



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS

ALCENIR CLAUDIO BUENO

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE PALMEIRA-JUÇARA (*Euterpe edulis Mart.*),
CONDUZIDAS EM DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO E
SUBSTRATOS**

Florianópolis – SC

2022

Alcenir Claudio Bueno

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE PALMEIRA-JUÇARA (*Euterpe edulis Mart.*),
CONDUZIDAS EM DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO E
SUBSTRATOS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas, da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Cledimar Rogério Lourenzi.

Coorientador: Prof^ª. Dr^ª. Rosete Pescador.

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Bueno, Alcenir Claudio

Produção de mudas de palmeira-juçara (*Euterpe edulis* Mart.), conduzidas em diferentes níveis sombreamento e substratos / Alcenir Claudio Bueno ; orientador, Cledimar Rogério Lourenzi, coorientadora, Rosete Pescador, 2022. 50 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós Graduação em Agroecossistemas, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Agroecossistemas. 2. Esterco de equino. 3. Espécie nativa. 4. Parâmetros morfológicos. I. Lourenzi, Cledimar Rogério . II. Pescador, Rosete. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas. IV. Título.

Alcenir Claudio Bueno

Título: Produção de mudas de palmeira-juçara (*Euterpe edulis Mart.*), conduzidas em diferentes níveis sombreamento e substratos

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Maurício Sedrez dos Reis, Dr.
Instituição Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.(a) Monique Souza, Dra.
Instituição Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Agroecossistema.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof. Cledimar R. Lourenzi, Dr.
Orientador

Florianópolis, 2022.

Dedico este trabalho ao Prof. Giorgini Augusto Venturieri (*in memoriam*), à minha querida mãe, à minha esposa e minha filha e todos aqueles que estiveram ao meu lado durante essa trajetória.

Agradecimentos

À Deus, pela vida e por me proporcionar saúde ao longo destes 29 anos.

À minha mãe Zenite da Rosa e meu irmão Arnaldo Bueno, que são meus alicerces. Sem eles nada desta trajetória que me trouxe até aqui seria possível. Em especial minha mãe, que mesmo diante de todas as dificuldades e obstáculos enfrentados, sempre me incentivou a seguir firme nos estudos.

À minha esposa Nadine Schmidt Borges, quem eu escolhi para trilhar junto comigo a caminhada da vida e ser a mãe da minha filha. Foi fundamental neste processo, estando presente em todos os momentos, inclusive nas horas mais pessimistas, sempre me dando suporte e motivação para seguir em frente. Obrigado pela paciência e colaboração, você é muito especial. Amo-te!

Ao meu sogro, Adonis, e minha sogra, Ana Maria, por sempre estarem presentes e terem me acolhido como mais um filho. Obrigado.

Ao meu orientador Cledimar Rogério Lourenzi, por ter tido participação decisiva na conclusão deste trabalho. Um profissional extremamente competente, sempre bem humorado, acessível, compreensivo, com expertise e que nunca mediu esforços em fornecer todo o suporte necessário para construção deste trabalho. Além disso, é um ser humano do bem com quem tive o prazer de conviver e conhecer além da esfera acadêmica, tornando-se um grande amigo e parceiro que com certeza levarei ao longo da vida. Sou muito grato por todas as vivências: conversas, risadas, conselhos paternos, puxões de orelha, churrascos, cervejas...enfim obrigado por tudo, carinha.

Em memória ao idealizador deste experimento Giorgini Augusto Venturieri. Um profissional dedicado e com um viés mais alternativo para a construção de um ensino-aprendizagem de melhor qualidade. Apesar de não termos concluído nossos projetos por conta da sua partida, dedico este trabalho em sua memória como forma de agradecimento, pois sei que a escolha em trabalhar com esta espécie ia além da ciência, era realização pessoal. Agradeço também toda a família Venturieri pelo acolhimento: Adenilse, Vito, Juliana e Lina.

Ao NEPEA (Núcleo de Ensino Pesquisa e Extensão em Agroecologia) e ao LFDGV (Laboratório de Fisiologia do Desenvolvimento e Genética Vegetal) onde foram realizadas todas as análises laboratoriais. Agradeço também a todos os colegas e amigos envolvidos que de alguma forma contribuíram para o andamento desta pesquisa e o encerramento de mais um ciclo. Meus sinceros agradecimentos a todos!!!

À Universidade Federal de Santa Catarina, por proporcionar estrutura de excelência, cumprindo seu papel como uma instituição pública e de qualidade.

À CAPES por financiar minha bolsa de estudo ao logo deste período, e também por subsidiar a permanência de pesquisadores/cientistas no Brasil. Uma instituição de suporte de extrema importância para a produção científica no País.

RESUMO

As técnicas de cultivo da *Euterpe edulis*, embora bastante pesquisadas e conhecidas, ainda carecem de informações sobre o potencial de desenvolvimento inicial de mudas desta espécie sob condições luminosas distintas e diferentes substratos. Logo, por não existirem registros de estudos focados no desenvolvimento inicial de *Euterpe edulis*, torna-se necessário a identificação e aprimoramento de um sistema produtivo de mudas que assegure uma alta taxa de sobrevivência, bem como o bom desenvolvimento de plântulas dessa espécie. O objetivo do trabalho foi avaliar, aos 12 e 18 meses, o desenvolvimento de mudas de *Euterpe edulis* submetidas a diferentes níveis de sombreamento, com formulações distintas de substratos, com o uso de irrigação. O experimento foi composto por um sistema bifatorial, onde foram avaliados quatro níveis de sombreamento (0%, 30%, 50% e 70%), na parcela principal, e três tipos de substratos na subparcela, com três repetições. Os substratos foram elaborados a partir de diferentes proporções (1:1; 1:3 e 3:1) de cama de equinos e um Latossolo. As mudas de *Euterpe edulis* foram transplantadas, duas em cada vaso, e foram realizadas avaliações ao 12 e 18 meses após o transplante, sendo realizadas as seguintes determinações: diâmetro do caule, altura de planta, matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), acúmulo de nutrientes na MSPA e MSR, além dos atributos químicos dos substratos, como pH em água e índice SMP; teores disponíveis de fósforo (P) e potássio (K); teores trocáveis de alumínio (Al), cálcio (Ca) e magnésio (Mg); carbono orgânico total (COT); e calculados o H+Al, CTC efetiva e potencial, saturação por bases e Al. Os níveis de sombreamento de 30 e 50% para produção de mudas de *Euterpe edulis* se mostraram favoráveis ao bom desenvolvimento das mudas, com os melhores ganhos ao final do período de avaliação em diâmetro de caule, altura de planta e MS. O uso de cama de equino no substrato com maior proporção de cama de equino, se mostrou eficiente como fonte de nutrientes, elevando os teores de COT, Ca e Mg em 300, 200 e 200%, respectivamente, quando comparado ao substrato de menor proporção. O que refletiu nos em maiores ganhos de MS ao final do período de avaliação e visualmente mudas mais vistosas.

Palavras-chave: Esterco de equino, espécie nativa, parâmetros morfológicos.

ABSTRACT

The cultivation techniques of *Euterpe edulis*, although well researched and known, still lack information about the potential for initial development of seedlings of this species under different light conditions and different substrates. Therefore, as there are no records of studies focused on the initial development of *Euterpe edulis*, it is necessary to identify and improve a seedling production system that ensures a high survival rate, as well as the good development of seedlings of this species. The objective of this work was to evaluate, at 12 and 18 months, the development of *Euterpe edulis* seedlings submitted to different levels of shading, with different formulations of substrates, with the use of irrigation. The experiment consisted of a two-factor system, where four levels of shading (0%, 30%, 50% and 70%) were evaluated in the main plot, and three types of substrates in the subplot, with three replications. The substrates were prepared from different proportions (1:1, 1:3 and 3:1) of horse litter and a Latosol. The *Euterpe edulis* seedlings were transplanted, two in each pot, and evaluations were carried out at 12 and 18 months after transplanting, with the following determinations: stem diameter, plant height, shoot dry matter (MSPA), dry matter root dryness (MSR), accumulation of nutrients in MSPA and MSR, in addition to the chemical attributes of the substrates, such as pH in water and SMP index; available levels of phosphorus (P) and potassium (K); exchangeable aluminum (Al), calcium (Ca) and magnesium (Mg) contents; total organic carbon (TOC); and calculated the H+Al, effective and potential CTC, base saturation and Al. The shading levels of 30 and 50% for the production of *Euterpe edulis* seedlings were favorable to the good development of the seedlings, with the best gains at the end of the evaluation period in stem diameter, plant height and DM. The use of horse litter in the substrate with the highest proportion of horse litter proved to be efficient as a source of nutrients, increasing the levels of TOC, Ca and Mg by 300, 200 and 200%, respectively, when compared to the substrate with the lowest proportion. . Which reflected in greater DM gains at the end of the evaluation period and visually more showy seedlings.

