



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

CAMILA MACIEL TORRES

**QUALIDADE MORFOFISIOLÓGICA DE MUDAS DE *Euterpe oleracea* (Mart.)
PRODUZIDAS EM RECIPIENTES DE DIFERENTES VOLUMES**

BELÉM

2019

CAMILA MACIEL TORRES

**QUALIDADE MORFOFISIOLÓGICA DE MUDAS DE *Euterpe oleracea* (Mart.)
PRODUZIDAS EM RECIPIENTES DE DIFERENTES VOLUMES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, para obtenção do título de Mestra.

Área de concentração: Produção vegetal

Orientador: Dr. Hugo Alves Pinheiro

Co-orientador: Dr. Walter Vellasco Duarte
Silvestre

BELÉM

2019

Torres, Camila Maciel

Qualidade morfofisiológica de mudas de *Euterpe oleracea* (Mart.) produzidas em recipientes de diferentes volumes / Camila Maciel Torres. – Belém, PA, 2019.

52 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2019.

Orientador: Hugo Alves Pinheiro

1. Açaí - mudas 2. Alocação de biomassa 3. Crescimento vegetativo 4. Restrição do sistema radicular. I. Título II. Pinheiro, Hugo Alves (*orient.*).

CDD – 634.6

CAMILA MACIEL TORRES

**QUALIDADE MORFOFISIOLÓGICA DE MUDAS DE *Euterpe oleracea* (Mart.)
PRODUZIDAS EM RECIPIENTES DE DIFERENTES VOLUMES**

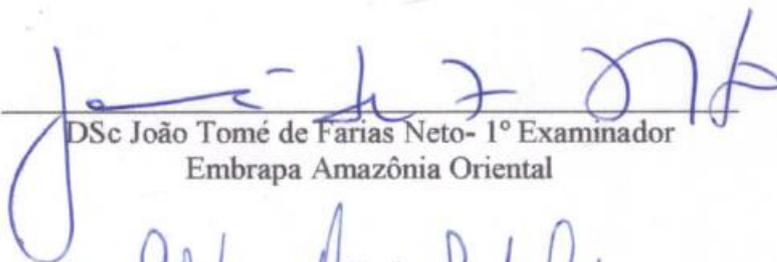
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Aprovado em 25 de fevereiro de 2019

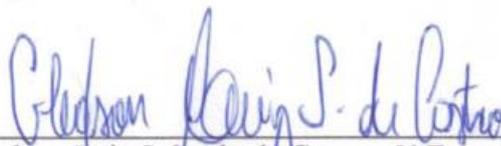
BANCA EXAMINADORA



DSc Hugo Alves Pinheiro- Orientador
Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA



DSc João Tomé de Farias Neto- 1º Examinador
Embrapa Amazônia Oriental



DSc Gledson Luiz Salgado de Castro- 2º Examinador
Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA



DSc Roberto Lisboa Cunha- 3º Examinador
Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, saúde e por me proporcionar condições físicas e psicológicas para realização deste trabalho.

A Universidade Federal Rural da Amazônia, e ao programa de pós-graduação em Agronomia pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Instituto de Ciências Agrárias (ICA), pelo apoio nas atividades desenvolvidas em campo.

Ao meu orientador professor Dr. Hugo Alves Pinheiro pela confiança, paciência, pelo apoio e orientações que foram indispensáveis para a realização deste trabalho.

Ao meu co-orientador Dr. Walter Vellasco Duarte Silvestre pela confiança, pelo auxílio nas definições da montagem do experimento, e pela disposição em todos os momentos.

Ao Sr. José Maria Fernandes (Zézinho), funcionário da prestadora EB Cardoso pelo apoio, auxiliando no que estava a seu alcance durante todo o período de condução do experimento.

A Professora Denmora de Araújo, por disponibilizar o Laboratório de Sementes para realização das coletas de dados.

Aos colegas Rodolfo Santos, Gabriel Ito, Gledson Castro, Wagner Lopes, Marcília Gabriela Monteiro e Lorena Correa, por todo apoio e colaboração durante a coleta de dados, pela amizade e companheirismo.

A minha mãe pelo amor, carinho, pelas orações, e apoio em todos os momentos, por me proporcionar condições de alcançar meus objetivos, mostrando-se incansável na busca pela minha qualificação profissional.

Aos meus irmãos por todo carinho, atenção, incentivo, apoio e compreensão, e principalmente pela estrutura que sempre me proporcionaram.

A todos os meus familiares, pelo incentivo e compreensão.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, muito obrigada!

DEDICO

A minha mãe, Maria Maciel pela doação, sacrifício e incentivo durante toda vida, e por ser responsável por tudo que conquistei até hoje.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Morfologia da parte aérea de mudas de açaizeiro avaliadas aos 65 e 185 dias de cultivo em sacos de polietileno (SP) de 1,3; 1,0 e 0,5 L; garrafas de polietileno (GP) de 1,0 e 0,5 L e tubete de polietileno (TBT) de 0,3 L. Os dados são a média \pm erro padrão (n=10). Letras minúsculas diferentes denotam diferenças significativas entre médias de plantas cultivadas nos diferentes recipientes avaliadas no mesmo dia (efeito do recipiente dentro de cada tempo). Asteriscos indicam diferenças significativas entre mudas cultivadas em um mesmo recipiente, porém, avaliadas em tempos diferentes (efeito do tempo). As comparações entre médias foram realizadas pelo teste de Duncan ($P < 0,05$)..... 36
- Figura 2** Alocação de biomassa (expressa em massa seca, MS) e razão raiz/parte aérea (R/PA) em mudas de açaizeiro avaliadas aos 65 e 185 dias de cultivo em sacos de polietileno (SP) de 1,3; 1,0 e 0,5 L; garrafas de polietileno (GP) de 1 e 0,5 L e tubete de polietileno (TBT) de 0,3 L. Os dados são a média \pm erro padrão (n=10). Letras minúsculas diferentes denotam diferenças significativas entre médias de plantas cultivadas nos diferentes recipientes avaliadas no mesmo dia (efeito do recipiente dentro de cada tempo). Asteriscos indicam diferenças significativas entre mudas cultivadas em um mesmo recipiente, porém, avaliadas em tempos diferentes (efeito do tempo). As comparações entre médias foram realizadas pelo teste de Duncan ($P < 0,05$)..... 38
- Figura 3** Índice de qualidade de Dickson (IQD) para mudas de açaizeiro avaliadas aos 65 e 185 dias de cultivo em sacos de polietileno (SP) de 1,3; 1,0 e 0,5 L; garrafas de polietileno (GP) de 1 e 0,5 L e tubete de polietileno (TBT) de 0,3 L. Os dados são a média \pm erro padrão (n=10). Letras minúsculas diferentes denotam diferenças significativas entre médias de plantas cultivadas nos diferentes recipientes avaliadas no mesmo dia (efeito do recipiente dentro de cada tempo). Asteriscos indicam diferenças significativas entre mudas cultivadas em um mesmo recipiente, porém, avaliadas em tempos diferentes (efeito do tempo). As comparações entre médias foram realizadas pelo teste de Duncan ($P < 0,05$)..... 39
- Figura 4** Aspecto visual das mudas de açaizeiro aos 185 dias de cultivo em sacos de polietileno (SP) de 1,3; 1,0 e 0,5 L (painéis A, B e D); garrafas de polietileno (GP) de 1,0 e 0,5 L (painéis C e E) e tubete de polietileno (TBT) de 0,3 L (painel F). As imagens são representativas de 10 repetições por tratamento..... 39
- Figura 5** Aspectos fisiológicos de mudas de açaizeiro avaliadas aos 65 e 185 dias de cultivo em sacos de polietileno (SP 1,3L; SP 1,0L e SP 0,5L); garrafas de polietileno (GP 1L e GP 0,5L) e tubete de polietileno (TBT 0,3L). As variáveis avaliadas foram potencial hídrico foliar (Ψ_w), taxa de assimilação líquida de CO_2 (A), condutância estomática (g_s), transpiração (E), eficiência instantânea do uso da água (A/E),

eficiência quântica máxima do fotossistema II (F_v/F_m) e coeficientes de extinção não fotoquímico (NPQ) e fotoquímico (q_L). Os dados são a média \pm erro padrão (n=5). Letras minúsculas diferentes denotam diferenças significativas entre médias de plantas cultivadas nos diferentes recipientes avaliadas no mesmo dia (efeito do recipiente dentro de cada tempo). Asteriscos indicam diferenças significativas entre mudas cultivadas em um mesmo recipiente, porém, avaliadas em tempos diferentes (efeito do tempo). As comparações entre médias foram realizadas pelo teste de Duncan ($P < 0,05$)..... 41

Figura 6 Dendograma da análise de agrupamento (Cluster) para produção de mudas de açazeiro em função de variáveis morfológicas e fisiológicas obtidas aos 65 (A) e 185 (B) dias de cultivo das mudas em sacos de polietileno de 1,3; 1,0 e 0,5 L (SP 1,3L; SP 1,0L e SP 0,5L, respectivamente), garrafas de polietileno de 1,0 e de 0,5 L (GP 1L e GP 0,5L) e tubete de polietileno de 0,3 L (TBT 0,3L). Os tratamentos foram agrupados de acordo com a matriz de similaridade Eucladiana pelo método “single” 42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Descrição dos recipientes (tratamentos) utilizados na produção de mudas de açazeiro.....	32
-----------------	--	----

LISTA DE SIGLAS

A - Taxa de assimilação líquida de CO₂

A/E - Eficiência instantânea do uso da água

DPV - Déficit de pressão de vapor

E - Transpiração

F_v/F_m - Eficiência quântica máxima do fotossistema II

g_s - Condutância estomática

GP - Garrafa de polietileno

IQD - Índice de qualidade de Dickson

MS - Massa seca

NPQ - Coeficiente de extinção não fotoquímico

PAR - Radiação fotossinteticamente ativa

q_L - Coeficiente de extinção fotoquímico

R/PA - Razão massa seca de raiz e parte aérea

SP - Saco de polietileno

T_{ar} - Temperatura do ar

TBT - Tubete

UR - Umidade relativa

RESUMO

O Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma importante espécie de palmeira do bioma amazônico cujos frutos apresentam excelentes propriedades nutritivas e antioxidantes. Assim, a crescente demanda por frutos de açaí tem estimulado a formação de novos plantios dessa espécie, o que consequentemente requer grande quantidade de mudas com altos padrões morfológicos e fisiológicos. Atualmente, as mudas de açaí são produzidas em sacos de polietileno de 1,3 L, em conformidade com a recomendação técnica normalizada pela Comissão Estadual de Mudas e do Estado do Pará (CESM-PA). Nesta pesquisa, supõe-se que a produção de mudas de açaí com os mesmos padrões morfológicos e fisiológicos poderia ser obtida com o uso de recipientes menores. Assim, o objetivo foi avaliar os efeitos de sacos de polietileno (SP), garrafas de polietileno (GP) e tubete de polietileno (TBT) com capacidades inferiores a 1,3 L no crescimento da parte aérea, alocação de biomassa e propriedades fisiológicas das mudas. O experimento foi constituído de seis diferentes recipientes ou tratamentos (SP 1.3L, tratamento controle; SP 1,0L; SP 0,5L; GP 1.0L; GP 0,5 L e TBT 0,3L) comparados aos 65 e 185 dias de cultivo nesses recipientes. A comparação dos tratamentos foi realizada por diferentes variáveis relacionadas ao crescimento da parte aérea (altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas e folíolos e área total do folíolo); alocação de biomassas da parte aérea e do sistema radicular, potencial hídrico foliar, trocas gasosas foliares, eficiência do uso da água e fluorescência da clorofila *a*. No dia 65, apenas pequenas diferenças entre os tratamentos em termos de crescimento da parte aérea e alocação de biomassa foram observadas. Em adição, as variáveis fisiológicas e de fluorescência da clorofila *a* não diferiram significativamente entre os tratamentos nesta data de avaliação. Quando as comparações dos tratamentos foram realizadas no dia 185, as maiores médias relacionadas ao crescimento da parte aérea e alocação de biomassa foram registradas para mudas cultivadas em SP 1.0L; enquanto ambas as variáveis foram significativamente inferiores em mudas cultivadas em recipientes de menor capacidade (SP 0,5L, 0,5L GP e 0,3L TBT). No entanto, não foram observadas diferenças significativas nas variáveis fisiológicas (potencial hídrico, trocas gasosas, eficiência de uso da água e fluorescência de clorofila) entre os tratamentos avaliados no dia 185. A análise de agrupamento utilizando todas as variáveis morfológicas e fisiológicas permite concluir que a produção de mudas de açaí foi mais adequada em SP 1,0L.

Palavras chave: Açaí - muda, alocação de biomassa, crescimento vegetativo, restrição do sistema radicular.

ABSTRACT

Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) is an important palm species of the Amazonian biome whose fruits have excellent nutritive and antioxidant properties. Thus, the increasing demand for assai fruits has stimulated the formation of new plantations of this species, what consequently request great amount of seedlings with high morphological and physiological patterns. Currently, assai seedlings are produced in 1.3L polyethylene bags in compliance with the technical recommendation normalized by the "Comissão Estadual de Sementes e Mudanças do Pará (CESM-PA)". In this research, it is hypothesized that the production of assai seedling with the same morphological and physiological patterns could be achieved by using smaller recipients. Thus, the objective was to evaluate the effects of polyethylene bags (SP), polyethylene bottles (GP) and polyethylene tube (TBT) with capacities lower than 1.3 L on seedlings growth, biomass allocation and physiological properties. The experiment was consisted of six different recipients or treatments (SP 1.3L, control treatment; SP 1.0L; SP 0.5L; GP 1.0L; GP 0.5 L and TBT 0.3L) compared at 65 and 185 days of cultivation on those recipients. Treatment comparisons were performed by assessing different variables related to above-ground growth (plant height, stem diameter, number of leaves and leaflets, and total leaflet area); biomasses allocation of above ground and root system, leaf water potential, leaf gas exchange, water use efficiency and chlorophyll a fluorescence. On day 65, only slight differences between treatments in terms of above ground growth and biomass allocation were observed. Both physiological and chlorophyll a fluorescence variables did not differ between treatments on this evaluation date. When treatment comparisons were performed on day 185, the highest averages related to above-ground growth and biomass allocation were recorded for seedlings grown in SP 1.0L.; while both variables were markedly lower in seedlings grown in smaller capacity recipients (SP 0.5L, 0.5L GP and 0.3L TBT). However, no significant differences in leaf water potential, leaf gas exchange, water use efficiency and chlorophyll fluorescence variables were observed between treatments assessed on day 185. The cluster analysis using all morphological and physiological variables allows concluding that assai seedling production was most suitable on SP 1.0L.

Keywords: Açaí - seedlings, biomass allocation, vegetative growth, root system restriction.

SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Aspectos gerais do açaizeiro (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.)	14
2.1.1 Taxonomia.....	14
2.1.2 Descrição botânica.....	14
2.1.3 Ecologia.....	15
2.1.4 Fenologia.....	15
2.2 Importância social e econômica	16
2.3 Produção de mudas de qualidade	17
2.4 Normas e padrões de qualidade para mudas de açaizeiro (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.)	19
2.5 Recipientes e suas influências na qualidade das mudas	19
2.6 Funções do sistema radicular	21
REFERÊNCIAS	23
3. QUALIDADE MORFOFISIOLÓGICA DE MUDAS DE <i>Euterpe oleracea</i> (Mart) PRODUZIDAS EM RECIPIENTES DE DIFERENTES VOLUMES	30
3.1 Introdução	30
3.2 Material e métodos	31
3.2.1 Material vegetal, condições de crescimento e delineamento experimental.....	31
3.2.2 Avaliações biométricas relacionadas a morfologia da parte aérea.....	33
3.2.3 Alocação de biomassa.....	34
3.2.4 Avaliações fisiológicas.....	34
3.2.5 Análise estatística.....	35
3.3 Resultados	35
3.3.1 Morfologia da parte aérea.....	35
3.3.2 Alocação de biomassa.....	37
3.3.3 Índice de qualidade de Dickson e aspecto visual das mudas.....	38
3.3.4 Caracterização fisiológica.....	40
3.3.5 Análise de agrupamento para comparação dos tratamentos.....	40
3.4 Discussão	42
3.4.1 Efeito do recipiente no crescimento e alocação de biomassa das mudas.....	42
3.4.2 Efeito do recipiente no comportamento fisiológico das mudas.....	45
3.5 Conclusão	48
REFERÊNCIAS	49

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O Brasil tem grandes extensões territoriais e condições favoráveis para o agronegócio (ANDRADE, 2017). No contexto da agroindústria, a fruticultura é considerada uma das atividades mais dinâmicas da economia brasileira, apresentando uma evolução contínua para atender o mercado interno e internacional, dado o aumento no volume de exportações, o aumento no número de empresas exportadoras, e a variedade de frutas exportadas para diferentes países (SEDECT, 2010).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, com uma produção que supera os 40 milhões de toneladas anuais, sendo colhido cerca de 2,6 milhões de hectares, respondendo por aproximadamente seis milhões de empregos diretos (ANDRADE, 2017). No ranking mundial de maiores exportadores de frutas, o Brasil ocupa a 23ª posição, com um volume de exportação de 2,5% da produção nacional, o que equivale a 784 mil toneladas de frutas por ano. O valor faturado com as vendas para o mercado internacional ano passado foi de US\$ 852 milhões (VILELLA, 2018).

A Amazônia brasileira é o mais importante repositório de espécies frutíferas do Brasil e também se encontra entre as mais expressivas regiões do mundo em termos de diversidade de espécies vegetais frutíferas (CARVALHO; NASCIMENTO, 2004). Na Amazônia, a fruticultura é considerada a quarta principal atividade econômica, depois do minério de ferro, da madeira e da pecuária. Do ponto de vista social, é a atividade que apresenta maior potencial de distribuição de renda para a população, por envolver milhares de pequenos produtores, além das indústrias processadoras (SEDECT, 2010).

Das espécies frutíferas com centro de origem no bioma amazônico, o açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) produz um fruto que constitui a base da alimentação da população ribeirinha. Para muitas regiões do estado do Pará, o açaí funciona como a principal fonte de renda para as famílias que lá vivem (HOMMA et al., 2014).

O Estado do Pará é o maior produtor nacional de açaí, com um volume anual de 1,2 milhões de toneladas de frutos e área plantada (açaí de terra firme somadas a áreas de açaí manejado em várzeas) superior a 219 mil hectares (IBGE, 2017). A demanda pela polpa do fruto tem crescido principalmente devido ao conhecimento dos benefícios gerados à saúde associados principalmente à sua capacidade antioxidante e composição fitoquímica (SILVA; SANTANA; REIS, 2006; DAPONT, 2012).

Com a valorização e o aumento da demanda pelo fruto, duas consequências são observadas, a saber a expansão de açaiuais manejados em várzea e o incentivo a implantação de cultivos racionais em terra firme (NOGUEIRA; FIGUEIREDO; MULLER, 2005).

Paralelamente a essa expansão comercial, cresce a necessidade por mudas de qualidade e a demanda por tecnologias que envolvem a redução do tempo em viveiro e seu bom desempenho no campo (BARBOSA et al., 2003). Entretanto, há a necessidade de se aprimorarem as técnicas culturais para que a cultura se torne produtiva suficiente para proporcionar retornos econômicos consideráveis, entre elas, estudos sobre a produção de mudas em grande escala e com excelente qualidade morfofisiológica (FRAZÃO et al., 2008; MULLER et al., 2004; NOGUEIRA; CONCEIÇÃO, 2000, MESQUITA, 2011).

Atualmente, a produção de mudas de açaizeiro em grande escala é realizada com base nas normas e padrões estabelecidos pela Comissão Estadual de Sementes e Mudas do Pará (CESM-PA), de forma que as mudas, para serem comercializadas, deverão apresentar de quatro a oito meses de idade a partir da emergência das plântulas, altura entre 40 a 60 cm medida a partir do coleto, possuir, no mínimo, cinco folhas fisiologicamente ativas, com diâmetro do coleto maior que a do ápice das mudas, apresentar sistema radicular bem desenvolvido e ser acondicionada em torrão proveniente de sacos plásticos com dimensões de 15 x 25 cm. Ressalta-se que as mudas de açaizeiro que estejam fora dos padrões mínimos de qualidade, estabelecidas na norma, são proibidas para o comércio e transporte (BRASIL, 1997).

Nesse sentido, objetivou-se avaliar a viabilidade da produção de mudas de *Euterpe oleracea* (Mart.) com o padrão morfológico preconizado pela CESM-PA utilizando-se, porém, recipientes de menores dimensões e volumes de substrato que aquele atualmente preconizado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais do açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.)

2.1.1 Taxonomia

No sistema de classificação de Cronquist (1981, apud Oliveira, 2000), o açazeiro está ordenado da seguinte forma:

Divisão: Magnoliophyta

Classe: Liliopsida

Subclasse: Arecidae

Ordem: Arecales

Família: Arecaceae

Subfamília: Arecoideae

Gênero: *Euterpe*

Espécie: *Euterpe oleracea*

2.1.2 Descrição botânica

O açazeiro é uma palmeira cespitosa, ou seja, é uma planta de crescimento em touceiras. O caule ou estipe é liso, delgado, ocasionalmente encurvado, atingindo uma altura de 25-30 metros e diâmetro em torno de 7 a 18 centímetros, sustentando no ápice, um capitel de 12 a 14 folhas compostas, pinadas (CAVALCANTE, 2010).

As folhas, além de serem pinadas, são compostas por 40 a 80 pares de folíolos opostos ou subopostos (OLIVEIRA, 2000). A folha possui uma bainha que envolve o estipe, constituída de pecíolo com 20 a 40 cm de comprimento e limbo distintos. As folhas têm comprimento de 3,5 m em plantas adultas (NOGUEIRA, 1997). A inflorescência do tipo espádice desenvolve-se abaixo da bainha foliar, protegida dos raios solares (CAVALCANTE, 2010).

As plantas de açazeiro são monoicas e, nos primeiros dois terços de cada ráquila, as flores são arranjadas em tríades, com as flores femininas ocupando posição central entre duas flores masculinas (CAVALCANTE, 2010). As flores masculinas fornecem o pólen antes das flores femininas estarem receptivas, o que torna essa espécie predominantemente alógama (YAMAGUCHI et al., 2015).

O Fruto do açazeiro é uma drupa globosa, com peso médio de 1,5 gramas. O epicarpo varia de acordo com o tipo, podendo ser roxo ou verde na maturação. O mesocarpo polposo (1 mm de espessura) envolve o endocarpo volumoso e duro, que segue a forma do fruto e possui

a semente em seu interior. A semente possui um endosperma sólido do tipo ruminado e um embrião de pequeno porte (NASCIMENTO, 2008). O número de cachos por pé varia de um a oito, sendo mais comum de três a quatro cachos em estádios de desenvolvimento diferenciados na mesma planta (CAVALCANTE, 2010).

O sistema radicular do açazeiro é fasciculado, com raízes emergindo dos estipes de plantas adultas a uma altura de 30 a 40 cm do solo. É provido de lenticelas e aerênquimas. A sua profundidade varia de 3,0 a 3,5 m da base do estipe em plantas de três anos, podendo chegar entre 5 e 6 m de profundidade em plantas mais velhas (OLIVEIRA, 2000).

2.1.3 Ecologia

O açazeiro é uma palmeira originária da Amazônia Oriental e nativo do estado do Pará, com maior ocorrência no estuário do rio Amazonas (SHANLEY, 2005). Os povoamentos ocorrem naturalmente em solos de igapó e terra firme, porém, com maior frequência e densidade em solos de várzea. Pássaros, macacos, homem e água são os principais responsáveis pela dispersão das sementes de açáí. O açazeiro cresce melhor em áreas abertas com abundância de sol para o desenvolvimento dos frutos (SHANLEY, 2005).

Os açazeiros sobrevivem a períodos de inundação, característica que os tornam bastante competitivos e provavelmente dominantes em algumas áreas. A espécie é típica de floresta primária, de crescimento lento, necessita de muita umidade (NASCIMENTO, 2008).

2.1.4. Fenologia

O açáí geralmente floresce no quarto ano após o plantio. É uma planta monóica, tem inflorescência tipo cacho constituído por flores sésses, unissexuais, pequenas e violáceas, distribuídas frequentemente em tríades (duas masculinas e uma feminina) (NASCIMENTO, 2008). Segundo Oliveira et al (2016), o pico de florescimento ocorre entre os meses de fevereiro a julho e seis meses após a floração os frutos atingem a fase de colheita, variando entre os meses agosto a dezembro (safra de verão). Ressalta-se que nesse período volume de produção é em trono de duas a três vezes maior que na safra de inverno, com maturação mais homogênea dos frutos, garantindo uma oferta regular de frutos ao mercado. Na safra de inverno (janeiro a junho) normalmente os frutos são colhidos em estádios diferenciados de maturação, sendo o período de menor disponibilidade no mercado (OLIVEIRA et al., 2016).

2.2 Importância econômica e social

Nas últimas três décadas, o açazeiro vem se destacando pelo seu impacto positivo na economia paraense. A produção de frutos, que provinha quase que exclusivamente do extrativismo, a partir da década de 1990, passou a ser obtida também de açazais nativos manejados e de cultivos implantados, não somente em áreas de várzea, mas também em áreas de terra firme (RIBEIRO, 2014).

A importância socioeconômica do açazeiro decorre do seu enorme potencial de aproveitamento integral de matéria-prima (HOMMA, 2006). O estipe pode ser utilizado para a construção de casas rústicas, pontes, cercas, lenha, celulose e isolamento elétrico. As folhas podem ser usadas para a cobertura de casas e revestimento de paredes, além da fabricação de chapéus, esteiras, adornos caseiros e proteção contra a perda de umidade em plantios (LISBOA, 2009; IPA, 2013). As sementes são aproveitadas no artesanato e como adubo orgânico (HOMMA, 2006).

Contudo, seu valor econômico é baseado na exploração do fruto e do palmito. O fruto é utilizado de diversas maneiras, como por exemplo na alimentação como suco, sorvete, licor, mingau, dentre outros. O palmito é utilizado pela indústria de conservas para a produção de pickles, que é consumido em saladas, empadas, etc. (JARDIM; ANDERSON, 1987).

O mercado regional de açaí tem como produto principal o fruto *in natura*, já os mercados nacional e internacional voltam-se mais para produtos derivados da fruta. O fluxo de comercialização do mercado regional divide-se em três níveis: o primeiro refere-se as relações comerciais entre os produtores e compradores locais; o segundo caracteriza-se pelas compras em grande estoque de açaí pelos atacadistas a fim de vendê-los para os compradores locais; o terceiro nível destina-se a comercialização da bebida do açaí e derivados no varejo (PESSOA; ALMEIDA, 2012). O mercado nacional opera o suco do açaí congelado (através das agroindústrias) somente no território nacional, principalmente Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais. Já o mercado internacional visa questões de segurança do alimento, quanto a higiene sanitária das agroindústrias, a exigência da pasteurização e as análises complementares de acordo com os clientes e país de destino (PESSOA; ALMEIDA, 2012).

A exploração do açaí é de fundamental importância para as economias dos estados do Maranhão, Amapá, Acre, Rondônia e especialmente para o Pará, pois neste último o açaí responde pela sustentação econômica das populações ribeirinhas (SEBRAE, 2018). O suco do açaí faz parte do hábito alimentar do paraense, sendo definida como item complementar ou básico das refeições diárias (VEDOVETO, 2008).

O estado do Pará, tanto no cenário nacional quanto no internacional, destaca-se como o maior produtor e consumidor do fruto, respondendo por algo em torno de mais 98% da produção nacional do açaí (IBGE, 2017). Em 2017, a produção de açaí no estado do Pará foi estimada em cerca de 1,2 milhões de toneladas de frutos. Deste total, os municípios com maior produção são Igarapé-Miri (22%), Portel (21%) e Abaetetuba (9%) (IBGE, 2017). A cadeia produtiva do açaí movimenta cerca de 2 bilhões de reais a cada ano e envolve mais de 300 mil pessoas ao longo da sua cadeia produtiva, entre plantadores, transportadores, batedores, manipuladores e exportadores (ADEPARÁ, 2017).

O aumento do consumo de suco de açaí pode ser atribuído as suas propriedades nutricionais, uma vez que é um alimento rico em lipídios, proteínas, antocianinas, fibras, vitamina E, minerais, dentre outros (ROGEZ, 2000). Com a valorização e o acréscimo na demanda pelo fruto, a exploração do açaí pode ocupar espaço importante na construção de um melhor padrão de vida para as populações do estuário amazônico, região esta que abriga estoques consideráveis da espécie (VEDOVETO, 2008).

2.3 Produção de mudas de qualidade

A qualidade da muda é um item de grande importância a ser considerado no momento da implantação de um pomar. Podemos assim dizer que a muda é o alicerce da fruticultura e a qualidade das mudas adquiridas pelo produtor irá influenciar no sucesso ou fracasso da implantação do pomar. Para produzir mudas de boa qualidade é preciso levar em consideração alguns aspectos importantes, como a legislação, a forma de obtenção, a sanidade e as técnicas de manejo antes do plantio definitivo (RODRIGUES, 2013).

Certas características são desejáveis na produção de mudas, como a germinação rápida e uniforme das sementes sucedida de uma emergência imediata das plântulas. Espera-se que a planta permaneça pouco tempo nos estágios iniciais, visto que é a fase de maior vulnerabilidade às adversidades do meio (SILVA et al., 2007).

O êxito de um plantio depende diretamente do potencial genético das sementes e da qualidade das mudas produzidas. Entre os fatores que influenciam na produção de mudas, destacam-se, além da semente, o substrato e o recipiente utilizado, os quais vão refletir diretamente na qualidade do produto final (SANTOS et al., 2000).

O replantio é uma operação onerosa e dispensável em casos de elevada sobrevivência das mudas. Maior desenvolvimento em altura das mudas reduz a frequência dos tratos de manutenção de povoamentos recém implantados (CARNEIRO; RAMOS, 1981). Segundo

Carneiro (1995), plantio de mudas de alto padrão de qualidade elimina ou reduz o percentual de replantio.

Na determinação da qualidade das mudas prontas para o plantio, os parâmetros utilizados baseiam-se ou nos aspectos fenotípicos ou morfológicos e/ou nos aspectos fisiológicos (GOMES et al., 2002).

Tanto a qualidade morfológica quanto a fisiológica das mudas dependem do potencial genético e da procedência das sementes, das condições ambientais, dos métodos e técnicas de produção, das estruturas e equipamentos utilizados e, por fim, do tipo de transporte dessas mudas para o campo (PARVIAINEN, 1981). Os parâmetros morfológicos são os mais utilizados na determinação do padrão de qualidade das mudas, tendo uma compreensão mais intuitiva por parte dos viveiristas, mas ainda carente de uma definição mais acertada para responder às exigências quanto à sobrevivência e ao crescimento, determinadas pelas adversidades encontradas no campo após o plantio. Sua utilização tem sido justificada pela facilidade de medição e/ou visualização em condição de viveiro (GMOMES et al., 2002).

