2), utilizando o software WinRhizo



Figura 7A. Avaliação de área foliar das mudas de juçara.



Figura 8A. Vista geral do experimento aos 270 dias após a semeadura.