Keywords: Horse manure, native species, morphological parameters.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Local do experimento.....	20
Figura 2. Croqui do experimento.....	22
Figura 3. Diâmetro do caule e altura de mudas de <i>Euterpe edulis</i> avaliadas aos 12 e 18 meses após o transplante das mudas. Barras seguidas de letras distintas indicam diferença entre os substratos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, dentro da mesma época de avaliação. A ausência de letras indica que não houve diferença entre os substratos.	26
Figura 4. Teores de matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca de raiz (MSR), influenciados pelos fatores sombra e substratos, avaliados aos 12 e 18 meses após o transplante das mudas.....	27
Figura 5. Teores de N na matéria seca da parte aérea (N-MSPA) e na matéria seca da raiz (N-MSR) influenciados pelos fatores sombra e substratos, avaliados aos 12 e 18 meses após o transplante das mudas. Barras seguidas de letras distintas indicam diferença entre os substratos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, dentro da mesma época de avaliação. A ausência de letras indica que não houve diferença entre os substratos.	29
Figura 6. Teores de P na matéria seca da parte aérea (P-MSPA) e na matéria seca da raiz (P-MSR) influenciados pelos fatores sombra e substratos, avaliados aos 12 e 18 meses após o transplante das mudas. Barras seguidas de letras distintas indicam diferença entre os substratos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, dentro da mesma época de avaliação. A ausência de letras indica que não houve diferença entre os substratos.	30
Figura 7. Teores de K na matéria seca da parte aérea (K-MSPA) e na matéria seca da raiz (K-MSR) influenciados pelos fatores sombra e substrato, avaliados aos 12 e 18 meses. Barras seguidas de letras distintas indicam diferença entre os substratos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, dentro da mesma época de avaliação. A ausência de letras indica que não houve diferença entre os substratos.	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química da cama de equino.....	21
Tabela 2. Análise estatística dos parâmetros morfológicos de diâmetro do caule (\emptyset) e altura de plantas avaliados aos 12 (12M) e aos 18 (18M) meses após o transplante das mudas.	24
Tabela 3. Análise estatística dos parâmetros de matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR) avaliados aos 12 (12M) e aos 18 (18M) meses após o transplante das mudas.....	26
Tabela 4. Análise estatística dos teores de nitrogênio na matéria seca da parte aérea (N-MSPA) e da raiz (N-MSR) avaliados aos 12 (12M) e aos 18 (18M) meses após o transplante das mudas.	28
Tabela 5. Análise estatística dos teores de P na matéria seca da parte aérea (P-MSPA) e da raiz (P-MSR), influenciados pelos fatores sombra e substratos, avaliados aos 12 (12M) e 18 (18M) meses após o transplante das mudas.	30
Tabela 6. Análise estatística dos teores de K na matéria seca da parte aérea (K-MSPA) e da raiz (K-MSR) influenciados pelos fatores sombra e substrato, avaliados aos 12 (12 M) e 18 (18M) meses após o transplante das mudas.	31
Tabela 7. Análise estatística dos fatores sombra e substrato e sua interação para os valores de pH em água e H+Al do solo aos 12 (12M) e 18 meses (18M) após o transplante das mudas.	32
Tabela 8. Valores de pH em relação ao sombreamento das mudas de <i>Euterpe edulis</i> aos 12 e 18 meses após o transplante das mudas.....	33
Tabela 9. Acidez potencial (H+Al) dos substratos aos 12 (12M), e dentro de cada nível de sombreamento, aos 18 meses (18M) após o transplante das mudas.....	33
Tabela 10. Análise estatística dos fatores sombra e substrato sua interação para os teores disponíveis de fósforo (P) e potássio (K) no solo aos 12 (12M) e 18 (18M) meses após o transplante das mudas.....	34
Tabela 11. Teores de P disponível para o fator substrato aos 12 meses (12M) após o transplante das mudas.....	35
Tabela 12. Valores de potássio (K) disponível no substrato avaliado aos 12 meses, e no substrato aos 18 meses dentro de cada nível de sombreamento.....	35
Tabela 13. Análise estatística dos fatores sombra, substrato e sua interação para os teores trocáveis de Ca e Mg no solo aos 12 e 18 meses.....	36
Tabela 14. Teores de Ca trocável nos diferentes substratos na avaliação aos 18 meses (18M), após o transplante das mudas.....	36

Tabela 15. Teores de Ca trocável na interação sombreamento*substrato na avaliação aos 12 meses após o transplante das mudas.....	36
Tabela 16. Análise estatística dos fatores sombra, substrato e suas interações para a CTC efetiva (CTCef) e potencial (CTCpH7,0) no solo nas avaliações aos 12 (12M) e 18 (18M) meses após o transplante das mudas.....	37
Tabela 17. Valores CTC efetiva (CTCef) para a interação substrato*sombra avaliado aos 12 meses(12M) após o transplante das mudas.	37
Tabela 18. Valores de CTCefetiva e CTCpH7,0 do tratamento substrato nas avaliações aos 12 e 18 meses.....	38
Tabela 19. Valores de CTCpH7,0 para as interações substrato*sombreamento na avaliação aos 12 meses após o transplante das mudas.	38
Tabela 20. Análise estatística dos fatores sombra, substrato e suas interações para os teores de carbono orgânico total (COT) e saturação por bases (V%), avaliados aos 12 (12M) e aos 18 (18M) meses após o transplante das mudas.	39
Tabela 21. Teores de carbono orgânico total (COT) nos substratos das avaliações aos 12 e 18 meses.	39
Tabela 22. Valores de saturação por bases (V%) no substrato para as avaliações aos 12 e 18 meses.	40

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação foi oriunda de um experimento idealizado e instalado na propriedade do ex professor de Genética do Centro de Ciências Agrárias, Drº Giorgini Augusto Venturieri (*in memorian*). Após concluir minha graduação, recebi uma proposta de trabalho do professor Giorgini, que recém havia se aposentado, para trabalhar com ele em alguns projetos pessoais em sua propriedade. Entre eles existia o projeto de produção de mudas de palmeira-juçara.

Quando cheguei, o experimento estava sendo implantado em sua segunda fase de execução. A ideia principal do projeto era realizar o melhoramento genético de juçara através da seleção de frutos com maior aptidão para produção de açaí. Sendo assim, na primeira fase do projeto foram coletadas sementes em matrizes oriundas da região do Vale do Itajaí, realizou-se um processo de despolpa e posteriormente deu-se início a um experimento de germinação e sobrevivência de sementes de palmeira-juçara. Dando continuidade, deu-se início ao segundo experimento, onde as sementes germinadas foram transplantadas para vasos, contendo distintas formulações de substratos e acomodadas sob diversos níveis de sombreamento.

Em paralelo à atividade na propriedade do professor, fui aprovado na seleção de mestrado do Programa de Pós Graduação em Agroecossistemas - PPGA. Como não havia nenhum projeto de pesquisa em vista, Giorgini sugeriu em utilizarmos o experimento de juçara para a dissertação, uma vez que a segunda fase do experimento estava recém implantada. Logo após, por complicações decorrentes de doença degenerativa, lamentavelmente, o professor Giorgini veio a falecer. Em meio a um cenário de tristeza e desânimo, mas investido da vontade de honrar as lembranças e sonhos do professor, decidi seguir com a avaliação do experimento, passando a fazer o acompanhamento e coleta de dados ao longo dos 18 meses de duração do mesmo.

Os experimentos foram implantados com recursos particulares, tendo a segunda etapa o auxílio do Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Agroecologia - NEPEA e do Laboratório de Fisiologia do Desenvolvimento e Genética Vegetal - LFDGV para a coleta de dados e análises laboratoriais.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	HIPÓTESE	13
3	OBJETIVOS	14
3.1	Objetivo geral	14
3.2	Objetivo específicos	14
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
4.1	A palmeira-juçara	14
4.2	Produção de mudas	16
4.3	Sombreamento e substratos	16
4.4	Aspectos fisiológicos	17
5	MATERIAL E MÉTODOS	19
5.1	Caracterização do local de estudo e implantação do experimento	19
5.2	Avaliação dos parâmetros morfológicos	22
5.3	Coleta e análises nas plantas	22
5.4	Coletas e análises em amostras de substrato	23
5.5	Análise estatística	24
6	RESULTADO E DISCUSSÃO	24
6.1	Parâmetros morfológicos	24
6.2	Atributos químicos	32
7	CONCLUSÕES	40
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
9	REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

Euterpe edulis Martius, popularmente conhecida como palmeira-juçara ou palmitreiro, é uma espécie nativa do bioma Mata Atlântica de ocorrência típica das florestas do Sul e Sudeste do Brasil. Atualmente é uma das espécies catalogadas como ameaçada de extinção (MARTINELLI & MORAES, 2013) e devido a sua importância, tanto ecológica quanto socioeconômica (REIS et al., 1996; FANTINI et al., 2004), é de grande interesse sua recomposição populacional para restauração de processos ecológicos e, também, extrativista.

A área de Mata Atlântica a nível nacional está fragmentada e reduzida a 22% de sua cobertura original, sendo que apenas 7% desta área encontra-se em boas condições de conservação (BRASIL, 2015). Devido a destruição acelerada deste bioma, ocorre não somente a degradação das populações naturais de *E. edulis*, como também a eliminação das condições adequadas para sua regeneração natural (FISCH, 1998). Apesar de se tratar de um dos principais Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNMs) da floresta Atlântica (PAULILO, 2001; STOIAN, 2004; FANTINI & GURIES, 2007), a acelerada expansão das fronteiras agrícolas, bem como o surgimento de indústrias do ramo de conservas e o desenvolvimento de técnicas para o processamento do palmito, fez com que o extrativismo ocorresse de maneira intensa, quase levando a extinção da espécie no século passado (REIS & REIS, 2000).