Os parâmetros morfológicos mais utilizados para avaliação da qualidade de mudas são a altura da parte aérea, diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, massa seca de raízes e massa seca total (ELOY et al., 2013; FONSECA et al., 2002; GOMES et al., 2002;). Quanto aos parâmetros fisiológicos podem ser citados a fotossíntese, transpiração e potencial hídrico foliar (PANDOLFI, 2009). No entanto, segundo Silva (1998) os parâmetros fisiológicos ainda não fazem, explicitamente, parte das classificações do padrão de qualidade de mudas, pois muitas vezes, eles não permitem avaliar a eficiência real da capacidade de sobrevivência e crescimento inicial das mudas após plantio.

A importância da produção de mudas de alta qualidade, na opinião de Novaes (1998), merece maior atenção, quando durante o primeiro ano após o plantio, ocorrer uma maior intensidade de evaporação em relação à precipitação; as mudas forem plantadas em solos com textura grossa, rasos ou pedregosos; o preparo inadequado da área acarretar dificuldades para um bom trabalho de plantio manual. Carneiro (1995) acrescentou ainda, outras preocupações, tais como o inadequado acondicionamento das mudas quando da sua expedição para a área de plantio, precárias condições de transporte para longas distâncias, técnica incorreta de preparo da área, uso inadequado de técnicas de plantio, plantio fora da época adequada, plantio das mudas em solos compactados e em regiões onde ocorrem frequentes variações climáticas. Com isso, têm-se como objetivo principal a produção de mudas dotadas de qualidade e que possam resistir bem às adversidades no campo.

2.4 Normas e padrões de qualidade para mudas de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.)

Segundo Carneiro (1995) o padrão de qualidade das mudas produzidas, varia de acordo com a espécie. Para que mudas de açazeiro tivessem um padrão de qualidade, a Comissão Estadual de Sementes e Mudas do Pará (CESM-PA) estabeleceu normas e padrões para mudas fiscalizadas de açazeiros.

Segundo a CESM as mudas devem possuir de quatro a oito meses de idade a partir da emergência das plântulas; altura de 40 cm a 60 cm medidos a partir do coleto; possuir, no mínimo cinco folhas fisiologicamente ativas; o coleto deve apresentar espessura da base maior que a da extremidade das mudas; apresentar um sistema radicular bem desenvolvido e ser acondicionada em torrão proveniente de sacos plásticos com dimensões de 15 x 25 cm.

As mudas de açazeiro que estejam fora dos padrões mínimos de qualidade, estabelecidas na norma, são proibidas para o comércio e transporte (BRASIL, 1997).

2.5 Recipientes e suas influências na qualidade das mudas

Muitos são os autores que se posicionam a favor ao sistema de produção de mudas em recipientes, comparado ao sistema de raiz nua (CARNEIRO; PARVIAINEN, 1988; SILANDER, 1984).

As principais funções dos recipientes são: contribuir para a máxima sobrevivência e crescimento inicial das mudas em campo, evitar a desidratação, alocar o substrato e proteger as raízes de danos (LISBOA et al., 2012).

As dimensões dos recipientes e o volume destinado ao enraizamento influenciam na disponibilidade de suprimento de nutrientes e água. As mudas terão o seu desenvolvimento afetado, caso a disponibilidade seja muito limitada ou presente em quantidade considerada excessiva (BOHM, 1979). De acordo com Vargas et al. (2011), a produção de mudas em recipientes não adequados pode interferir na sua qualidade, alterando o desenvolvimento do sistema radicular e parte aérea da planta, influenciando o tempo de permanência das mudas no viveiro e no desenvolvimento em campo após o plantio.

O cenário de produção de mudas encontra-se numa fase de transição, em que aos poucos, o sistema tradicional que utiliza sacos de polietileno vem sendo substituído por outros sistemas, principalmente com o uso de tubetes. A grande diferença que existe entre os dois sistemas refere-se ao volume do recipiente disponível para o desenvolvimento da muda (EMBRAPA, 2003; GERVÁSIO, 2003; SANTOS et al., 2010).

Na escolha correta durante a produção de mudas em viveiro os recipientes devem proporcionar bom crescimento e desenvolvimento das plântulas, apresentarem facilidade de manuseio e baixo custo (CUNHA et al., 2006). Para Wendling et al. (2001), a possibilidade de reaproveitamento e a disponibilidade no mercado também são critérios que devem ser observados na escolha do recipiente mais adequado para a produção de mudas.

Os sacos plásticos possuem baixo custo e grande disponibilidade no mercado, mas o alto custo com mão-de-obra e substrato, além das dificuldades das operações de viveiro, transporte para o campo e distribuição das mudas em virtude do substrato utilizado ser muito pesado, dentre outros, são limitações que têm levado a sua substituição por tubetes (CUNHA et al., 2006).

Os tubetes apresentam inúmeras vantagens em relação aos sacos plásticos, dentre elas o aspecto econômico, a praticidade e facilidade no manejo e a redução de espaço no viveiro (SCHIAVO; MARTINS, 2003). Uma característica inerente aos tubetes é o melhor direcionamento das raízes proporcionado pelo design interno constituído de várias estrias. Por outro lado, o menor volume de substrato, associado ao pequeno porte destes recipientes geralmente acarreta em menor desenvolvimento da muda, e por essa razão, maior necessidade de replantio e de irrigação em campo (JOSÉ et al., 2005). Uma vez que as condições de campo geralmente limitam o estabelecimento das plantas, Puértolas et al. (2012) destacaram que a sobrevivência de espécies em campo está associada ao tamanho das mudas quando transplantadas havendo mais tarde, maior influência do ambiente sobre o crescimento dos indivíduos.

A restrição radicular, imposta pelo reduzido volume e pelas paredes dos recipientes, reduz alguns parâmetros importantes na avaliação da qualidade de mudas, como altura, área foliar e produção de biomassa (LELES et al., 1998; TOWNEND; DICKINSON, 1995), influenciando também parâmetros fisiológicos como trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a* (RONCHI et al., 2006). Segundo Honório (2017), quanto mais expressiva a parte aérea maior é a capacidade fotossintética da planta. O processo fotossintético é responsável pelo acúmulo de cerca de 95% de matéria seca das plantas (MARSCHNER, 1995; EPSTEIN; BLOOM, 2006).

De acordo com Reis et al. (1989), caso haja restrições ao desenvolvimento radicular, a má formação inicial das raízes pode persistir após o plantio, prejudicando o desenvolvimento das plantas no campo. Freitas et al. (2005) ressaltam que a persistência das deformações radiculares após o plantio e o plantio de mudas menores em função da restrição no viveiro podem reduzir, ou atrasar, o crescimento das plantas no campo, o que acarreta maiores custos

com controle de plantas daninhas e o retardamento da produção esperada. Portanto, todos os cuidados devem ser adotados para garantir as condições que favoreçam o desenvolvimento das raízes e o equilíbrio entre o sistema radicular e a parte aérea (OLIVEIRA, 2013).

2.6 Funções do sistema radicular

A compreensão do funcionamento, distribuição e quantidade de raízes é fundamental para o entendimento total da fisiologia de uma planta, uma vez que as raízes constituem sua sustentação, seu meio para absorção de água e nutrientes. As raízes também podem apresentar mecanismos para proteção das plantas em condições adversas, afetando diretamente suas funções (NAVROSKI et al., 2010).

O desenvolvimento das raízes é um processo muito complexo, controlado por características inerentes a planta, fertilidade, densidade, disponibilidade de oxigênio, textura, temperatura, acidez, toxidez e o excesso ou deficiência de nutrientes no solo. Além disso, as circunstâncias em que a espécie se desenvolve, tais como competição e espaçamento também são importantes (LOPES et al., 2013; WITSCHORECK et al., 2003; GONÇALVES; MELO, 2000).

É sabido que o conhecimento das características do sistema radicular auxilia na definição de práticas de preparo de solo e fertilização (local e época de aplicação) (GONÇALVES; MELLO, 2000). Estudos dos padrões de crescimento e das características morfológicas do sistema radicular têm se desenvolvido nos últimos anos, em consonância com a disponibilidade de novas técnicas analíticas (ROSSIELLO et al. 1995). Na avaliação da eficiência de absorção e utilização de nutrientes, a quantificação do sistema radicular pode ser realizada utilizando-se parâmetros de crescimento, como massa seca e densidade (RUSSELL, 1977).

As raízes finas constituem um dos principais meios para acessar os recursos do solo (FREITAS et al., 2008). Alguns autores consideram como raízes finas aquelas com diâmetro inferior a 1 mm (CASTELLANOS et al., 2001; TIERNEY; FAHEY, 2001); outros classificam como finas as raízes com diâmetro menor que 2 mm (LEUSCHNER et al., 2006; LIMA; MIRANDA; VASCONCELOS, 2012); outros dizem que raízes finas são aquelas com diâmetro inferior a 3 mm (SUDARAPANDIAN; SWAMI, 1996); e, finalmente, há autores que consideram raízes muito finas aquelas com diâmetro menor ou igual a 1 mm e como finas aquelas cujo diâmetro varia entre 1 a 5 mm (LEÃO et al., 2014).

A área de contato das raízes com o solo é diretamente proporcional a quantidade de água e nutrientes absorvidos pela planta. Quanto maior o sistema radicular e mais finas as raízes, maior é a superfície de contato das raízes com o solo e, conseqüentemente, maior a absorção de água e nutrientes pela planta, favorecendo o seu crescimento (FLOSS, 2004). A restrição do sistema radicular limita o crescimento e o desenvolvimento de várias espécies em virtude da redução da área foliar, altura e produção de biomassa (REIS et al., 1989; TOWNEND; DICKINSON, 1995; CAMPOSTRINI, 1997).

Portanto, a quantidade de raízes finas no sistema radicular é um dos fatores que podem interferir no desempenho inicial das mudas no campo, uma vez que, mudas robustas e que apresentam grande produção dessas raízes são mais aptas a condições de estresse ambiental, garantindo maiores taxas de sobrevivência e crescimento inicial após o plantio no campo (FREITAS et al., 2005).

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO PARÁ. Açáí: riqueza do Pará com mercado garantido dentro e fora do Brasil. 2017. Disponível em:<<http://www.adepara.pa.gov.br/artigos/a%C3%A7a%C3%AD-riqueza-do-par%C3%A1-com-mercado-garantido-dentro-e-fora-do-brasil>> Acesso em: 19 de julho de 2018.
- ANDRADE, P. F. de S. **Análise da conjuntura agropecuária safra 2016/17**. Secretaria da agricultura e do abastecimento departamento de economia rural, Paraná, 2017, 9p. Disponível em<www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/.../2017/Fructicultura_2016_17.pdf>. Acesso em: 30 de junho de 2018.
- BARBOSA, Z.; SOARES, I.; CRISÓSTOMO, L. A. Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de gravioleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 519-522, 2003.
- BOHM, W. **Methods of studying root systems**. Berlin: Springer- Verlag, 1979. 188 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Delegacia Federal de Agricultura no Paraná. Comissão Estadual de Sementes e Mudas do Paraná. **Normas técnicas e padrões para a produo de mudas fiscalizadas no Estado do Paraná**. Belém, 1997. 40 p.
- CAMPOSTRINI, E. **Comportamento de quatro genótipos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) sob restrio mecânica ao crescimento do sistema radicular**. 1997. 166f. Tese (Doutorado em Produo Vegetal)- Universidade Estadual do Norte Fluminense,Campos dos Goytacazes,1997.
- CARNEIRO, J. G. de A.; PARVIAINEN, J. V. Comparison of production methods for containerized pine (*Pinus elliottii*) seedlings in Southern Brazil. **Metsantutkimuslaitoksen Tiedonantoja**, Joensuu, n.302, p. 6-24, 1988.
- CARNEIRO, J. G. de A. **Produo e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, Campos: UENF, 1995. 45p.
- CARNEIRO, J. G. de A.; RAMOS, A. Influência da altura aérea, diâmetro de colo e idade de mudas de *Pinus taeda* sobre a sobrevivência e desenvolvimento após 15 meses e aos seis anos após o plantio. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORETAIS, 1., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1981. p. 91-110.
- CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. **Fruticultura na Amazônia: o longo caminho entre a domesticao e a utilizao**. ESALQ, 2004. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/departamentos/lpv/download/Resumo%20Palestra%20Esalq.pdf>>. Acesso em: 30 de junho de 2018.
- CASTELLANOS, J.; JARAMILLO, V. J.; SANFOR JUNIOR, R. L.; KAUFFMAN, J. B. Slash and burn effects on fine root biomass and productivity in a tropical dry forest ecosystem in México. **Forest Ecology and Management**, v. 148, p. 41-50, 2001.
- CAVALCANTE, P. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 7. ed. Belém: CEJUP, 2010, 282 p.

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

DAPONT, E. C. **Aceleração da germinação e sombreamento na formação de mudas de açaí**. 2012. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2012.

ELOY, E. et al. Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 3, p. 373-384, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Produção de mudas de espécies agrofloretais: banana, açaí, cupuaçu, citros, abacaxi e pupunha. Acre: 2003, 49 p. (Documentos, 89).

EPSTEIN, E., BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Planta, Londrina, 2006.

FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê**. Passo Fundo, UPF, 2004. 536p.

FONSECA, E. de P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

FRAZÃO, D. A. C et al. Avaliação do crescimento de açaizeiros em função das doses de potássio e boro. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO DE FRUTICULTURA TROPICAL E HORTICULTURA, 4., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória: CIH, 2008, p. 127 - 141.

FREITAS, T. A. S. de; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; PENCHEL, R. M.; LAMÔNICA, K. R.; FERREIRA, D. de A. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 853-861, 2005.

FREITAS, T.A.S.; BARROSO, D.G.; CARNEIRO, J. G. A. Dinâmica de raízes de espécies arbóreas: visão da literatura. **Ciência Florestal**, v.18, n.1, p.133-142, 2008.

GERVÁSIO, E. S. **Efeito de lâminas de irrigação e doses de condicionador, associadas a diferentes tamanhos de tubetes, na produção de mudas de café**. 2003. 105 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, viçosa, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GONÇALVES, J. L.M.; MELO, S. L. M. O sistema radicular das árvores. In: **Nutrição e fertilização de florestas**. 4 ed. Piracicaba: IPEF/FAPESP, 2000, p. 221-267.

HOMMA, A. K. O. **Mercado e comercialização**, 2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/sistemaProducaoAcai_2ed/paginas/mercado.htm> Acesso em: 20 de Julho de 2018.

HOMMA, A. K. O. et al. Açai: novos desafios e tendências. In: HOMMA, A. K. O. (Ed.) **Extrativismo vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação**. Brasília: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. p. 133–148.

HONORIO, A. B. M. **Crescimento de mudas de *Dipteryx alata* Vogel. em função da restrição radicular**. 47f. 2017. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal)- Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, 2017. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>> Acesso em: 26 de julho de 2018.

INSTITUTO PACTO AMAZÔNICO. Opções sustentáveis - manejo e cultivo de açaí na calha do rio Madeira, Sul do Amazonas, Amazonas, 2013. Disponível em: <https://www.iieb.org.br/index.php/download_file/1177/268>. Acesso em: 26 de junho de 2018.

JARDIM, M. A. G; ANDERSON, A. B. **Manejo de populações nativas do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) no estuário amazônico: resultados preliminares**. Boletim de pesquisa florestal, Curitiba, dez. 1987, p. 1 -19.