Atualmente, muitos municípios do estado de Santa Catarina estão realizando o Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PMMA), uma ação estabelecida pela lei da Mata Atlântica (11.428/2006) que consiste na identificação de áreas prioritárias dentro dos municípios, bem como a recuperação destas áreas. Sendo assim, a palmeira-juçara, por ser uma planta nativa da Mata Atlântica e desempenhar um importante papel ecológico, como o fornecimento de alimento para animais silvestres em épocas de escassez, torna-se uma espécie com alto potencial na recuperação destas áreas. No entanto, ainda são poucos os produtores de mudas de *E. edulis*, principalmente por se tratar de uma espécie climática, que necessita de um estágio sucessional mais avançado e estável para o seu estabelecimento, estágio este denominado de clímax (CONTE et al., 200; ALVES et al., 2005).

A *Euterpe edulis* é uma espécie exigente em sombreamento e pouco tolerante ao déficit hídrico (KLEIN, 1980; FISCH, 1998; OLIVEIRA, 2015), fatores que podem limitar o seu desenvolvimento e provocar uma alta taxa de mortalidade de mudas. Em seu habitat natural esta taxa pode ser superior a 80% (CONTE et al., 2000) e, para ambientes artificiais,

já foram encontradas taxas de mortalidade de 62%, 56% e 8% (NODARI et al., 1999; NEGREIROS & PEREZ, 2004; MARTINS & SALDANHA, 2006). Quanto a utilização de substrato para a produção de mudas desta espécie, Venturi & Paulilo (1998) ao avaliarem a nutrição de plântulas de juçara sob diferentes substratos, identificaram que as mudas desenvolvidas sob um substrato contendo argila, areia e adubo orgânico na proporção de 2:1:4 + solução nutritiva, apresentaram um incremento em mais de 24% na matéria seca total da parte aérea quando comparado ao tratamento controle, irrigado somente com água. Martins Filho et al. (2007), ao avaliarem o desempenho de mudas de *Archontophoenix cunninghamiana* (palmeira-real) e *Bactris gasipaes* (pupunha) em nove combinações de substratos, observaram que para grande parte das variáveis analisadas como, por exemplo, diâmetro a altura do colo (DAC) e número de folhas, os substratos que continham em sua composição resíduos de dejetos de animais como fonte de matéria orgânica apresentaram os melhores índices. Além disso, sabe-se que por caracterizar-se como uma espécie de sombra, mudas de *E. edulis* conduzidas sob níveis de sombreamento intermediários, apresentam melhores desempenhos, como por exemplo maior altura, diâmetro a altura do colo, além de condições fotossintéticas mais favoráveis ao seu desenvolvimento (REITZ et al., 1978; NODARI, 1999; PAULILO, 2000; BRAHM, 2010).

Embora as técnicas de cultivo e manejo de *Euterpe edulis* já estejam elucidadas, ainda são escassas as informações sobre o desenvolvimento inicial e potencial produtivo de mudas desta espécie conduzidas sob diferentes níveis de sombreamentos e em substratos com o uso de irrigação. Logo, por serem restritos e individualizados, no sentido de não contemplarem em um mesmo estudo estas duas variáveis, para avaliação do desenvolvimento inicial de *Euterpe edulis*, torna-se importante a identificação e o aprimoramento de um sistema produtivo de mudas, que além de assegurar uma alta taxa de sobrevivência de plântulas, também garanta o crescimento e o desenvolvimento das mudas.

Ao avaliar o comportamento desta espécie em ambientes distintos das suas condições naturais pode-se inferir quais fatores possibilitam o alcance de melhores índices de sobrevivência, assim como bom desenvolvimento de mudas além de identificar o conjunto de fatores edafoclimáticos mais apropriados à produção destas mudas, ou seja, o substrato que melhor favorece o desenvolvimento inicial de mudas, bem como a melhor condição luminosa para o seu crescimento.

2 HIPÓTESE

Mudas de palmeira-juçara cultivadas entre níveis de 30 e 50% de sombreamento apresentarão valores de DAC, número de folhas e altura de planta superiores ao tratamento a pleno sol. Além disso, os substratos contendo a maior proporção de resíduo orgânico em sua composição apresentarão maiores incrementos de nos teores de P, K, Ca e Mg, tanto no solo quanto no tecido das plantas.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar, aos 12 e 18 meses, o desenvolvimento de mudas de *Euterpe edulis* submetidas a diferentes níveis de sombreamento, com formulações distintas de substratos, com o uso de irrigação.

3.2 Objetivo específicos

- 1 Mensurar o diâmetro na altura do colo (DAC) e altura de planta de mudas de *Euterpe edulis*;
- 2 Quantificar a produção de massa seca e o acúmulo de nutrientes na parte aérea e raízes de *Euterpe edulis*;
- 3 Avaliar os atributos químicos dos substratos e efeitos nas raízes e parte aérea das plantas de *Euterpe edulis*;
- 4 Identificar qual combinação de fatores, sombreamento e substrato, melhor favorece o crescimento e desenvolvimento das mudas de *Euterpe edulis*.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 A palmeira-juçara

A *Euterpe edulis* (Mart.), popularmente conhecida no Sul do Brasil por "juçara", é uma espécie de palmeira nativa do Brasil pertencente ao bioma Mata Atlântica. Trata-se de uma árvore cuja altura pode alcançar até 12 m, com um caule cilíndrico que varia de 10 a 15

cm de diâmetro quando adulta, possuindo folhas pinadas podendo ter até 72 pares de pinas, e com propagação exclusivamente via semente (LORENZI, 2015). Normalmente apresenta um tronco liso, não cespitosa, de coloração acinzentada e com uma seção esverdeada no ápice de onde saem as folhas, também chamadas de frondes. Esta seção de coloração verde, geralmente, é mais espessa que o próprio tronco e pode atingir até 3 m de comprimento (LORENZI, 2004). É no interior desta seção da planta que se encontra o meristema apical da planta, também denominado de palmito. A floração varia conforme a região de ocorrência mas, em geral, ocorre de setembro a janeiro, sendo que enquanto as infrutescências estão se desenvolvendo, novas inflorescências são emitidas sequencialmente, podendo chegar a um máximo de 5 panículas por indivíduo adulto (FISCH, 1998; HENDERSON, 2000; LORENZI, 2004).

A exploração da palmeira-juçara é uma atividade com grande impacto social nas regiões Sudeste e Sul do Brasil (PAULILO, 2000). Além do palmito, a juçara também produz uma expressiva quantidade de frutos, que servem de alimento para fauna local, de modo a atuar na manutenção do equilíbrio ecológico destes ambientes (REIS et al., 1996; REIS & KAGEYAMA, 2000). Estes frutos também podem ser utilizados na alimentação humana, que pela extração de sua polpa, assim como ocorre com os frutos de *Euterpe Oleracea*, obtêm-se o "vinho de açaí" (MAC FADDEN, 2005; LORENZI, 2015). Por conta destas características alimentícias, esta espécie ainda sofre intensa exploração predatória, principalmente com a retirada do palmito. Por ser uma prática em que se faz o corte raso da planta, sua regeneração torna-se inviável pois, como relatado anteriormente, trata-se de uma espécie com estipe único, contendo apenas um meristema apical (CONTE, 2004; LORENZI, 2004).

Alguns autores, em estudos realizados com esta espécie, recomendam que o processo mais adequado para a exploração da palmeira-juçara seria através do manejo sustentável (FLORIANO et al., 1988; REIS et al., 2000). A comercialização dos frutos de *Euterpe edulis*, em forma de polpa de açaí, além de garantir a perpetuação da espécie, é alternativa de renda para os agricultores (Mc FADENN, 2005). O manejo sustentável é a alternativa mais eficaz para evitar o risco de extinção da espécie em seu estado natural, garantindo renda às famílias extrativistas e, ao mesmo tempo, assegurando o desempenho ecológico da espécie no ecossistema (REIS et al., 1993). A utilização desta espécie no florestamento ainda é insignificante, no entanto vem sendo bastante utilizada em sistemas agroflorestais (SAF's), como já relatado por alguns autores (FILHO 2001; VIVAN., 2002; FAVRETO., 2010; DORNELES et al., 2013).

4.2 Produção de mudas

Embora as técnicas de cultivo da palmeira-juçara sejam bastante estudadas e difundidas, poucas são as informações que discorrem sobre o desenvolvimento inicial e potencial agrônomo de mudas desta espécie, principalmente quando cultivadas em substratos, em especial aqueles formulados pela combinação de solo e resíduos orgânicos. Medeiros et al. (2010) já relataram que a produção de mudas dessa palmeira ainda é inexpressiva, sendo insuficiente para atender a demanda de mercado, bem como as ações municipais no que diz respeito às políticas de recuperação de áreas degradadas da Mata Atlântica. Esses fatores podem vir a estimular pessoas a iniciarem uma produção de mudas a nível comercial nas diversas regiões de ocorrência da espécie. O que contribuirá para um aumento significativo na oferta de mudas e, havendo a implantação dessas ações que visam a recuperação de áreas prioritárias, certamente haverá um ganho não só econômico mas também ecológico.

Um dos fatores mais importantes no povoamento florestal é a qualidade da muda produzida, pois refletirá mais adiante na produtividade e na qualidade final do produto (TRAZZI et al., 2013). Desta forma, é imprescindível para um bom resultado, o uso de técnicas e materiais que sejam eficientes e contribuam para produção de uma muda bem formada. No entanto, ao se tratar especificamente de mudas de *Euterpe edulis*, um dos principais desafios encontram-se na baixa taxa de sobrevivência de plântulas, assim como a grande desuniformidade na germinação (REIS et al., 1999; CORDER & SALDANHA, 2006). Sendo assim, para que ocorra uma expansão no plantio comercial de *E. edulis*, é preciso que se tenha a identificação do conjunto de fatores mais propícios para o desenvolvimento e a formação de mudas de qualidade desta espécie. Devendo serem considerados fatores como, substrato, luz e disponibilidade de água neste processo.

4.3 Sombreamento e substratos

A palmeira-juçara é uma espécie que possui adaptação específica, dependendo tanto de fatores bióticos quanto abióticos, sendo extremamente exigente à sombra e pouco tolerante ao déficit hídrico (KLEIN 1980; FISCH 1998; OLIVEIRA 2015). Segundo Peixoto (1986), independentemente da forma de propagação escolhida para multiplicação de uma espécie vegetal, é importante a escolha de um substrato adequado. Na produção de mudas em

recipientes, devido ao espaço limitado para o crescimento das raízes, os substratos devem ser capazes de garantir o fornecimento intermitente de água, oxigênio e nutrientes para as mudas (FERMINO, 2002). Grande parte dos substratos utilizados na produção de mudas são formulados a partir da utilização de turfa como componente principal, porém, de acordo com Baumgarten (2002), devido principalmente a fatores ambientais, tem-se aumentado os esforços na busca por materiais mais sustentáveis visando à substituição deste material.

Como alternativa, os resíduos orgânicos, em específico os de origem animal, podem atender plenamente esta demanda por estarem disponíveis em grandes quantidades na maioria das propriedades rurais, aliado ao fato de apresentarem boa concentração de nutrientes, bem como uma liberação de forma mais gradativa. Atrelado a isso, os substratos devem apresentar baixo custo, boa disponibilidade na região, além de características físico químicas que permitam o bom desenvolvimento da espécie (BOOMAN, 2000; GONÇALVES et al., 2000). Neste sentido, a grande disponibilidade de cama de equinos no norte da ilha de Santa Catarina, devido à presença de hípicas e de muitos haras, torna este subproduto uma alternativa viável como um dos componentes na formulação de substratos. Santos (2016), ao avaliar a compostagem da cama de cavalo para uso como substratos na produção orgânica de mudas de hortaliças, verificou a eficiência do mesmo para as culturas da alface, beterraba e tomate.

Euterpe edulis é uma espécie que exige certo nível de sombreamento e elevada disponibilidade de água (KLEIN 1980; FISCH 1998; OLIVEIRA 2015), fatores que podem afetar a fisiologia de mudas, de modo a limitar seu desenvolvimento. Quanto à necessidade e exigência de sombra requerida pela espécie, muitos trabalhos já realizados constataram que quando cultivadas sob algum nível de sombra apresentam melhor desenvolvimento, quando comparadas com cultivo a pleno sol (NODARI et al., 1999; PAULILO 2001; FILHO 2001; MEDEIROS et al., 2010). Araujo et al. (2019), em estudo avaliando o desenvolvimento de mudas de *Euterpe oleraceae* conduzidas em 4 níveis de sombreamento e 5 doses de fertilizante, obtiveram os melhores resultados no que diz respeito a qualidade de muda final, nos tratamentos com 30 e 50% de sombreamento.

4.4 Aspectos fisiológicos

Estudos como os de Lee et al. (1997) e Osunkoya & Ash (1991) relatam que plantas que se desenvolvem no interior das florestas estão sujeitas a variações na quantidade de luz

recebida, podendo essa disponibilidade variar de acordo com o passar das horas do dia, conforme a estação do ano, com a ação do vento incidindo sob a copa das árvores ou até mesmo pela abertura natural de clareiras. Assim como ocorre com as demais espécies vegetais, a palmeira-juçara também tende a expressar respostas fisiológicas quando submetida a variações ambientais. Quanto à oscilação na disponibilidade de luz, estas respostas comumente tendem a ser evidenciadas com alterações físicas e químicas nas folhas (OSUNKOYA et al., 1994) interferindo diretamente na fotossíntese, na razão clorofila *a/b*, espessura foliar, densidade estomática e também na alocação de biomassa produzida (POPMA & BONGERS, 1991; GATTI et al., 2011). Lavinski et al. (2015) ao analisarem a aclimação de plântulas de *Euterpe edulis* às mudanças na disponibilidade de luz, concluíram que plântulas aclimatadas a um sub bosque, quando submetidas a uma mudança súbita na disponibilidade de luz, apresentaram inicialmente uma fotoinibição devido a redução do rendimento quântico máximo do fotossistema II (F_V/F_M), levando mais de 21 dias para normalizar e superar este estresse ambiental.

A água tem um papel fundamental na manutenção do turgor nas células, pois permite a continuidade dos processos vegetativos, como a expansão e divisão celular, e a fotossíntese (OLIVEIRA, 2015). Quanto à indisponibilidade de água no ambiente para as plantas, o crescimento e desenvolvimento das estruturas vegetais podem ser comprometidas, resultando principalmente em alterações morfofisiológicas. Geralmente, como estratégia fisiológica em minimizar perdas de água por evapotranspiração, ocorre a redução da biomassa total produzida, além do aumento na razão sistema radicular/parte aérea (KOZLOWSKI & PALLARDY, 2002). Estudos realizados com outras espécies de palmeiras, como o açazeiro (*Euterpe oleraceae*), dendê (*Elaeais guineenses*), coqueiro (*Cocos nucifera*) e pupunha (*Bactris basipaes*) indicaram que o uso de um sistema de irrigação foi determinante para uma melhor produtividade, em especial em regiões com disponibilidade de água limitada, (LIYANAGE & MATHES 1989; RAMOS et al., 2004), provocando redução na densidade estomática, menor número de folhas além de menor porte (CORDEIRO et al., 2012; VIANA et al., 2019).

Em relação aos substratos, estes podem interferir diretamente no crescimento e desenvolvimento vegetal, por isso sua escolha deve ponderar fatores como as características físico químicas, que atendam às necessidades da espécie, de modo a favorecer principalmente um bom desenvolvimento radicular (MARTINS FILHO et al., 2007), além de considerar o fator econômico, onde tenha um custo reduzido e uma alta disponibilidade (FONSECA et al.,

2001). De acordo com Caldeira et al., (2008), a fase sólida de um substrato deve ser constituída por uma combinação de partículas minerais e orgânicas, que além de servir como meio de sustentação possua uma capacidade adequada de retenção de nutrientes, água, oxigênio e um pH que seja favorável.

A utilização de resíduos orgânicos ao solo é realizada com o objetivo de elevar os teores de nutrientes disponíveis às plantas, além de ser uma maneira mais eficiente de dar um destino mais adequado a estes resíduos, oriundo muitas vezes de atividades agropecuárias. De modo geral, essa utilização de resíduos proporciona melhorias nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo (MYLAVARAPU & ZINATI, 2009; TEJADA et al., 2009). Onde nos atributos químicos os principais efeitos são o aumento nos valores de pH do solo, incremento nos teores de matéria orgânica e nutrientes como N, P, K, Ca, Mg, que por estarem presentes no resíduo podem ser disponibilizados às plantas (MYLAVARAPU & ZINATI, 2009; SCHERER et al., 2010; LOURENZI et al., 2011; LOURENZI et al., 2013).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Caracterização do local de estudo e implantação do experimento

O experimento foi implantado em agosto de 2018 no município de Florianópolis (27°48'43" S e 48°43'85" W) em um sítio de propriedade particular localizado no bairro Vargem Grande, ao norte da ilha de Santa Catarina (Figura 1). O clima da região é do tipo Cfa (clima subtropical úmido), com verões quentes, conforme classificação climática de Köppen. Anualmente se tem uma temperatura média de 20 °C e uma precipitação média de 1600 mm.

Figura 1. Local do experimento.



Fonte: Google maps

Em uma área adjacente ao local do experimento existe um lago artificial onde já existia uma criação de peixes (tilápias da linhagem GIFT) juntamente com a criação de alguns patos, da linhagem Paissandu. A água deste lago foi utilizada para a irrigação das mudas do experimento.

As mudas utilizadas no experimento foram oriundas de sementes coletadas em matrizes situadas na região metropolitana de Joinville - SC. Estas coletas foram um trabalho preliminar ao experimento, que visava à seleção de sementes para um melhoramento genético na população de *E. edulis* com melhor aptidão dos frutos para exploração do açaí.

O experimento foi composto por três blocos dispostos de maneira casualizada em um sistema de parcela subdividida em que os fatores testados foram: quatro níveis de sombreamento (fator principal) e três composições de substratos (subparcela), conforme croqui apresentado na Figura 2.