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

LEÃO, F. M.; MIRANDA, I. S.; JARDIM, F. C. S. Fine root biomass in gaps of terra firme forest in eastern Amazonia. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 57, n. 2, p. 130-137, 2014.

LELES, P. S. S.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G. Comportamento de mudas de *Hymanea courbaril* L. var *stilbocarpa*(Hayne) Lee et Langenh. E *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr, produzidas sob três regimes de irrigação. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 11-19, 1998.

LEUSCHNER, C.; WIENS, M.; HARTEVELD, M.; HERTEL, D.; TJITROSEMITO, S. Patterns of fine root mass and distribution along a disturbance gradient in a tropical montane forest, Central Sulawesi, **Plant and Soil**, v. 283, p. 163-174, 2006.

LIMA, T. T. S.; MIRANDA, I. S.; VASCONCELOS, S. S. Fine-root production in two secondary forest sites with distinct ages in Eastern Amazon. **Acta Amazonica**, v. 42, n. 1, p. 95-104, 2012.

LISBOA, A. C.; SANTOS, P. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; CASTRO, D. N.; ABREU, A. H. M. Efeito do volume de tubetes na produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* E *Toona ciliata*. **Revista Árvore**, v.36, n. 4, p. 603-609, 2012.

LISBOA, P. L.B. **Aurá: Comunidades & Florestas**, Belém: MPEG, 2009, 234 p.

LOPES, V. G.; SCHUMACHER, M. V.; MULLER, I.; CALIL, F. N.; WITSCHORECK, R.; LIBERLESSO, E. Variáveis físicas e químicas do solo importantes na distribuição das raízes finas em povoamento de *Pinus taeda* L. No nordeste do Rio Grande do Sul. **Ecologia e nutrição floretal**, Santa Maria-RS, v.1, n. 1, p. 14-23, 2013.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. San Diego: Academic Press, 1995, 889p.

MESQUITA, D. N. **Produção de mudas e cultivo de açaizeiros nos estágios iniciais de crescimento na regional do baixo acre**. 2011. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2011.

MULLER, C. H et al. **Avaliação de influência da cama de frango na composição de substrato para formação de mudas de açaizeiros**. Belém - PA, EMBRAPA Agrotropical, 2004, 2 p. (Comunicado técnico, 89).

NASCIMENTO, W.M.O. **Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia (Euterpe oleracea Mart.)**. 2008.

NAVROSKI, M. C.; BIALI, L. J.; BIANCHIN, J. E.; CAMARGO, L.; SCHUMACHER, M. V. Quantificação de biomassa e comprimento de raízes finas em povoamento de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v..5, n.4, p.535-540, Recife, 2010.

NOGUEIRA, O. L. **Regeneração, manejo e exploração de açazais nativos de várzea do estuário amazônico**. 1996. 149f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual do Pará, Belém, 1997.

NOGUEIRA, O. L.; CONCEIÇÃO, H. E. O da. Análise de crescimento de açaizeiros em áreas de várzea do estuário amazônico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n.11, p. 2167 – 2173, 2000.

NOGUEIRA, O. L.; FIGUEIREDO, F. J. C.; MULLER, A. A. **Açaí**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 137p. (Sistemas de Produção, 4).

NOVAES, A. B. de. **Avaliação morfofisiológica da qualidade de mudas de Pinus taeda L. produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes**. 1998. 116 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

OLIVEIRA, E. G. de. **Vantajosas mudas em tubetes não tem preferência do produtor**. Visão agrícola N°12: Instalação da lavoura, 2013. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va12-instalacao-da-lavoura03.pdf>> Acesso em: 25 de Julho de 2017.

OLIVEIRA, L. P. de. et al. **Programa de desenvolvimento da cadeia produtiva do açaí no estado do Pará**. Belém: SEDAP,2016, 41 p.

OLIVEIRA, M. do S. P. de. **Seleção fenotípica de açaizeiros para produção de frutos**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000, 5p. (Comunicado técnico, nº 34).

PANDOLFI, F. **Avaliação de parâmetros de rusticidade de mudas clonais de Eucalipito e suas influências no crescimento inicial do povoamento**. 135f. 2008. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) –Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2009.

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação de qualidade de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1981. p. 59-90.

PESSOA, J. D. C.; ALMEIDA, G. H. de. **Tecnologias para inovação nas cadeias euterpe**. Teixeira editores. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 343 p.

PUÉRTOLAS, J., JACOBS, D. F., BENITO, L. F. & PEÑUELAS, J. L. Cost-benefit analysis of different container capacities and fertilization regimes in *Pinus* stock-type production for forest restoration in dry Mediterranean areas. **Ecological Engineering**, v.44, p. 210-215, 2012.

REIS, G. G. et al. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, Viçosa, v.13, n.1, p. 1-18, 1989.

RIBEIRO, F. História e memória: as transformações no universo dos trabalhadores do açaí. **Revista Tempo Amazônico**. v. 12, n.1, p. 25-38, 2014.

RONCHI, C. P. et al. Growth and photosynthetic down-regulation in *Coffea arabica* in response to restricted root volume. **Functional Plant Biology**, v.33, p. 1013-1023, 2006.

RODRIGUES, K. F. D. **Mudas de qualidade garantem o sucesso na implantação de pomares, 2013**. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/cprural/boapratica/mostra/25/mudasdequalidadegarantem-o-sucesso-na-implantacao-de-pomares.html>>. Acesso em: 30 de junho de 2018.

ROGEZ, H. **Açaí: Preparo, Composição e Melhoramento da Conservação**. Belém: EDUFPA. 2000, 313 p.

ROSSIELLO, R. O. P.; Araújo, A. P.; Manzatto, C. V. & Fernandes, M. S. Comparação dos métodos fotoelétrico e de interseção na determinação de área, comprimento e raio médio radicular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n. 5, p. 633-638, 1995.

RUSSEL, R. S. **Plant root systems: their function and interaction with the soil**. McGraw-Hill, New York, 1977.

SANTOS, C. B. dos.; LONGHI, S. J.; HOPPE, J. M.; MOSCOVICH, F. A. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de Mudas de *cryptomeria japonica* (L.f.) D. Don. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2000.

SANTOS, F. C. B et al. Produção de mudas de cupuaçuzeiro em diferentes substratos e tubetes. **Magistra**, Cruz das Almas - BA, v. 22, n. 3, p. 159-164, 2010.

SCHIAVO, J. A.; MARTINS, M. A. Produção de mudas de acácia colonizadas com micorrizas e rizóbio em diferentes recipientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 173-178, 2003.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **A importância do açaí no norte do Brasil e o viés sustentável de sua produção.** 2018. Disponível em: <http://www.sebraemercados.com.br/a-importancia-do-acai-no-norte-do-brasil-e-o-vies-sustentavel-de-sua-producao/>>. Acesso em: 19 de Julho de 2018.

SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Análise Setorial do Comércio Exterior Paraense: Fruticultura. Belém: Diretoria de Apoio ao Comércio Exterior – DCOMEX, 2010.

SHANLEY, P. **Frutíferas e plantas úteis na vida Amazônica.** Belém: CIFOR, Imazon, 300 p, 2005.

SILANDER, V. Zanzibar forest tree nurseries. Report and guidelines. **Metsantutlimuslaitoksen Tiedonantoja**, Helsinki, n. 127, p. 1-51, 1984.

SILVA, B. M. S.; MORO, F. V.; SADER, R.; KOBORI, N. N. Influência da posição e da profundidade de semeadura na emergência de plântulas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.-Arecaceae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 187-190, 2007.

SILVA, I. M.; SANTANA, A. C.; REIS, M. S. Análise dos retornos sociais oriundos da adoção tecnológica na cultura do açaí no estado do Pará. **Amazônica**, Belém, v. 2, p. 25-38, 2006.

SILVA, M. R. **Caracterização morfológica, fisiológica e nutricional de mudas de Eucalyptus grandis W. (HILL ex MAIDEN) submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico durante a fase de rustificação.** 1998. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

SUDARAPANDIAN, S. M.; SWAMI, P. S. Fine root biomass distribution and productivity patterns under open and closed canopies of tropical forest ecosystems at Kodayar in Western Ghats, South India. **Forest Ecology and Management**, v. 86, p. 181-192, 1996.

TIERNEY, G. L.; FAHEY, T. J. Evaluating minirhizotron estimates of fine root longevity and production in the forest floor of a temperate broadleaf forest. **Plant and Soil**, v. 229, p. 167-176, 2001.

TOWNEND, J.; DICKINSON, A. L. A comparison of rooting environments in containers of different sizes. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 175, n. 1, p. 179-146, 1995.

VARGAS, F. S.; REBECHI, R. J.; SCHORN, L. A.; FENILLI, T. A. B. Efeitos da mudança de recipiente em viveiro na qualidade de mudas de *Cassia leptophylla* Vogel, *Eugenia involucrata* DC. e de *Cedrela fissilis* Vell. **Revista acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 169- 177, 2011.

VILELA, P. R. **Exportação de frutas cresce 18,3% nos primeiros meses de 2018.** Agência Brasil, Brasília, 2018. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-04/exportacao-de-frutas-cresce-183-nos-primeiros-meses-de-2018>>. Acesso em: 20 de julho de 2018.

VEDOVETO, M. **Caracterização do mercado de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) em Belém de 2006 a 2008**. Estágio profissionalizante em Engenharia Florestal, Universidade de São Paulo- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Belém, 2008.

WENDLING, I.; GATTO, A.; PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. **Planejamento e instalação de viveiros**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 120p.

WITSCHORECK, R.; SCHUMACKER, M. V.; CALDEIRA, M. V. W. Estimativa da biomassa e do comprimento de raízes finas em *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake no município de Santa Maria-RS. **Revista Árvore**, v.27, n. 2, p. 177-183, 2003.

YAMAGUCHI, K. K. de L.; Pereira, L. F. R., LAMARÃO, C.V.; LIMA, E.S.; VEIGA-JUNIOR, V. F. da. Amazon acai: Chemistry and biological activities: A review, **Food Chemistry**, v.179, p.137-151. 2015.

3. QUALIDADE MORFOFISIOLÓGICA DE MUDAS DE *Euterpe oleracea* (Mart.) PRODUZIDAS EM RECIPIENTES DE DIFERENTES VOLUMES

3.1 Introdução

O açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma palmeira de origem Amazônica, encontrada nos estados do Pará, Amapá, Maranhão, Amazonas, Tocantins, Acre, Rondônia, além da Guiana Francesa e Venezuela (SHANLEY, 2005). É uma espécie de grande importância econômica para a região pois todas as partes da palmeira são aproveitadas. O fruto é rico em lipídios, proteínas, fibras, vitaminas, sais minerais e antocianinas (ROGEZ, 2000; FARIAS NETO et al, 2008), por isso o suco é muito consumido *in natura* ou a polpa é processada na forma de licores, sorvetes, geleias, dentre outros. Do estipe é extraído o palmito, o qual é comercializado em conserva para fins culinários.

O suco do açaí é produzido, comercializado e consumido pela população local dos estados do Pará, Maranhão, Amazonas, Amapá, Acre e Rondônia, portanto o Brasil assume o papel de principal produtor, consumidor e exportador do açaí (HOMMA; FRAZÃO 2002, MENEZES et al., 2008; IBGE, 2017). Dos estados brasileiros, o Pará é o maior produtor de frutos de açaí e sua cadeia produtiva tem importante papel na geração de renda e empregos para os pequenos agricultores. Por outro lado, o aumento da demanda nacional e internacional pelo açaí tem levado ao aperfeiçoamento das técnicas de manejo de açazais espontâneos e a um aumento considerável de áreas cultivadas de açaí em terra firme (ROGEZ, 2000; SANTANA et al., 2008). Com isto, a produtividade de açaí no Pará tem aumentado substancialmente, saltando de 4,2 t/ha no sistema extrativo, para 8,4 t/ha no sistema manejado e podendo chegar a 15 t/ha no cultivo irrigado em terra firme (SANTOS et al., 2012).

Em consequência do aumento na demanda pelo açaí e das áreas cultivadas, há necessidade de aumento da produção de mudas (NOGUEIRA; FIGUEIREDO; MULLER, 2005). O sucesso na produção de mudas de boa qualidade está diretamente relacionado à escolha adequada dos substratos, dos recipientes, dos tratamentos culturais e das condições ótimas para o manejo desde a etapa de viveiro (GERVÁSIO, 2003; QUEIROZ; MELÉM JÚNIOR, 2001; SANTOS et al., 2010). Para muitas espécies, problemas relacionados à qualidade das mudas produzidas em viveiro acarretarão uma considerável mortalidade de mudas nos primeiros anos de implantação das lavouras (FREITAS; KLEIN, 1993).

A produção de mudas de açaizeiro em viveiros deve ser conduzida de forma que o produto obtido atenda a qualidade morfológica prevista na norma estabelecida pela Comissão Estadual de Sementes e Mudanças do Pará (CESM-PA) (BRASIL, 1997).

Muito se tem questionado sobre a viabilidade de produção de mudas de açaizeiro em recipientes de menores dimensões e, portanto, de menores volumes de substrato. Se possível for, um maior número de mudas poderá ser produzido por unidade de área de viveiro, agregando-se redução dos custos de produção com mão de obra, substrato, fertilizantes, irrigação, dentre outros insumos e encargos. Portanto, a seleção correta do recipiente é essencial no processo de produção de mudas (LELES et al., 2006), pois o tipo de recipiente e suas dimensões exercem influências sobre a qualidade e o custo final das mudas produzidas (BARBOSA et al., 2013).

Sabe-se que alguns viveiristas no estado do Pará tem testado o uso de tubetes de 290 mL para a produção de mudas de açaizeiro. No entanto, a qualidade morfológica das mudas produzidas não tem sido comprovada cientificamente e por isso tem sido questionada. Essa comprovação científica faz-se necessária para, inclusive, sugerir uma atualização da norma de produção de mudas desta espécie junto a CESM-PA.

Em diferentes espécies vegetais, pesquisas tem demonstrado que recipientes de volume muito reduzido promovem a restrição do sistema radicular e, conseqüentemente, levam a uma diminuição de diferentes variáveis morfológicas da planta, tais como altura, diâmetro, número de folhas e produção de biomassa (QUEIROZ; MELÉM JÚNIOR, 2001; ANTONIAZZI et al., 2013; PINTO et al., 2016). A restrição radicular pode ainda interferir negativamente nos parâmetros fisiológicos, tais como trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a* (RONCHI et al., 2006). Tais parâmetros estão diretamente relacionados ao desenvolvimento e qualidade da muda e podem prejudicar o seu crescimento e sobrevivência após plantio em campo (REIS et al. 1989).

Esta pesquisa foi conduzida com o objetivo de avaliar a viabilidade de produção de mudas de açaizeiro em diferentes recipientes (sacos, garrafas e tubete) com volumes de substrato inferiores aquele utilizado em sacos de 15 x 25 cm (controle) preconizado pelo CESM-PA.

3.2 Material e Métodos

3.2.1. Material vegetal, condições de crescimento e delineamento experimental

A pesquisa foi realizada no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal Rural da Amazônia, em Belém-Pa, (01° 27' 19" S, 48° 26' 19" O) entre novembro de 2017 e maio de 2018, em casa de vegetação coberta com filme de polietileno de 100 µm aditivado contra radiação UV. O clima local é do tipo Afii segundo Köppen.