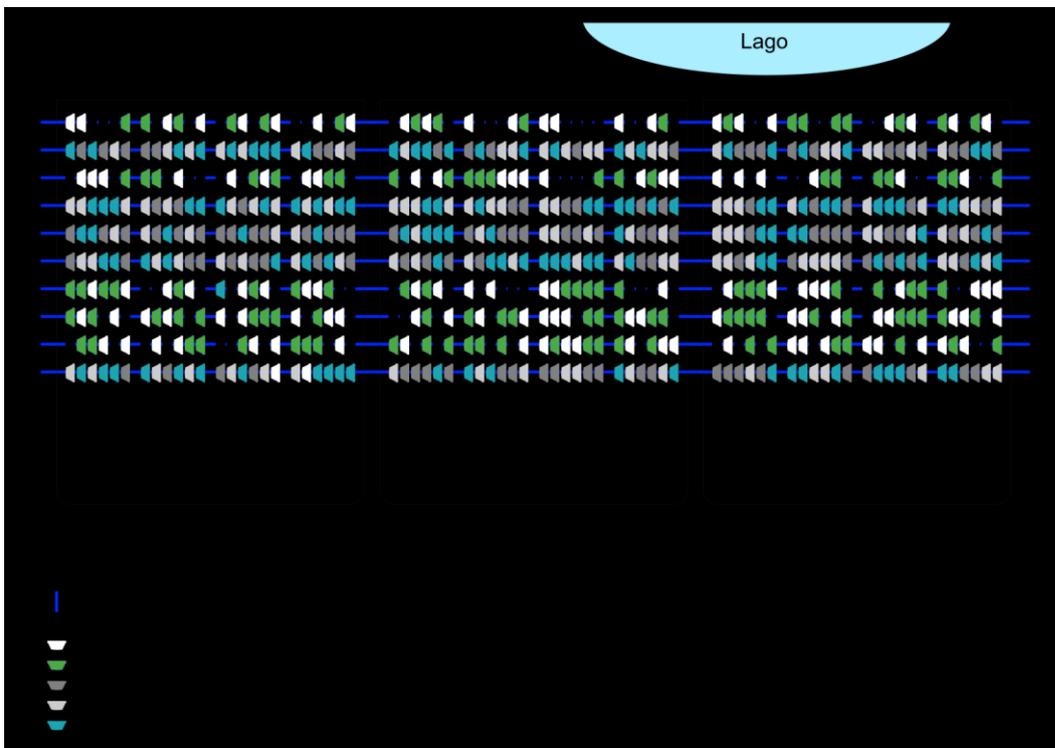
Para os diferentes níveis de sombreamento foram utilizados três tipos de sombrites, que tinham a capacidade de “filtrar” a radiação solar em 30%, 50% e 70%, havendo também um tratamento a pleno sol, sem a utilização de sombrite. Quanto ao substrato, foram testados 3 tipos de substratos com os mesmos componentes, variando-se apenas a proporção entre eles, sendo obtidos a partir da mistura de cama de baias de equinos curtida com um Latossolo vermelho, nas proporções de 1:1, 1:3 e 3:1 (volume/volume). A cama de equino utilizada nas misturas passou por caracterização química logo após a implantação do experimento (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química da cama de equino.

pH	SMP	H+Al -----cmol _c dm ⁻³ -----	CTC _{pH7,0}	Ca	Mg	P	K	COT g kg ⁻¹
6,23	6,81	1,73	7,32	2,80	1,70	3,14	1,09	90,8

Para implantação do sistema de irrigação foram dispostas 10 fitas gotejadoras. Para isso, a água do lago foi canalizada, passando por um sistema de filtragem, para não entupir os gotejadores, antes de ser bombeada para os vasos. Foram utilizadas 2 bombas periféricas da marca Ferrari (modelo acquapump) para o bombeamento da água. O acionamento do sistema de irrigação ocorreu de modo automático, por meio de um timer digital, com prévia programação. No final do sistema haviam torneiras, com o objetivo de auxiliar na manutenção das linhas, bem como permitir a utilização de um manômetro para a calibração da pressão/vazão todas as linhas. Cada parcela foi composta por 60 vasos, totalizando 720 vasos no experimento. Até os 12 meses, os vasos foram mantidos dentro de estruturas de madeira com 1,5 m largura x 4,0 m comprimento x 1,0 m altura, exceto nos tratamentos sem a utilização de sombrite. Após 12 meses, foi necessário aumentar a altura das estruturas, pois em alguns tratamentos as mudas já estavam tocando o sombrite, o que poderia gerar um estresse ambiental maior para as mudas.

Figura 2. Croqui do experimento.



5.2 Avaliação dos parâmetros morfológicos

Para a avaliação dos parâmetros morfológicos das mudas de *Euterpe edulis* foram coletados dados de diâmetro do caule, altura de planta, além de matéria fresca (MF) e matéria seca (MS), tanto da parte aérea quanto da raiz. Todas as avaliações se deram aos 12 e 18 meses após o transplante das mudas para os vasos.

O diâmetro do caule foi obtido por meio de medição manual, com o auxílio de um paquímetro digital. Para obtenção da altura foi utilizada uma régua milimetrada, sendo considerada a medida do solo ao ponto de inserção no caule da folha mais nova. Já em relação ao número de folhas foi realizada a contagem do número de folhas funcionais, ou seja, considerando todas as folhas desenvolvidas (abertas), com coloração verde e sem danos estruturais. As coletas de dados ocorreram em todas as plantas presentes na parcela em cada época de avaliação, aos 12 e 18 meses após o transplante das mudas.

5.3 Coleta e análises nas plantas

Em cada momento de avaliação (12 e 18 meses), foram coletadas cinco mudas por tratamento (mesmo sombreamento e mesmo substrato), com três repetições, sendo retiradas

trinta mudas por parcela, totalizando 360 mudas por coleta. As mudas foram cortadas rente ao solo com o auxílio de uma tesoura de poda, para separação da parte aérea da raiz. O substrato envolvendo a raiz foi removido para obtenção somente da raiz que, posteriormente, foi lavada para remoção total de partículas de solo. Foi realizada, ainda a campo, com o auxílio de uma balança, a pesagem desse material para obtenção da matéria fresca da raiz (MFR) e da parte aérea (MFPA). Posterior a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel, identificadas e transportadas para o Laboratório de Solo, Água e Tecidos Vegetais do Departamento de Engenharia Rural da UFSC, onde foram colocadas para secagem em estufa a 65°C até atingirem peso constante. Após secas, foram pesadas novamente para obtenção da matéria seca das raízes (MSR) e da parte aérea (MSPA), sendo posteriormente trituradas separadamente em moinho para obtenção de amostras viáveis às análises químicas.

A MSPA e MSR foram submetidas à digestão ácida sulfúrica, conforme descrito em Tedesco et al. (1995), sendo no extrato ácido quantificados os teores totais de N, P e K. Para a obtenção dos teores totais de N, 20 mL de alíquota foram destilados em destilador Micro Kjeldahl sendo, aproximadamente, 35 mL do destilado coletado em recipiente contendo 5 mL de ácido bórico e titulado com H_2SO_4 0,025 mol L⁻¹. Os teores de P no extrato ácido foram quantificados por análise colorimétrica, conforme descrito por Murphy & Riley (1962), enquanto os teores de K foram determinados em fotômetro de chama (ANALYSER 9386/20).

5.4 Coletas e análises em amostras de substrato

A amostragem do substrato foi realizada aos 12 e aos 18 meses de avaliação. Como o substrato estava contido dentro dos vasos, o mesmo foi removido, destorroado e homogeneizado para posterior coleta da amostra de, aproximadamente, 400g. Para cada tratamento foram coletadas 5 amostras, totalizando 30 amostras por parcela em cada período de coleta. Após a coleta as amostras foram ensacadas, etiquetadas e transportadas para o Laboratório de Solo, Água e Tecidos Vegetais do Departamento de Engenharia Rural da UFSC, onde foram colocadas para secagem em estufas a 45°C, destorroadas e passadas em peneira com malha de 2 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). Na TFSA foram determinados os seguintes parâmetros; pH em água (1:1), índice SMP, teores disponíveis de P e K (extraídos por Mehlich 1), teores trocáveis de Al, Ca e Mg (extraídos por KCl 1 mol L⁻¹), conforme Tedesco et al. (1995).

Nos extratos obtidos, os teores de P foram determinados por colorimetria (Murphy & Riley, 1962), os teores de K em fotômetro de chama, os teores de Al foram obtidos após titulação de 25 mL do extrato com NaOH 0,0125 mol L⁻¹ e os teores de Ca e Mg foram obtidos em espectrofotômetro de absorção atômica (EAA). A partir dos dados obtidos foram calculadas a acidez potencial (H+Al), saturação por bases (V%) e por Al (Al%), capacidade de troca de cátions potencial (CTC_{pH 7,0}), conforme equações apresentadas pela CQFS-RS/SC (2016). Também foram determinados os teores de carbono orgânico total (COT), com posterior transformação para teores de matéria orgânica do solo (MOS) (Embrapa, 1997).

5.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando observadas diferenças significativas entre os diferentes níveis de sombreamento, as médias foram submetidas a análise de regressão, e quando observadas diferenças na comparação entre os substratos, as médias foram submetidas ao teste de média Tukey, com 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2003). Também foi avaliado a interação entre os fatores “nível de sombreamento” e “substrato”, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

6 RESULTADO E DISCUSSÃO

6.1 Parâmetros morfológicos

Os parâmetros diâmetro de caule e altura de plantas foram afetados pelo fator sombra nas duas épocas de avaliação, indicando uma alta influencia deste fator sob estas variáveis (Tabela 2). Já para o fator substrato, houve efeito significativo somente para diâmetro de caule na avaliação realizada aos 12 meses. Também foi possível observar interação significativa entre os fatores “substrato*sombra”, em ambas as avaliações, para o diâmetro de caule, e aos 18 meses para a altura das plantas.

Tabela 2. Análise estatística dos parâmetros morfológicos de diâmetro do caule (\emptyset) e altura de plantas avaliados aos 12 (12M) e aos 18 (18M) meses após o transplante das mudas.

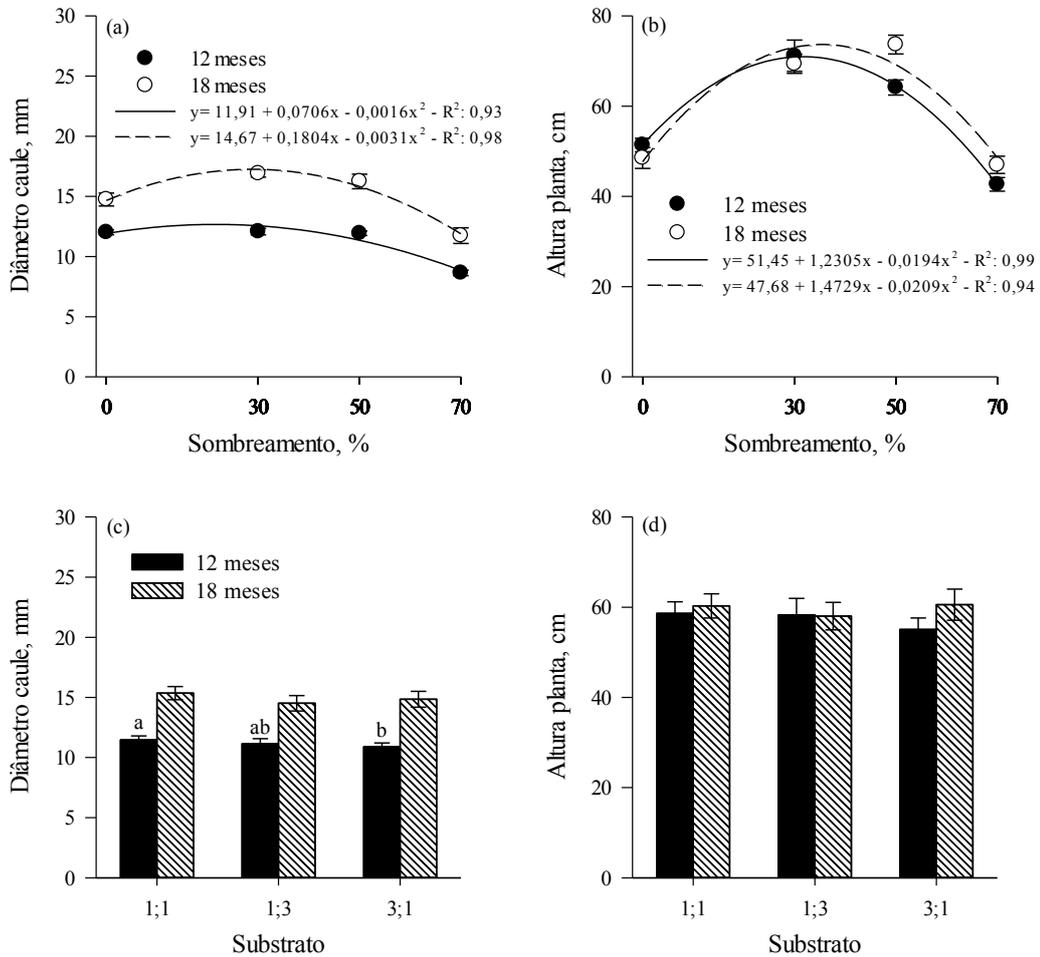
Fator	\emptyset Caule 12M	\emptyset Caule 18M	Altura 12M	Altura 18M
-------	-----------------------	-----------------------	------------	------------

Bloco	0,7558	0,0903	0,3788	0,2673
Sombra	0,0012*	0,0141*	0,0009*	0,0019*
Substrato	0,0389*	0,2220	0,3078	0,4424
Sub*Sombra	0,0039*	0,0121*	0,1631	0,0690*
CV 1, %	13,70	24,44	19,24	22,88
CV 2, %	6,75	11,22	15,27	12,59
Média Geral	11,17	14,91	57,35	59,64

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Os sombreamentos 30 e 50% foram responsáveis pelos maiores valores de diâmetro de caule e altura de planta nas duas avaliações realizadas (Figura 3a e 3b). Já o fator substrato não apresentou efeito sobre os parâmetros avaliados, mostrando valores para diâmetro de caule semelhantes, independente do substrato utilizado, (Figura 3c). Quanto à altura de planta também não houve efeito para o substrato em ambas as avaliações (Figura 3d).

Figura 3. Diâmetro do caule e altura de mudas de *Euterpe edulis* avaliadas aos 12 e 18 meses após o transplante das mudas. Barras seguidas de letras distintas indicam diferença entre os substratos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, dentro da mesma época de avaliação. A ausência de letras indica que não houve diferença entre os substratos.



Em relação a matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR), apenas o fator sombra apresentou efeito sobre esses parâmetros na avaliação realizada aos 12 meses (Tabela 3, Figura 4). Uma vez que os teores de matéria seca são influenciados pela quantidade de luz recebida (energia solar) e, posteriormente, convertida em compostos que farão o incremento de biomassa, já era de se esperar que a MSPA e MSR fossem diretamente afetadas por este fator em específico.

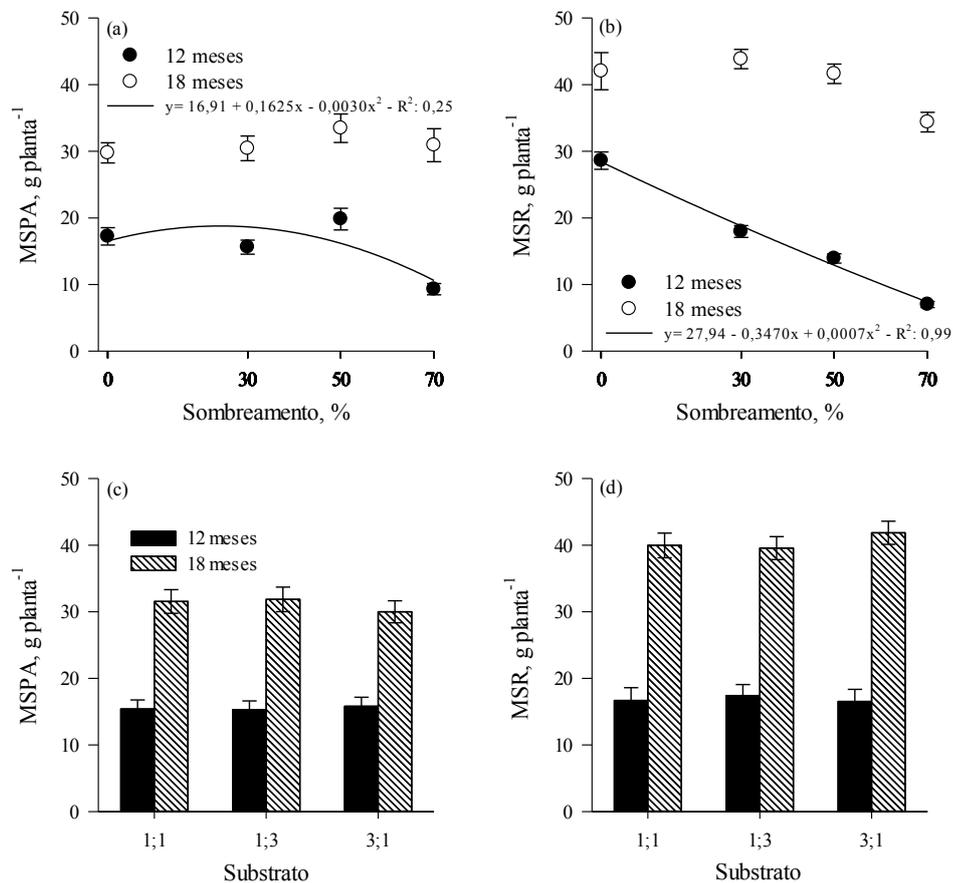
Tabela 3. Análise estatística dos parâmetros de matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR) avaliados aos 12 (12M) e aos 18 (18M) meses após o transplante das mudas.

Fator	MSPA – 12M	MSPA – 18M	MSR – 12M	MSR – 18M
-------	------------	------------	-----------	-----------

Bloco	0,0084	0,3662	0,0616*	0,0082*
Sombra	0,0031*	0,7697	0,0001*	0,2800
Substrato	0,5080	0,1988	0,9317	0,7547
Sub*Sombra	0,3578	0,6053	0,9700	0,3944
CV 1, %	31,04	49,80	33,20	22,54
CV 2, %	44,00	30,92	26,95	22,78
Média Geral	16,68	31,25	16,8	39,63

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Figura 4. Teores de matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca de raiz (MSR), influenciados pelos fatores sombra e substratos, avaliados aos 12 e 18 meses após o transplante das mudas.