Para produção das mudas, as sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), cultivar BRS-Pará, foram semeadas em bandejas de polietileno (50 x 33 x 10 cm) usando como substrato a fibra de coco (Golden Mix 87, Sococo Agroindústria da Amazônia, Ananindeua, Brasil). Após 45 dias do semeio, quando as plântulas apresentaram uma folha cotiledonar, altura média entre a base do coleto e ápice do pecíolo em torno de 13 cm e diâmetro médio do coleto de 3,4 mm, as plântulas foram transplantadas para os diferentes tipos de recipientes que correspondem aos tratamentos, conforme descrito na Tabela 1. O substrato utilizado para o preenchimento dos recipientes foi uma mistura de Latossolo Distrófico e húmus (proveniente da decomposição de resíduos vegetais) (2,5:1; v/v).

Tabela 1. Descrição dos recipientes (tratamentos) utilizados na produção de mudas de açaizeiro.

Tratamentos	Dimensões dos recipientes vazios (cm)*	Dimensões dos recipientes com substrato (cm)**	Capacidade dos recipientes com substrato (L)***	Sigla dos tratamentos
Saco de polietileno	15 x 25	20 x 9	≅1,3	SP 1,3L
Saco de polietileno	15 x 20	16 x 9	≅1,0	SP 1,0L
Garrafa de polietileno	20 x 8	20 x 8	≅1,0	GP 1,0L
Saco de polietileno	10 x 18	18 x 6	≅0,5	SP 0,5L
Garrafa de polietileno	18 x 6	18 x 6	≅0,5	GP 0,5L
Tubete de polietileno	19 x 5,4	19 x 5,4	≅0,3	TBT 0,3L

*Largura x altura para sacos e altura x diâmetro para garrafas e tubete;

**Altura e diâmetro dos SP, GP e TBT;

***Estimativa com base nas dimensões dos recipientes contendo o substrato.

A irrigação foi feita diariamente por meio de gotejamento auto compensado (PCJ, Netafim, São Paulo, Brasil), com vazão de 1,92 L h⁻¹ por gotejador. A lâmina de água utilizada foi de 130% da capacidade de campo (CC) de acordo com as recomendações de Silvestre et al. (2016) e o tempo de gotejamento foi variável em função do volume de substrato do recipiente. O volume de água aplicado foi calculado sempre após pesagem das unidades experimentais (saco + muda + substrato) e, então, a reposição de água visava voltar ao peso padrão correspondente a lâmina de 130% CC. As irrigações foram realizadas diariamente entre 8:00 e 9:00 h.

Fertilizações com macro e micro nutrientes foram realizadas por meio da aplicação de YaraMila palmae, N P K 13-11-21+2MgO+0,2B (Yara, Porto Alegre, Brasil) na proporção de 3g Kg⁻¹ de solo, aplicado no terceiro mês após o transplante das mudas, e de fertilizante foliar Vip 20-20-20 (Nutriplant, São Paulo, Brasil) preparado em água na concentração de 8 g

L^{-1} , tendo sido aplicado 5,5 mL dessa solução por planta no sexto mês após o transplântio. A adubação foi baseada nas recomendações de Queiroz et al. (2001) para mudas de açaizeiro.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6x2 (seis recipientes, descritos na Tabela 1; e duas épocas de avaliação). Cada tratamento teve 15 repetições por data de avaliação, correspondentes aos 65 e 185 dias após o transplântio das mudas para os recipientes definitivos. O dia 65 correspondeu ao período em que as mudas se encontravam uniformes, sem efeito aparente dos tratamentos, e com uma área foliar mínima necessária para as avaliações fisiológicas da planta. O dia 185 correspondeu ao tempo necessário para que as mudas do tratamento controle (SP de 15x25) alcançassem padrão morfológico preconizado pela regulamentação normativa para produção de mudas de açaizeiro (BRASIL, 1997).

Para as avaliações morfológicas foram avaliadas 10 plantas por tratamento em cada época de avaliação, totalizando 60 plantas no dia 65 e 60 plantas no dia 185. Para as avaliações fisiológicas, foram utilizadas apenas cinco plantas por tratamento, totalizando 30 plantas por época de avaliação. Devido as interferências das variações climáticas ao longo da manhã e devido ao número de plantas a serem medidas, as determinações fisiológicas precisaram ser tomadas em blocos. Dessa forma, as plantas foram agrupadas em cinco blocos, sendo que cada bloco continha uma planta de cada recipiente. Portanto, ao distribuir as plantas em bloco, foi possível reduzir essa interferência climática, avaliando-se todas as 6 plantas do bloco entre 9 e 10 h, período este de maior fotossíntese para o açaizeiro (SILVESTRE et al., 2017). Essas avaliações foram realizadas entre os dias 63 e 67 para a primeira época e entre os dias 183 e 187 para a segunda época.

Durante o experimento, as médias diurnas de temperatura do ar (T_{ar}), umidade relativa do ar (UR) e radiação fotossinteticamente ativa (PAR) foram monitoradas ao longo do dia (06:00 às 18:00 h) por meio de uma estação meteorológica (Vantage Pro 2, Davis, Hayward, EUA), cujas médias foram respectivamente de 27 ± 1 °C $85 \pm 4\%$ e 303 ± 89 $\mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$. A média do déficit de pressão de vapor (DPV), determinado segundo Murray (1967), foi de 0,60 kPa.

3.2.2 Avaliações biométricas relacionadas a morfologia da parte aérea

Em cada data de avaliação foram determinadas a altura da planta, o diâmetro do coleto, o número de folhas e de folíolos e a área foliar total.

A altura da planta foi determinada com uma régua, medindo-se o comprimento entre a base do coleto e o ápice do pecíolo da folha mais alta. O diâmetro do coleto foi determinado

por meio de um paquímetro digital na base do coleto e o número de folhas e folíolos por meio da contagem direta das folhas e folíolos presentes na planta no momento da avaliação. Para a obtenção da área foliar total, as folhas foram destacadas das plantas e separadas dos pecíolos, determinando-se em seguida as áreas dos limbos por meio de um medidor de área foliar (LI-3100C, LI-COR, Biosci. Inc., Nebraska, EUA).

3.2.3 Alocação de biomassa

As folhas utilizadas na medição de área foliar total foram acondicionadas em sacos de papel para posterior secagem até peso constante em uma estufa de ventilação forçada de ar a 70 °C. O caule foi então separado do sistema radicular e fracionado para procedimento de secagem como o realizado para as folhas. As raízes, juntamente com o solo, foram armazenadas em sacos plásticos, identificadas e congeladas a -20°C para posterior triagem. Nesta operação, as amostras de raízes foram descongeladas e lavadas cuidadosamente com água corrente sobre um tecido com malha de 0,05 mm de abertura. Para a triagem, as raízes foram classificadas em raízes finas (diâmetro entre 1 a 5 mm) e raízes muito finas (diâmetro inferior a 1 mm) (LEÃO et al., 2014). As raízes foram levadas à estufa para secagem até massa constante conforme supra descrito.

Foram determinadas as massas secas (MS) de folíolos, caule, raízes finas e muito finas. A massa seca total da planta foi calculada como o somatório de todas as massas secas obtidas. A razão raiz/parte aérea (R/PA) e o coeficiente de Dickson (IQD; Dickson et al., 1960) foram calculados conforme as equações 1 e 2, abaixo:

$$\text{Equação 1} \quad R/PA = \frac{\text{MS raízes finas} + \text{MS raízes muito finas}}{(\text{MS folíolos} + \text{MS caule} + \text{MS pecíolo})}$$

$$\text{Equação 2} \quad \text{IQD} = \frac{\text{MS total}}{(\text{altura/diâmetro do coleto}) + (\text{MS parte aérea/MS de raízes})}$$

3.2.4 Avaliações fisiológicas

A taxa de assimilação líquida de CO₂ (A), a condutância estomática ao vapor d'água (g_s) e a transpiração (E) foram determinadas usando um analisador portátil de gases a infravermelho (LI-6400 XT; LI-COR Biosci. Inc., Nebraska, EUA). As medições foram

realizadas nos folíolos da segunda folha a partir do ápice, entre 9 e 10 h, sob concentração de CO_2 de $400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e PAR de $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. A eficiência instantânea do uso da água (A/E) foi calculada como a razão entre A e E .

Os mesmos folíolos foram utilizados para a medição da fluorescência da clorofila a , a qual foi realizada utilizando um fluorômetro (LI-6400-40; LI-COR Biosci. Inc., Nebraska, EUA). As seguintes variáveis foram determinadas: eficiência quântica máxima do fotossistema II, (F_v/F_m), coeficiente de extinção não-fotoquímico [$\text{NPQ} = (F_m'/F_m) - 1$], e coeficiente de extinção fotoquímico [$q_L = q_p \times (F_v'/F_s)$], como descrito por Lima et al. (2002).

Imediatamente após a avaliação das trocas gasosas e fluorescência, o mesmo folíolo foi coletado para a determinação do Ψ_w , realizada com uma bomba de pressão de Scholander (m670, Pms Instrument Co., Albany, USA) como descrito por Pinheiro et al. (2008).

3.2.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos a normalidade, homocedasticidade e independência dos erros, logo após, foram submetidos a análise de variância e as comparações entre médias realizadas pelo teste de Duncan ($P < 0,05$). Foi realizada uma análise de agrupamento dos dados, de acordo com a matriz de similaridade Euclidiana pelo método “single”, utilizando todas as variáveis morfológicas e fisiológicas. As análises foram realizadas por meio do software R (v.3.4.1; R Core Team, 2016).

3.3 Resultados

3.3.1 Morfologia da parte aérea

As médias de todas as variáveis de crescimento relacionadas à morfologia de parte aérea foram maiores no dia 185 comparado ao dia 65 (Fig. 1), indicando que as mudas responderam positivamente ao cultivo nos diferentes recipientes ao longo do período experimental estudado. Contudo, algumas diferenças entre tratamentos foram observadas quando os mesmos foram comparados dentro de cada dia de avaliação.

Assim, a altura das plantas no dia 65 foi 11% maior nas mudas produzidas no SP 1,3L, SP 1,0 L e na GP 1,0 L em relação às mudas dos demais recipientes (Fig. 1A). No dia 185, a maior altura das mudas foi observada no tratamento SP 1,0 L, cuja média foi 12% maior que no controle (SP 1,3 L) e GP 1,0 L; 28% maior que nos tratamentos SP 0,5L e GP 0,5 L e 34% maior que no TBT 0,3L (Fig. 1A).

Semelhante ao observado para a altura, o diâmetro do coleto no dia 65 também foi maior nas mudas produzidas nos recipientes de maior volume (SP 1,3L; SP 1,0L e GP 1,0L). No dia 185, as mudas do SP 1,0L apresentaram média de diâmetro do coleto 12% maior que as mudas do SP 1,3L e GP 1,0L e 30% maior que a média dos demais recipientes de menor volume (Fig. 1B).

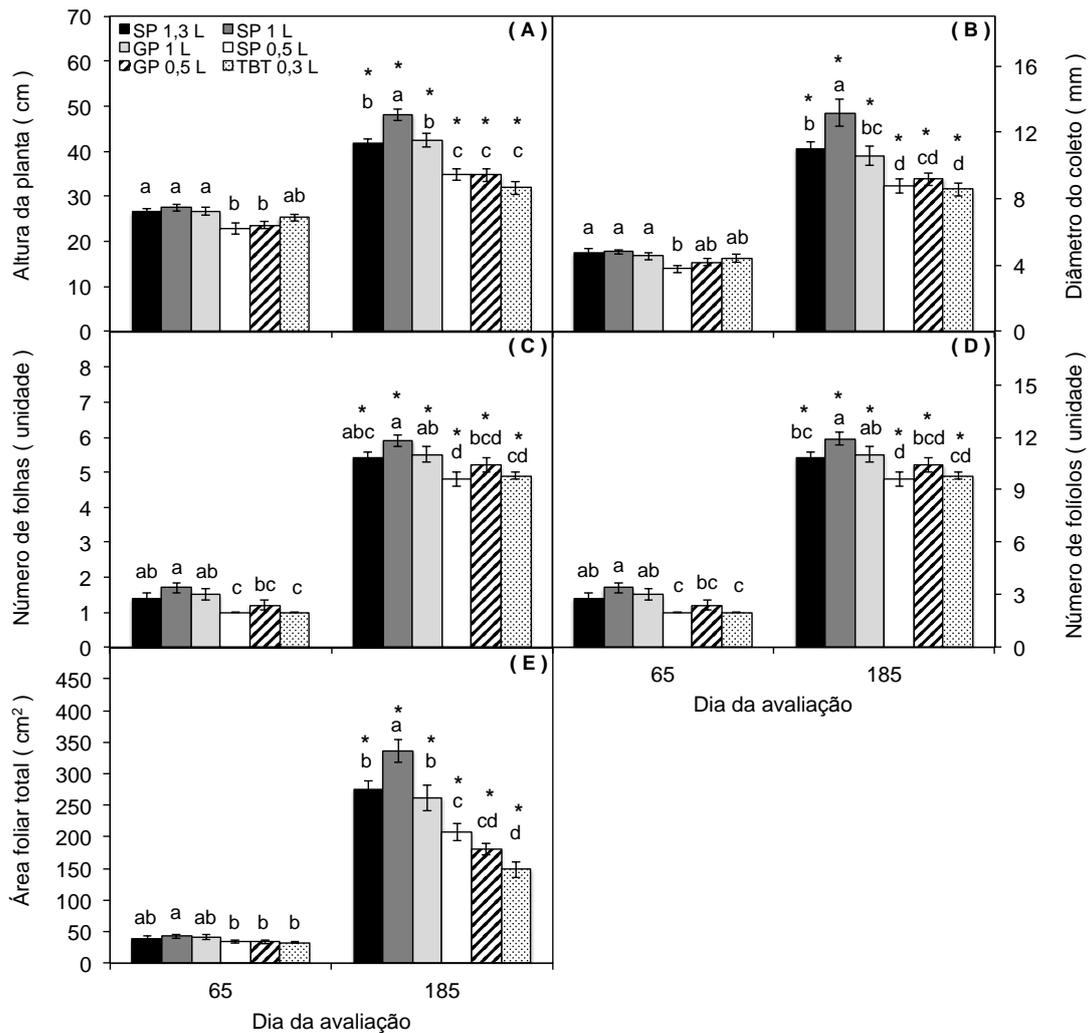


Fig. 1. Morfologia da parte aérea de mudas de açazeiro avaliadas aos 65 e 185 dias de cultivo em sacos de polietileno (SP) de 1,3; 1,0 e 0,5 L; garrafas de polietileno (GP) de 1,0 e 0,5 L e tubete de polietileno (TBT) de 0,3 L. Os dados são a média \pm erro padrão ($n=10$). Letras minúsculas diferentes denotam diferenças significativas entre médias de plantas cultivadas nos diferentes recipientes avaliadas no mesmo dia (efeito do recipiente dentro de cada tempo). Asteriscos indicam diferenças significativas entre mudas cultivadas em um mesmo recipiente, porém, avaliadas em tempos diferentes (efeito do tempo). As comparações entre médias foram realizadas pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

O número médio de folhas e de folíolos no dia 65 foi maior nas mudas dos recipientes de maior capacidade (SP 1,3L; SP 1L e GP 1L), este padrão de resposta também foi

observado quando a comparação das mudas foi realizada no dia 185 (Fig. 1C, D). Consequentemente, as médias da área foliar total nos tratamentos SP 1,3L; SP 1L e GP 1L avaliados no dia 65 foram maiores que nas mudas cultivadas nos demais recipientes (Fig. 1E). No dia 185, as mudas cultivadas no SP 1,0 L apresentaram área foliar total 20% maior que nas mudas cultivadas no SP 1,3 L e GP 1, 0 L e 56% maior que nas mudas cultivadas no TBT 0,3L (Fig. 1E).