Para avaliação nutricional das mudas de *Euterpe edulis*, com ênfase ao N, foi possível observar efeitos significativos para o fator sombra na matéria seca da parte aérea (N-MSPA) e na matéria seca das raízes (N-MSR), na avaliação realizada aos 12 meses (Tabela 4). Já o substrato, avaliado isoladamente, apresentou efeito apenas para avaliação de N-MSPA aos 18

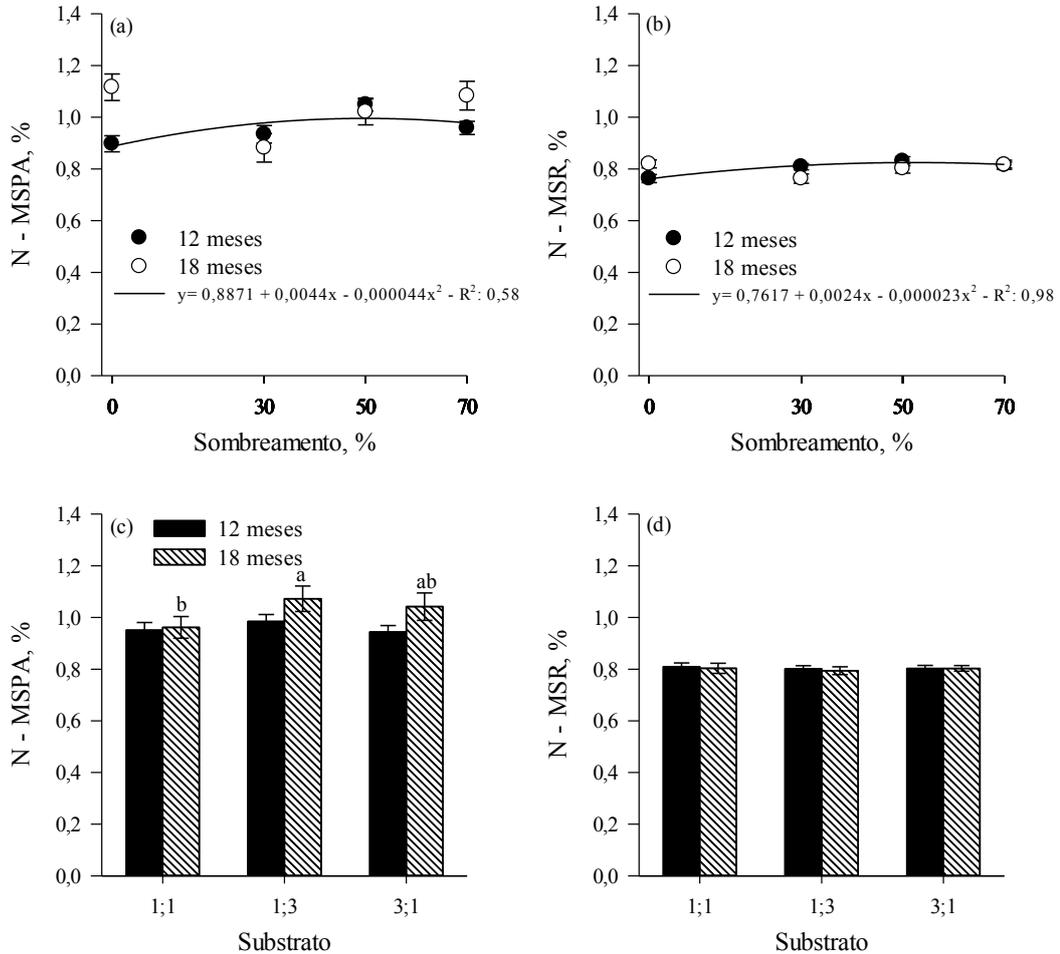
meses. A interação “substrato*sombra” também apresentou efeito para os teores de N-MSR para ambas as épocas de avaliação (Tabela 4).

Tabela 4. Análise estatística dos teores de nitrogênio na matéria seca da parte aérea (N-MSPA) e da raiz (N-MSR) avaliados aos 12 (12M) e aos 18 (18M) meses após o transplante das mudas.

Fator	N-MSPA – 12M	N-MSPA – 18M	N-MSR – 12M	N-MSR – 18M
Bloco	0,0044*	0,0093*	0,1279	0,0067*
Sombra	0,0441*	0,1217	0,0213*	0,0509
Substrato	0,2387	0,0489*	0,8726	0,8600
Sub*Sombra	0,2133	0,5385	0,0373*	0,0290*
CV 1, %	12,7	25,07	5,76	6,35
CV 2, %	9,18	15,29	7,15	8,15
Média Geral	0,96	1,02	0,80	0,80

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Figura 5. Teores de N na matéria seca da parte aérea (N-MSPA) e na matéria seca da raiz (N-MSR) influenciados pelos fatores sombra e substratos, avaliados aos 12 e 18 meses após o transplante das mudas. Barras seguidas de letras distintas indicam diferença entre os substratos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, dentro da mesma época de avaliação. A ausência de letras indica que não houve diferença entre os substratos.



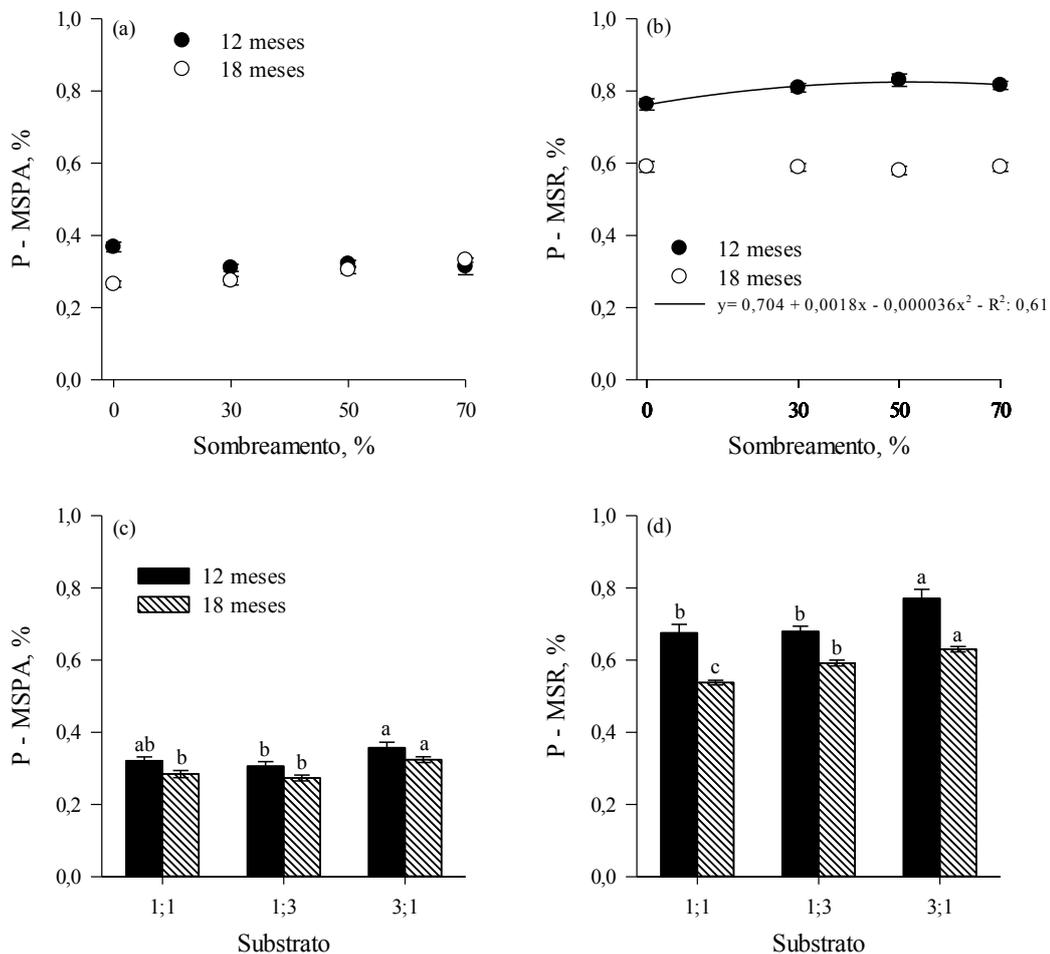
Em relação aos teores de P, tanto na matéria seca da parte aérea (P-MSPA) quanto na matéria seca da raiz (P-MSR), quando considerado apenas o fator substrato, foram observados efeitos significativos em ambas as épocas de avaliação (Tabela 5), com maiores teores sendo observados no substrato com proporção 3:1 (Figura 6e e 6f). Já Para o fator sombra, apenas o P-MSR, aos 12 meses, se mostrou significativo, com maiores teores observados no sombreamento de 50% (Tabela 5, Figura 6b).

Tabela 5. Análise estatística dos teores de P na matéria seca da parte aérea (P-MSPA) e da raiz (P-MSR), influenciados pelos fatores sombra e substratos, avaliados aos 12 (12M) e 18 (18M) meses após o transplante das mudas.

Fator	P-MSPA – 12M	P-MSPA – 18M	P-MSR – 12M	P-MSR – 18M
Bloco	0,5062	0,9607	0,0325*	0,1154
Sombra	0,1120	0,2169	0,0196*	0,6046
Substrato	0,0143*	0,0000*	0,0018*	0,0000*
Sub*Sombra	0,4699	0,3549	0,0559*	0,1764
CV 1, %	19,78	30,98	8,25	4,40
CV 2, %	18,28	7,23	14,01	6,08
Média Geral	0,33	0,29	0,71	0,59

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Figura 6. Teores de P na matéria seca da parte aérea (P-MSPA) e na matéria seca da raiz (P-MSR) influenciados pelos fatores sombra e substratos, avaliados aos 12 e 18 meses após o transplante das mudas. Barras seguidas de letras distintas indicam diferença entre os substratos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, dentro da mesma época de avaliação. A ausência de letras indica que não houve diferença entre os substratos.