3.3.2 Alocação de biomassa

Independentemente do recipiente utilizado, foi possível observar um incremento na alocação de biomassa em todas as partes das mudas do dia 65 para o dia 185 (Fig. 2A-D), ocasionando, consequentemente, um ganho considerável de biomassa total ao final do experimento (Fig. 2E). Entretanto, a R/PA não foi influenciada pela data de avaliação para nenhum dos tratamentos (Fig. 2F).

No dia 185, as maiores médias de massa seca de caule, folíolos, raízes finas e raízes muito finas foram observadas para mudas cultivadas no SP 1,0L, enquanto as menores médias foram observadas sempre para os recipientes de menor volume, em especial para o TBT 0,3L (Fig. 2A-D). Assim, a massa seca de caule das mudas do SP 1,0L foi 30% maior que nas plantas controle (SP 1,3L) e 60% maior que nas plantas do TBT 0,3L (Fig. 2A) e a massa seca de folíolos foi 27% maior no SP 1,0L que nos tratamentos SP 1,3L e GP 1,0L e 62% maior que no TBT 0,3L (Fig. 2B).

A maior média de massa seca de raízes finas no dia 185 foi encontrada nas mudas do tratamento SP 1,0L, sendo 32% maior que nas mudas do controle (SP 1,3L) e 72% maior que nas mudas do TBT 0,3L (Fig. 2C). No mesmo dia de avaliação, a massa seca de raízes muito finas nas mudas do SP 1,0L foi 23% maior que no tratamento controle (SP 1,3L) e 56% maior que no tratamento TBT 0,3L (Fig. 2D).

Quanto a massa seca total da planta (ou biomassa total) no dia 185, nota-se que houve um efeito significativo do recipiente, pois as mudas do tratamento SP 1,0L apresentaram média 29% maior que em mudas cultivadas no SP 1,3L e GP 1,0L e 61% maior que nas mudas do TBT (Fig. 2E).

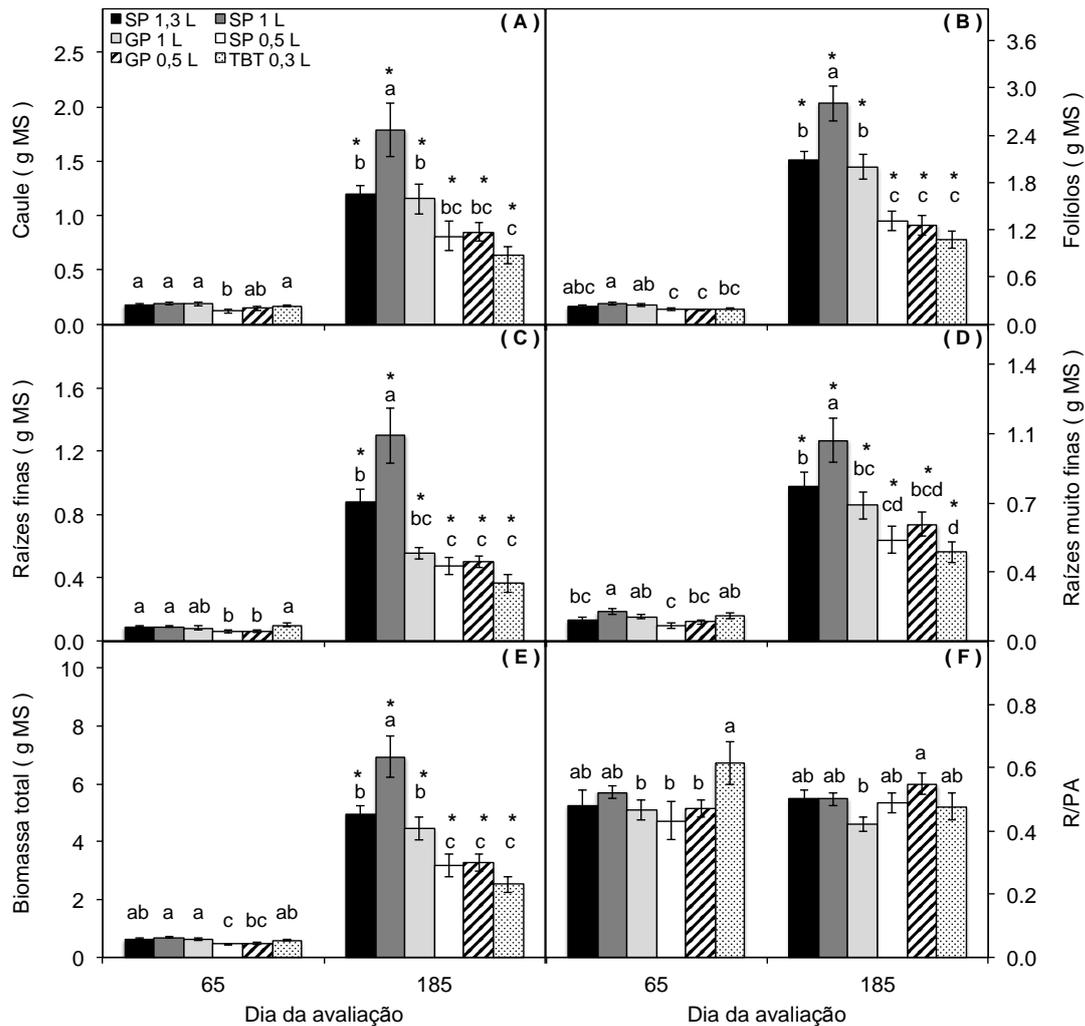


Fig. 2. Alocação de biomassa (expressa em massa seca, MS) e razão raiz/parte aérea (R/PA) em mudas de açaizeiro avaliadas aos 65 e 185 dias de cultivo em sacos de polietileno (SP) de 1,3; 1,0 e 0,5 L; garrafas de polietileno (GP) de 1 e 0,5 L e tubete de polietileno (TBT) de 0,3 L. Os dados são a média \pm erro padrão ($n=10$). Letras minúsculas diferentes denotam diferenças significativas entre médias de plantas cultivadas nos diferentes recipientes avaliadas no mesmo dia (efeito do recipiente dentro de cada tempo). Asteriscos indicam diferenças significativas entre mudas cultivadas em um mesmo recipiente, porém, avaliadas em tempos diferentes (efeito do tempo). As comparações entre médias foram realizadas pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

3.3.3 Índice de qualidade de Dickson e aspecto visual das mudas

O IQD das mudas no dia 65 variou entre tratamentos, mas sem um padrão definido com relação a diminuição da capacidade do recipiente. (Fig. 3). Desta data de avaliação para o final do experimento (dia 185), foi observado um aumento no IQD para as mudas de todos os tratamentos. No dia 185, foi observado que as mudas do SP 1,0L apresentaram IQD 37 % maior que a média dos tratamentos controle (SP 1,3L) e GP 1,0L e 60% maior que a média dos tratamentos GP 0,5L e SP 0,5L e TBT 0,3L (Fig. 3).

As diferenças visuais entre as mudas dos diferentes tratamentos aos 185 dias de cultivo podem ser observadas na Fig. 4. Nesta figura, não é possível notar com clareza as

diferenças de morfologia de parte aérea entre tratamentos, mas é possível perceber que as mudas formadas em saco de polietileno de 0,5L (Fig. 4D), em garrafas de polietileno de 1,0 e 0,5 L (Fig. 4C, E) e tubete de 0,3 L (Fig. 4F) apresentaram sistema radicular mais compactado que nas mudas produzidas em sacos de polietileno de maior capacidade (Fig. 4A, B), cujas raízes se apresentaram mais distribuídas devido a maior dimensão desses sacos.

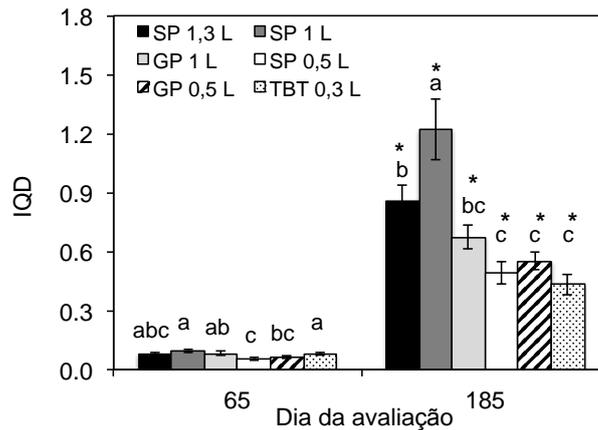


Fig. 3. Índice de qualidade de Dickon (IQD) para mudas de açaizeiro avaliadas aos 65 e 185 dias de cultivo em sacos de polietileno (SP) de 1,3; 1,0 e 0,5 L; garrafas de polietileno (GP) de 1 e 0,5 L e tubete de polietileno (TBT) de 0,3 L. Os dados são a média \pm erro padrão (n=10). Letras minúsculas diferentes denotam diferenças significativas entre médias de plantas cultivadas nos diferentes recipientes avaliadas no mesmo dia (efeito do recipiente dentro de cada tempo). Asteriscos indicam diferenças significativas entre mudas cultivadas em um mesmo recipiente, porém, avaliadas em tempos diferentes (efeito do tempo). As comparações entre médias foram realizadas pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

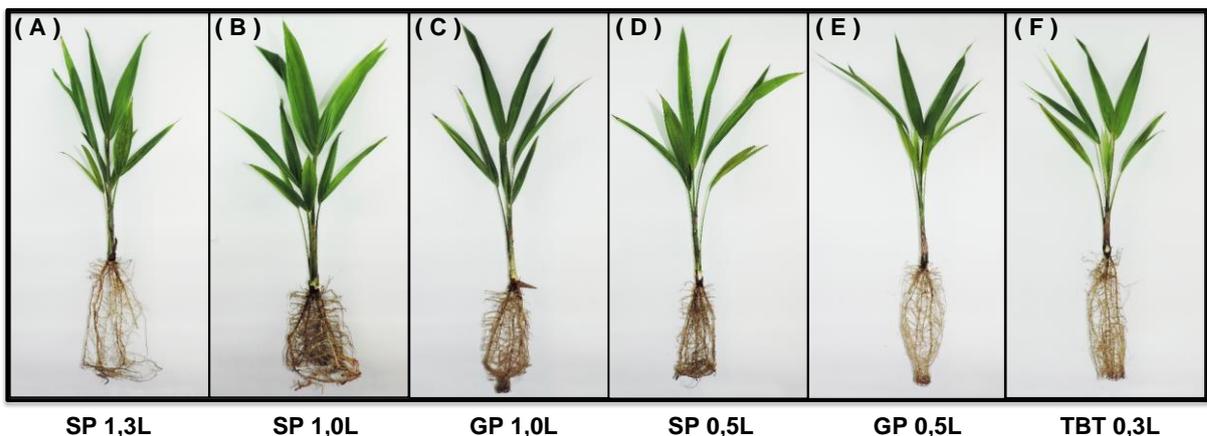


Fig. 4. Aspecto visual das mudas de açaizeiro aos 185 dias de cultivo em sacos de polietileno (SP) de 1,3; 1,0 e 0,5 L (painéis A, B e D); garrafas de polietileno (GP) de 1,0 e 0,5 L (painéis C e E) e tubete de polietileno (TBT) de 0,3 L (painel F). As imagens são representativas de 10 repetições por tratamento.

3.3.4 Caracterização fisiológica

O Ψ_w das mudas foi diferente entre as duas épocas de avaliação, tendo sido observada uma diminuição das médias do dia 65 para o dia 185, independente do tamanho do recipiente (Fig. 5A). Porém, não houve diferença no Ψ_w das mudas quando as mesmas foram avaliadas dentro de uma mesma época, com exceção das mudas do TBT que no dia 65, apresentaram o menor Ψ_w (Fig. 5A).

A A das mudas foi aumentada da primeira para a segunda avaliação em todos os tratamentos (Fig. 5B). Porém, para a maioria dos tratamentos não houve efeito do recipiente nesta variável quando as mudas foram comparadas em uma mesma época, exceto para mudas do tratamento TBT que apresentaram a menor A no dia 185 (Fig. 5B).

A g_s e E variaram no mesmo padrão da A , ou seja, aumentaram do dia 65 para o dia 185 sem qualquer efeito do volume do recipiente quando as mudas foram comparadas dentro da mesma época de avaliação (Fig. 5C, D). Como as mudas apresentaram as mesmas condições hídricas e fotossintéticas tanto no dia 65 como no dia 185, então a A/E também foi semelhante entre as mudas dos diferentes recipientes nos dois períodos de avaliação (Fig. 5E).

Quanto aos parâmetros de fluorescência da clorofila a , não foram encontradas diferenças nas médias de F_v/F_m , NPQ e q_L para o efeito da data de avaliação em um tratamento específico ou para o efeito do recipiente quando a comparação foi realizada dentro de mesma data de avaliação (Fig. 5F-H).

3.3.5. Análise de agrupamento para comparação dos tratamentos

A análise de agrupamento realizada com base em todas as variáveis morfológicas e fisiológicas acessadas mostrou que, nas duas épocas de avaliação, os tratamentos foram subdivididos em quatro grupos formados de acordo com a similaridade entre eles. O SP 1,0 L (2) diferiu de todos os demais tratamentos, aparecendo isoladamente em um grupo em ambas as datas de avaliação (Fig. 6A, B). Os tratamentos SP 1,3L (1) e GP 1,0 L (3) mostraram-se similares entre si nas duas datas de avaliação (Fig. 6A, B). Para os recipientes de menor capacidade, a análise de agrupamento apresentou uma diferença quanto a data de avaliação. No dia 65, um grupo foi formado apenas pelo tratamento SP 0,5L (4), enquanto outro grupo foi formado pelos tratamentos GP 0,5L (5) e TBT 0,3L (6) que mostraram-se semelhantes entre si (Fig. 6A). No dia 185, o SP 0,5L (4) e GP 0,5L (5) exibiram o mesmo padrão de desenvolvimento das mudas e formaram um grupo (Fig. 6B). As mudas produzidas no TBT 0,3L (6) foram as que apresentaram comportamento inferior em relação aos demais tratamentos, ficando isoladas em grupo (Fig. 6B).

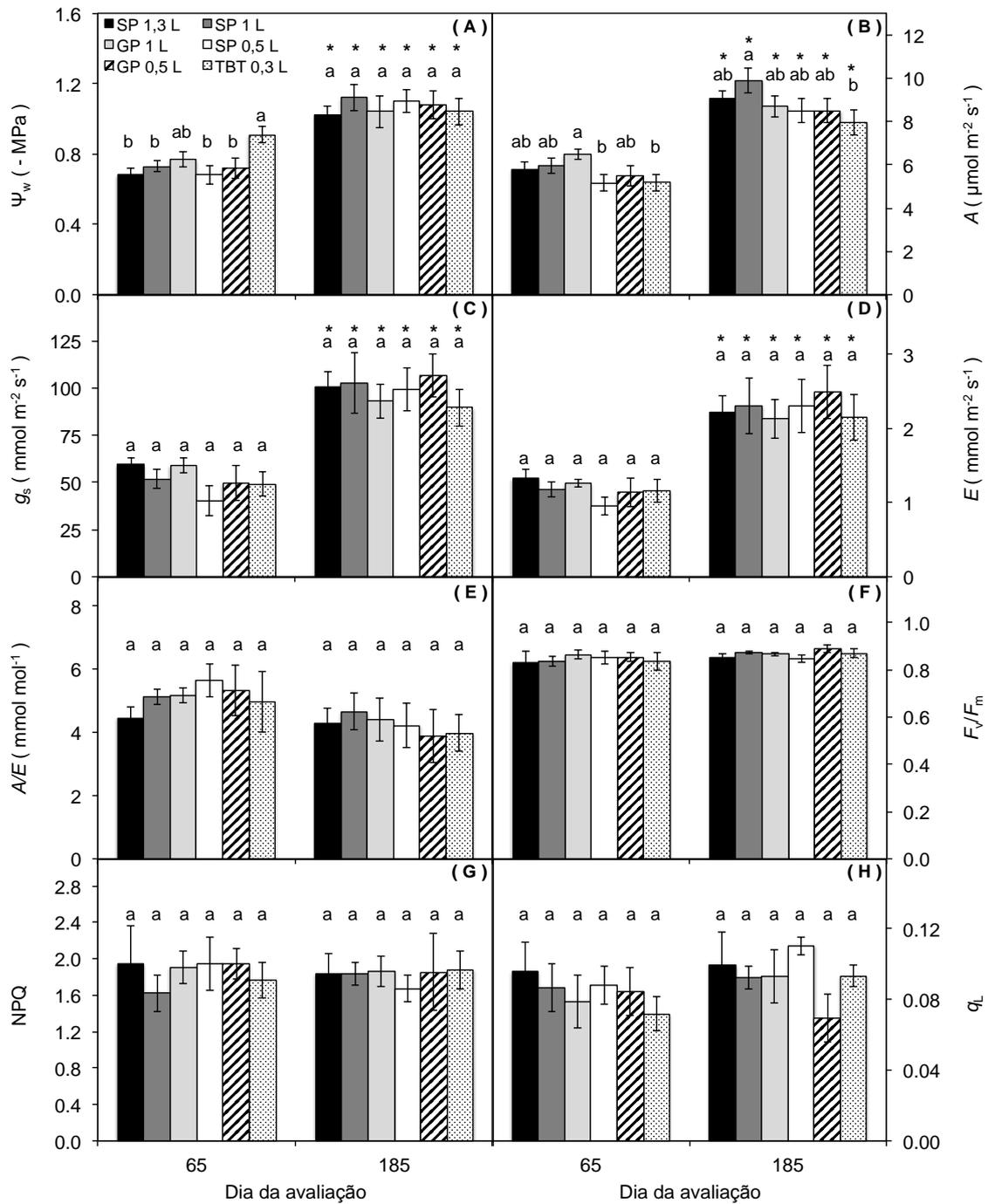


Fig. 5. Aspectos fisiológicos de mudas de açazeiro avaliadas aos 65 e 185 dias de cultivo em sacos de polietileno (SP 1,3L; SP 1,0L e SP 0,5L); garrafas de polietileno (GP 1L e GP 0,5L) e tubete de polietileno (TBT 0,3L). As variáveis avaliadas foram potencial hídrico foliar (Ψ_w), taxa de assimilação líquida de CO_2 (A), condutância estomática (g_s), transpiração (E), eficiência instantânea do uso da água (A/E), eficiência quântica máxima do fotossistema II (F_v/F_m) e coeficientes de extinção não fotoquímico (NPQ) e fotoquímico (q_L). Os dados são a média \pm erro padrão ($n=5$). Letras minúsculas diferentes denotam diferenças significativas entre médias de plantas cultivadas nos diferentes recipientes avaliadas no mesmo dia (efeito do recipiente dentro de cada tempo). Asteriscos indicam diferenças significativas entre mudas cultivadas em um mesmo recipiente, porém, avaliadas em tempos diferentes (efeito do tempo). As comparações entre médias foram realizadas pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

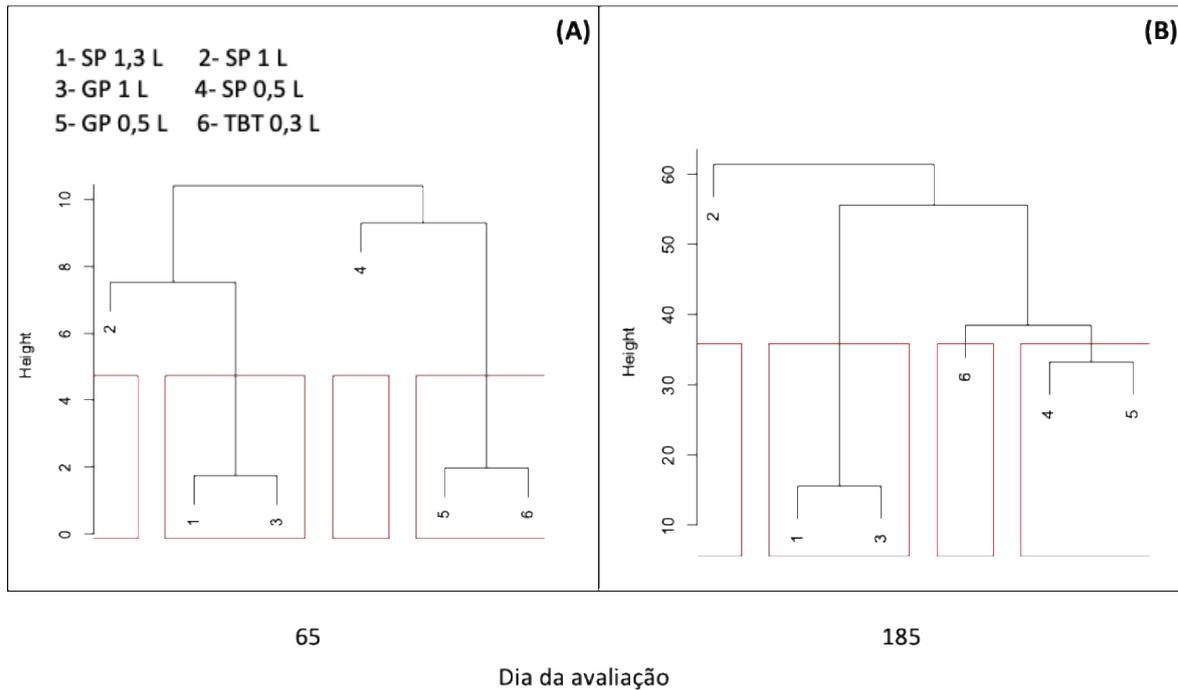


Figura 6. Dendrograma da análise de agrupamento (Cluster) para produção de mudas de açazeiro em função de variáveis morfológicas e fisiológicas obtidas aos 65 (A) e 185 (B) dias de cultivo das mudas em sacos de polietileno de 1,3; 1,0 e 0,5 L (SP 1,3L; SP 1,0L e SP 0,5L, respectivamente), garrafas de polietileno de 1,0 e 0,5 L (GP 1L e GP 0,5L) e tubete de polietileno de 0,3 L (TBT 0,3L). Os tratamentos foram agrupados de acordo com a matriz de similaridade Euclidiana pelo método “single”.

3.4 Discussão

3.4.1 Efeito do recipiente no crescimento e alocação de biomassa das mudas

A altura das mudas nas diferentes épocas de avaliação foi influenciada pelo volume do recipiente, já que os tratamentos SP 1,3L; SP 1,0L e GP 1,0L resultaram em mudas com maior altura, sendo as únicas a alcançar o padrão estabelecido pela CESM-PA (Fig. 1A). Os resultados obtidos neste experimento se assemelham àqueles observados em mudas de *E. oleracea* cultivadas em sacos de polietileno de 0,8; 2,0 e 3,4 L, em que não foram observadas diferenças na altura das mudas até os 150 dias após o transplante, mas aos 180 dias, as maiores alturas das mudas foram observadas nos recipientes de 2,0 L que naqueles de 3,4 L (QUEIROZ; MELÉM JÚNIOR, 2001).

A maior altura das mudas no tratamento SP 1,0L em relação ao controle (SP 1,3L) pode estar relacionada a um melhor desenvolvimento do sistema radicular, como evidenciado pelas médias de massa seca de raízes, principalmente raízes muito finas (Fig. 2C, D), permitindo maior área de contato com substrato, aumentando a absorção de água e nutrientes para a planta favorecendo seu crescimento.

Segundo Mesquita (2011), o maior volume de substrato tende a favorecer o crescimento das mudas em função do maior espaço e da maior quantidade de nutrientes disponíveis. Nesse sentido, as maiores alturas verificadas nas mudas dos recipientes cujos volumes são maiores podem estar relacionadas ao fato deste proporcionar maior espaço para deposição de substrato e condições para as plantas crescerem e desenvolverem suas raízes, refletindo por fim, em um aumento na altura.

Em relação ao DC, de acordo com Bovi (2004) e com Ohashi e Kageyama (2004), os fatores que influenciam no aumento dessa variável correspondem à altura da planta, comprimento médio dos folíolos, número de folhas e disponibilidade hídrica. Pode-se visualizar o mesmo padrão de resposta encontrado para a média das alturas e número de folhas (Fig. 1A, C), visto que houve maior desenvolvimento nas mudas produzidas em SP 1,0L. Resultados semelhantes foram encontrados por Viana et al. (2008), em que foi observado um aumento em altura, diâmetro do coleto e número de folhas de mudas de *Bauhinia forficata* em função do aumento do volume do recipiente utilizado. Segundo Mesquita (2011), o maior volume de substrato leva a uma maior disponibilidade de água e nutrientes e, com isso, os recipientes de maior capacidade tendem a proporcionar maior expansão do diâmetro do coleto nas mudas.

Mudas com menor DC podem apresentar problemas relacionados à sustentação da planta, podendo ocasionar o tombamento, com posterior mortalidade ou deformações que comprometem a qualidade final das plantas (CUNHA et al., 2005). Carneiro (1995) considera as avaliações de altura e diâmetro como um dos melhores parâmetros para avaliação da qualidade da muda.

A diminuição do volume do recipiente influenciou também o número de folhas e folíolos, pois os tratamentos de menor capacidade (SP 0,5L, GP 0,5L e TBT 0,3L) apresentaram as menores médias para essas variáveis nas duas épocas de avaliação, estando essas mudas fora do padrão preconizado pela CESM-PA. Viana et al. (2008), estudando o crescimento de mudas *B. forficata* em diferentes tamanhos de recipientes, observaram que o menor número de folhas foi encontrado em mudas do recipiente de menor volume. Segundo os autores, isso sugere que, provavelmente, o tamanho do recipiente não limitou somente o volume, como também, a quantidade de nutrientes disponíveis para o sistema radicular, afetando a sua distribuição para a parte aérea. Portanto, nesse estudo, o menor número de folhas encontrado nas mudas dos menores recipientes pode estar relacionado a menor disponibilidade de nutrientes, dificultando o lançamento de novas folhas e folíolos, retardando o desenvolvimento da planta.

Embora o número de folhas e folíolos tenham sido semelhantes entre mudas dos SP 1,3; SP 1,0L e GP 1,0L (Fig. 1 C, D), isso não significa que a área foliar total seja proporcional, pois no dia 185, as mudas cultivadas no SP 1,0L apresentaram área foliar total maior que nos demais tratamentos (Fig. 1E). Isto sugere que os folíolos dessas mudas apresentaram maior expansão do limbo comparados às mudas do SP 1,3L e GP 1,0L. Esses resultados corroboram com os de Vallone et al. (2010), em que as maiores médias de área foliar total foram encontradas em mudas de cafeeiro produzidas em saco de polietileno com maior volume em relação aos tubetes. Em estudo feito por Torres Netto et al. (2006), uma maior área foliar foi observada em mudas crescidas em recipientes com maior volume. Isso mostra que, de modo geral, as médias de diferentes variáveis de crescimento, são maiores em recipientes de maior capacidade (CAMPOS, 2002; CUNHA et al., 2002; GIRARDI et al., 2005).

Essas variáveis de crescimento da parte aérea refletiram diretamente na alocação de biomassa das mudas, visto que a massa seca de caule e massa seca de folíolos (Fig. 2A, B) foram maiores nas mudas do SP 1,0L que apresentaram maior altura, diâmetro do coleto e área foliar total (Fig. 1A, B, E). O mesmo comportamento também foi observado por Gomes et al. (2003) em mudas de *Eucalyptus grandis* e por Vallone et al. (2010) em mudas de cafeeiro produzidas em diferentes volumes de recipientes.

Não só a parte aérea das mudas, mas principalmente o sistema radicular foi influenciado pelo volume do recipiente. Esperava-se neste experimento que o maior volume do recipiente do tratamento controle (SP 1,3L) proporcionasse melhor desenvolvimento do sistema radicular. Porém, tanto a MS de raízes finas como a MS de raízes muito finas foram maiores nas mudas do SP 1,0L aos 185 dias de cultivo (Fig. 2C, D). Este resultado pode estar relacionado a maior alocação de fotoassimilados para as raízes, pois mesmo que a A medida por unidade de área foliar não tenha mostrado diferença entre os tratamentos (Fig. 5B), deve haver diferença na fotossíntese global em resposta a maior área foliar total (Fig.1E), nas mudas desse recipiente.

Segundo Previtalli (2007), em palmeiras cujo sistema radicular não apresenta pelos absorventes, as raízes quaternárias consideradas como raízes muito finas são as que apresentam maior capacidade de absorção de água e nutrientes, favorecendo o desenvolvimento da parte aérea da planta. No entanto, isso não significa que quanto menor o volume do recipiente, maior é o crescimento de raízes muito finas, pois isto pode ocorrer apenas quando a diferença em volume entre recipientes é pequena, visto que no TBT de 0,3L houve maior restrição das raízes. De fato, Torres Netto et al. (2006), observou uma tendência

crescente de massa seca de raízes de *Coffea canephora* com o aumento do recipiente. Apesar do SP 1,3L não proporcionar o mesmo comportamento das mudas do SP 1,0L, não significa que o menor desenvolvimento tanto radicular como da parte aérea tenha prejudicado a qualidade morfológica já que elas atenderam os padrões estabelecidos pela CESM-PA.

Os resultados de massa seca da parte aérea e massa seca de raízes influenciaram diretamente na massa seca total da planta visto que, o SP 1,0L apresentou os melhores resultados nessas variáveis e, portanto, obteve também maior massa seca total. Embora a biomassa da parte aérea e do sistema radicular tenham sido maiores nas mudas produzidas em recipientes de maior capacidade, a R/PA não foi prejudicada pelo volume do recipiente, visto que a maioria dos tratamentos apresentaram médias semelhantes entre si, o que significa que houve um crescimento balanceado entre a parte aérea e sistema radicular das mudas principalmente quando as mesmas foram comparadas no dia 185 (Fig. 2F). Isso deve estar relacionado ao fato do crescimento radicular e da parte aérea diminuírem a medida que diminui o volume do recipiente, conforme descrito por Reis et al. (1989). Portanto, a razão entre as duas variáveis tende a ser semelhante entre os tratamentos. Comparativamente, ausência de diferenças significativas do efeito dos recipientes de diferentes capacidades na razão R/PA de mudas de *Quercus suber* foi observada por Chirino et al. (2008).

Segundo Samôr et al. (2002), uma relação maior entre a massa seca do sistema radicular e a massa seca da parte aérea é um indicativo de mudas de melhor qualidade. No entanto, nesta pesquisa, a semelhança entre os tratamentos não significa que as mudas estejam no mesmo padrão de qualidade, visto que o IQD foi maior nas mudas do tratamento SP 1,0L. O IQD é um dos mais completos parâmetros para a avaliação da qualidade de mudas, pois em seu cálculo são considerados a robustez (relação altura da planta/diâmetro do coleto) e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda (MS total, MS da parte aérea e MS de raízes), ponderando os resultados de vários parâmetros importantes empregados para avaliação da qualidade (MELO et al., 2018). O valor do IQD varia de espécie para espécie, em função do recipiente utilizado e de acordo com a idade da muda, quanto maior seu valor, melhor é a qualidade das mudas (JOSÉ et al., 2005). O IQD é considerado um índice de desenvolvimento morfológico para prever o desempenho de plântulas em campo (Dickson et al., 1960).

3.4.2 Efeito do recipiente no comportamento fisiológico das mudas

A diminuição do Ψ_w do dia 65 para o dia 185 em todos os tratamentos pode ser explicada tanto pelo aumento da área foliar total, o qual favorece a transpiração total da planta, quanto pelo aumento da transpiração medida por unidade de área foliar. Portanto, a

redução do Ψ_w não significa que as mudas estavam sob déficit hídrico, ademais, as mudas estavam sob constante irrigação repondo-se um volume hídrico diário para mantê-las próximo à capacidade de campo (SILVESTRE et al., 2016).

O aumento da capacidade fotossintética das mudas com o passar do tempo de cultivo para todos os tratamentos pode ser atribuído à expansão natural dos folíolos. Em folíolos de *Carapa guianensis*, Moraes et al. (2011) demonstraram que a A aumentou com a expansão do folíolo paralelamente a um aumento significativo na concentração de pigmentos cloroplastídicos, especialmente da clorofila a . Além disso, Moraes et al. (2011) observaram que folíolos com maior expansão apresentaram maiores concentrações de carboidratos solúveis totais e sacarose.

Um efeito do recipiente na A foi apenas observado nas mudas do tratamento TBT 0,3L. Neste tratamento, a redução da A não pode ser explicada por fatores de ordem estomática, visto que as plantas apresentaram similares médias de Ψ_w e g_s , o que leva a crer em pleno suprimento de CO_2 no estroma (COSTA; MARENCO, 2007). Além disso, a ausência de efeitos significativos nas variáveis F_v/F_m , NPQ e q_L em resposta às diferentes capacidades dos recipientes indicam que danos foto-oxidativos foram inexistentes e/ou adequadamente controlados em todos os tratamentos. Portanto, a menor A nas mudas do tratamento TBT 0,3L acessadas aos 185 dias também não pode ser explicada por problemas fotoquímicos associados à fotossíntese (BAKER, 2008).

Por outro lado, a inibição da fotossíntese pode ser decorrente da restrição do sistema radicular resultante da menor capacidade do recipiente, conforme observado por Ronchi et al. (2006) em mudas de *Coffea arabica*. Neste caso, a diminuição da A ocorreu em resposta a um maior acúmulo de carboidratos nas folhas o que, por sua vez, estaria relacionado a uma menor atividade dos drenos, no caso as raízes (ARP, 1991). Então, a diminuição da força do dreno (raízes finas e muito finas) nas mudas produzidas no TBT 0,3L podem ter relação direta com a inibição da A neste tratamento. Possivelmente, um efeito mais contundente do TBT na A poderia ser observado caso o cultivo das mudas ultrapassasse os 185 dias testados neste experimento.

A g_s e a E também aumentaram em todos os tratamentos do dia 65 para o dia 185. Segundo Costa e Marengo (2007), o processo de abertura e fechamento dos estômatos está relacionado com o conteúdo de água das folhas e com a luz, em especial os fótons na faixa do azul. Estas condições foram plenamente supridas ao longo do experimento e não devem explicar o aumento na g_s entre as diferentes épocas, contudo, aumentos na g_s foram também

observados em folíolos maduros de *C. guianensis* em relação aos folíolos mais jovens, tendo este aumento sido atribuído ao desenvolvimento natural do folíolo (MORAES et al., 2011).

Os aumentos na E , por sua vez, são explicados pela maior g_s , visto que quanto maior a abertura dos estômatos menor a resistência ofertada a perda de vapor d'água da folha para a atmosfera, cujas condições são favoráveis à transpiração. De fato, Larcher (2004) afirma que a transpiração é regulada proporcionalmente pela abertura estomática e desta forma a planta é capaz de modular as taxas transpiratórias de acordo com as possibilidades e necessidades de seu balanço hídrico. Neste experimento, a água do solo não foi um fator limitante visto que todas as plantas foram constantemente irrigadas até a capacidade de campo, então o aumento natural da transpiração em resposta ao aumento de g_s deve ter favorecido o maior fluxo de água e nutrientes do substrato para a planta como um todo, influenciando positivamente no aumento das variáveis de crescimento entre as duas datas de avaliação.

O conteúdo de água no solo e nos tecidos das plantas, a temperatura do ar, a intensidade luminosa e a concentração ambiente de CO_2 são fatores que interferem no processo fotossintético e abertura dos estômatos, influenciando assim o processo transpiratório (MARENCO; LOPES, 2009). Como as mudas parecem estar sob as mesmas condições fotossintéticas e de transpiração tanto no dia 65 como no dia 185, então a A/E também foi semelhante entre as mudas dos diferentes recipientes (Fig. 5E).

Mesmo tendo havido pouca influência do volume do recipiente em relação ao parâmetros fisiológicos avaliados, a análise de agrupamento tomando-se todas as variáveis estudadas mostrou que o volume do recipiente teve influência sobre o desenvolvimento das mudas. Então, com base nos resultados obtidos é possível distinguir entre os grupos formados aquele que representa as mudas com melhor qualidade, sendo nesse caso, as mudas produzidas em recipientes de maior volume (SP 1,3L; SP 1 L e GP 1L).

3.5 Conclusão

Tomando-se como referência a normativa preconizada pela CESM-PA, o melhor padrão morfológico obtido no tempo de 185 dias foi decorrente do cultivo das mudas nos sacos de polietileno de 1,0 L. Em contraste, as mudas cultivadas nos tratamentos SP 0,5L; GP 0,5L e TBT 0,3L apresentaram padrão morfológico inferior aos demais tratamentos.

REFERÊNCIAS

- ANTONIAZZI, A. P.; BINOTTO, B.; NEUMANN, G. M. SAUSEN, T. L.; BUDKE, J. C. Eficiência de recipientes no desenvolvimento de mudas de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 313-317, 2013.
- ARP, W. J. Effects of source-sink relations on photosynthetic acclimation to elevated CO₂. **Plant, Cell and Environment**, Logan, v. 14, n. 8, p. 869-875, 1991.
- BAKER, N. R. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 59, p. 89-113, 2008.
- BARBOSA, T. C.; RODRIGUES, R. B.; COUTO, H. T. Z. Tamanhos de recipientes e o uso de hidrogel no estabelecimento de mudas de espécies florestais nativas. **Hoehnea**, v. 40, n. 3 p. 537-556, 2013.
- BOVI, M. L. A. **Resultados de pesquisas referentes a exploração, manejo e cultivo do açazeiro**. In: JARDIM, M. A. G. J.; MOURÃO, L.; GROSSMAM, M. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.): Possibilidades e limites Para o desenvolvimento sustentável no estuário Amazônico - Belém: Coleção Adolfo Ducke, Museu Paraense Emílio Goeldi, p.53-78, 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Delegacia Federal de Agricultura no Pará. Comissão Estadual de Sementes e Mudanças do Pará. **Normas técnicas e padrões para a produção de mudas fiscalizadas no Estado do Pará**. Belém, 1997. 40 p.
- CAMPOS, K.P. **Desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) produzidas em diferentes substratos, fertilizações e tamanhos de tubetes**. 2002. 90p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, Campos: UENF, 1995. 45p.
- CHIRINO, E.; VILAGROSA, A.; HERNÁNDEZ, E. I.; MATOS, A.; VALLEJO, V. R. Effects of a deep container on morpho-functional characteristics and root colonization in *Quercus suber* L. seedlings for reforestation in Mediterranean climate. **Forest Ecology and Management**, v. 256, p. 779-785, 2008.
- COSTA, G. F.; MARENCO, R. A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*). **Acta Amazonica**, v. 37, n. 2, p. 229-234, 2007.
- CUNHA, A. O.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, J. A. L. da.; SOUZA, V. C. de. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, v.29 n.4, 2005.
- CUNHA, R. L. da.; SOUZA, C. A. S.; ANDRADE NETO, A. de; MELO, B. de; CORRÊA, J. F. Avaliação de substratos e tamanhos de recipientes na formação de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.1, p.7-12, 2002.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle.**, v. 36, p. 10-13, 1960.

FARIAS NETO, J.T.; RESENDE, M.D.V.; OLIVEIRA, M.S.P.; NOGUEIRA, O.L.; FALCÃO, P.N.B.; SANTOS, N.S.A. Estimativa de parâmetros genéticos e ganhos de seleção em progênies de polinização aberta de açaizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.4, p. 1051-1056, 2008.

FREITAS, A. J. P.; KLEIN, J. E. M. Aspectos técnicos e econômicos da mortalidade de mudas no campo. In: CONGRESO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., 1993, Curitiba, CONGRESO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** São Paulo: Soe. Bras. Silv., 1993. p.736.

GERVÁSIO, E. S. **Efeito de lâminas de irrigação e doses de condicionador, associadas a diferentes tamanhos de tubetes, na produção de mudas de cafeeiro.** 2003. 105 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

GIRARDI, E.A.; MOURAO FILHO, F. de A.A.; GRAF, C.C.D.; OLIC, F.B. Vegetative growth of citrus nursery trees related to the container volume. **Fruits**, n. 2, v. 60, p. 101-105, 2005.

GOMES, J. M. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, v.27, n.2, p.113-127, 2003.

HOMMA, A. E.; FRAZÃO, D. **Despertar da fruticultura amazônica.** Fruticultura em Revista, p. 27-31, 2002

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, 2017. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>> Acesso em: 26 de julho de 2018.

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

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal.** (Trad). PRADO, C. H. B. A.; FRANCO, A.C. 1 ed. SAO CARLOS, SP, 2004. 531 p.

LEÃO, F. M.; MIRANDA, I. S.; JARDIM, F. C. S. Fine root biomass in gaps of terra firme forest in eastern Amazonia. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 57, n. 2, p. 130-137, 2014.

LELES, P. S. S.; LISBOA, A. C.; OLIVEIRA NETO, S. N.; GRUGIKI, M. A.; FERREIRA, M. A..Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 13, n. 1, p. 69-78, 2006.

LIMA, A. L. S.; DAMATTA, F. M.; PINHEIRO, H. A.; TOTOLA, M. R.; LOUREIRO, M.; E. Photochemical responses and oxidative stress in two clones of *Coffea canephora* under water deficit conditions. **Environmental and Experimental Botany**, v. 47. P. 239–247, 2002

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. 3 ed. Editora UFV, Vicososa. 2009. 486 p.

MELO, L. A. de. et al. Qualidade e crescimento inicial de mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. produzidas em diferentes volumes de recipientes. **Ciência florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 47-55, 2018.

MENEZES, E. M. S.; TORRES A. T.; SRUR, A. U. S. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) liofilizada. **Acta Amazônica**, v. 38, p. 311-316, 2008.

MESQUITA, D. N. **Produção de mudas e cultivo de açaizeiros nos estágios iniciais de crescimento na regional do baixo acre**. 2011. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2011.

MORAES, F. K. C. et al. Chloroplastidic pigments, gas exchange, and carbohydrates changes during *Carapa guianensis* leaflet expansion. **Photosynthetica**, v. 49, n. 4, p. 619-626, 2011.

MURRAY, F.W. On the computation of saturation vapor pressure, **Journal Applied of Meteorology**. Santa Monica, Califórnia, v. 6, 203-204, 1967.

NOGUEIRA, O. L.; FIGUEIREDO, F. J. C.; MULLER, A. A. **Açaí**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 137p. (Sistemas de Produção, 4).

OHASHI, S.T.; KAGEYAMA, P.Y. 2004. Variabilidade genética entre populações de açaizeiros (*Euterpe oleracea* Mart.) do estuário amazônico. In: JARDIM, M.A.G.J.; MOURÃO, L. GROSSMAM, M. **Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.): Possibilidades e limites para o desenvolvimento sustentável no estuário Amazônico - Belém**: Coleção Adolfo Ducke, Museu Paraense Emílio Goeldi, p.53-78, 2004.

PINHEIRO, H. A. et al. Leaf gas exchange, chloroplastic pigments and dry matter accumulation in castor bean (*Ricinus communis* L.) seedlings subjected to salt stress conditions. **Industrial Crops and Products**, v. 27, p. 385–392, 2008.

PINTO, A. de V. F.; ALMEIDA, C. C. S.; BARRETO, T. N. A.; SILVA, W. B.; PIMENTEL, D. J. O. Efeitos de substratos e recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.F. Ex S.Moore. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 22, n. 1, p. 100-109, 2016.

PREVITALI, R. V. Z. **Crescimento de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) em substrato compactado**. 2007. 101f. Dissertação (Mestrado em Agricultura tropical e subtropical)-Instituto Agronômico, Campinas, 2007.

QUEIROZ, J. A. L. de.; MELÉM JÚNIOR, N. J. Efeito do tamanho do recipiente sobre o desenvolvimento de mudas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 460-462, 2001.

QUEIROZ, J. A. L. de.; MOCHIUTTI, S.; BIANCHETTI, A. **Produção de mudas de açaí**. Macapá: Embrapa Amazônia Oriental, 2001, 6p. (Comunicado técnico 54).

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria [ISBN3-900051-07-0]. 2016. Disponível em <<http://www.R-project.org>> Acesso em 05 de outubro de 2018.

REIS, G. G. et al. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, Viçosa, v.13, n.1, p. 1-18, 1989.

ROGEZ, H. **Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação**. Belém: ADUFPA, 2000. 313p.

RONCHI, C. P. et al. Growth and photosynthetic down-regulation in *Coffea arabica* in response to restricted root volume. **Functional Plant Biology**, v.33, p. 1013-1023, 2006.

SAMÔR, O.J.M.; CARNEIRO, J.G. de A.; BARROSO, D.G.; LELES, P.S. dos S. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.2, p.209-215, 2002.

SANTANA, A. C.; CARVALHO, D. F.; MENDES, F. A. **Análise Sistêmica da fruticultura paraense: organização, mercado e competitividade empresarial**. Banco da Amazônia. Belém, 2008.

SANTOS, J. C.; SENA, A.L.S.; HOMMA, A.K.O. Viabilidade econômica do manejo de açaizais no estuário amazônico do Pará. In: GUIDUCCI, R.C.N.; LIMA FILHO, J.R.; MOTA, M.M. (eds.). **Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários**. Brasília: Embrapa, 2012. p.351-409.

SANTOS, F. C. B et al. Produção de mudas de cupuaçuzeiro em diferentes substratos e tubetes. **Magistra**, Cruz das Almas - BA, v. 22, n. 3, p. 159-164, jul./set., 2010.

SHANLEY, P. **Frutíferas e plantas úteis na vida Amazônica**. Belém: CIFOR, Imazon, 300 p, 2005.

SILVESTRE, W. V. D, PINHEIRO, H. A.; SOUZA, R. O. R. M, PALHETA, L. F. Morphological and physiological responses of açaí seedlings subjected to different watering regimes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Capina Grande, v. 20, n. 4, p. 364–371, 2016.

SILVESTRE, W. V. D. et al. Differential tolerance to water deficit in two açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) plant materials. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 39, n. 4, 2017.

TORRES NETTO, A.; CAMPOSTRINI, E.; GOMES, M. M. A. Efeitos do confinamento radicular nas medidas biométricas e assimilação de co₂ em plantas de *Coffea canephora* Pierre. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 3, p. 295-303, 2006.

VALLONE, H. S. et al. Diferentes recipientes e substratos na produção de mudas de cafeeiros. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 55-60, 2010.

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