O P, para todos os fatores em questão, quantitativamente se mostrou mais elevado no sistema radicular das mudas do que na parte aérea. Isso pode ser explicado pelos altos valores deste nutriente também encontrado na análise química dos substratos (Tabela 1), que certamente teve como origem a cama de equino utilizada na composição dos substratos.

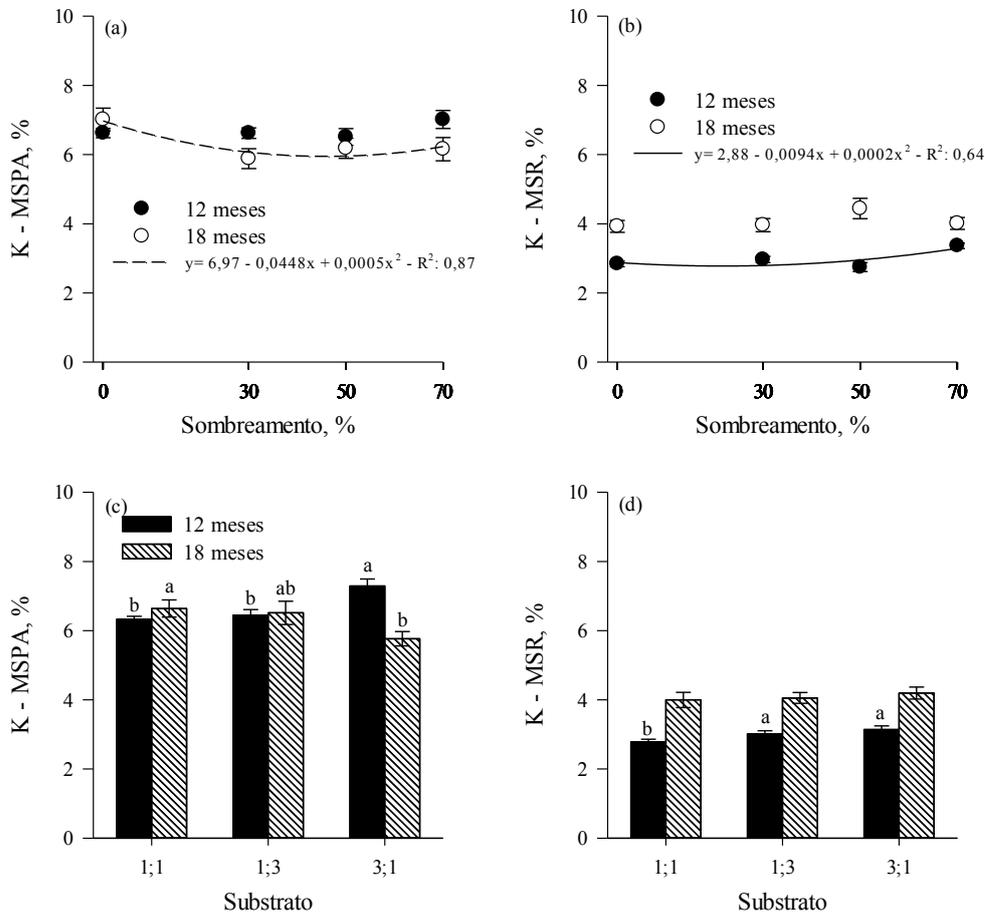
Para os teores de K na matéria seca da parte aérea (K-MSPA) e da raiz (K-MSR), ambos os fatores, sombra e substrato, apresentaram efeitos significativos (Tabela 6). Para o fator sombra, foi possível observar efeito para o K-MSPA, na avaliação realizada aos 18 meses, e no K-MSR, na avaliação realizada aos 12 meses, com maiores teores sendo observados a pleno sol e com sombreamento de 50%, respectivamente (Figura 7a, 7b). Já o substrato apresentou efeito nos teores de K-MSPA em ambas as épocas de avaliação e em K-MSR somente na avaliação realizada aos 12 meses (Tabela 6), onde os maiores teores de K-MSPA foram observados no substrato 3:1 e, para K-MSR, nos substratos 1:3 e 3:1 (Figura 7e, 7f).

Tabela 6. Análise estatística dos teores de K na matéria seca da parte aérea (K-MSPA) e da raiz (K-MSR) influenciados pelos fatores sombra e substrato, avaliados aos 12 (12 M) e 18 (18M) meses após o transplante das mudas.

Fator	K-MSPA – 12M	K-MSPA – 18M	K-MSR – 12M	K-MSR – 18M
Bloco	0,8841	0,0160*	0,0067*	0,0042*
Sombra	0,5836	0,0422*	0,0118*	0,5142
Substrato	0,0000*	0,0313*	0,0011*	0,1950
Sub*Sombra	0,2903	0,2244	0,9751	0,1194
CV 1, %	16,75	14,48	12,77	27,09
CV 2, %	10,60	19,06	10,68	7,36
Média Geral	6,69	6,31	2,98	4,08

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Figura 7. Teores de K na matéria seca da parte aérea (K-MSPA) e na matéria seca da raiz (K-MSR) influenciados pelos fatores sombra e substrato, avaliados aos 12 e 18 meses. Barras seguidas de letras distintas indicam diferença entre os substratos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, dentro da mesma época de avaliação. A ausência de letras indica que não houve diferença entre os substratos.



6.2 Atributos químicos

Para o pH não foram observados efeitos dos fatores testados em nenhuma das épocas avaliadas (Tabela 7). Considerando o fator sombra, os valores de pH aos 12 meses, variaram de 6,2 a 6,4, tendo uma variação de apenas 0,2 pontos na escala de pH. O mesmo se repetiu para a avaliação aos 18 meses, onde essa variação foi ainda menor, de apenas 0,1 na escala de pH, indo de 6,6 a 6,7 (Tabela 8). Esta pequena oscilação reflete o baixo coeficiente de variação (CV) encontrado nesta análise, assegurando uma alta confiabilidade dos resultados obtidos.

Tabela 7. Análise estatística dos fatores sombra e substrato e sua interação para os valores de pH em água e H+Al do solo aos 12 (12M) e 18 meses (18M) após o transplante das mudas.

Fator	pH – 12M	pH – 18M	H+Al – 12M	H+Al – 18M
Bloco	0,0000*	0,1772	0,0003*	0,1323

Sombra	0,1040	0,4215	0,6182	0,6884
Substrato	0,7580	0,0493*	0,0188*	0,0028*
Sub*Sombra	0,0453*	0,2935	0,0897	0,0189*
CV 1, %	3,17	5,21	17,25	17,31
CV 2, %	1,97	2,02	9,99	8,07
Média Geral	6,27	6,63	1,76	1,21

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 8. Valores de pH em relação ao sombreamento das mudas de *Euterpe edulis* aos 12 e 18 meses após o transplante das mudas.

Época de avaliação	Sombreamento (%)			
	0	30	50	70
	-----pH-----			
12 meses	6,2	6,4	6,2	6,3
18 meses	6,6	6,7	6,7	6,6

Para a acidez potencial (H+Al) em relação ao fator substrato, observou-se efeito nas duas avaliações realizadas (Tabela 7). Além da interação “substrato*sombra” que mostrou-se significativa para este fator na avaliação aos 18 meses.

Ainda em relação ao substrato, houve diferença entre as proporções de substratos utilizados aos 12 meses, em que a proporção 3:1 apresentou maiores valores de acidez potencial quando comparado com a proporção 1:1 (Tabela 9). Quanto a interação “substrato*sombra” aos 18 meses, foi significativo para o tratamento com 70% de sombreamento, sendo que o substrato 1:3 apresentou o maior valor de H+Al, diferindo dos demais (Tabela 9).

Tabela 9. Acidez potencial (H+Al) dos substratos aos 12 (12M), e dentro de cada nível de sombreamento, aos 18 meses (18M) após o transplante das mudas.

Substrato	12M	18M				Equação	R ²
		Sombreamento (%)					
		0	30	50	70		
		H+Al, cmol _c dm ⁻³					
1:1	1,70 b	1,15 ^{ns}	1,20 ab	1,14 ^{ns}	1,24 b ¹	ns	
1:3	1,74 ab	1,21 ^{ns}	1,27 a	1,21 ^{ns}	1,40 a	ns	
3:1	1,85 a	1,25 ^{ns}	1,12 b	1,22 ^{ns}	1,17 b	ns	
CV,%	1,87						

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro; ns= não significativo.

A acidez potencial, que representa a capacidade do solo em resistir a mudanças no valor de pH (Kaminski et al., 2002), é afetada, principalmente, pelos teores de argila e matéria

orgânica do solo (MOS). A matéria orgânica do solo refere-se a todos os compostos que contém carbono orgânico no solo, incluindo os microrganismos vivos e mortos, resíduos de plantas e animais parcialmente decompostos (Silva et al., 2004). Desempenha múltiplas funções no solo como, por exemplo, o fornecimento de nutrientes às plantas, retenção de cátions, complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes, estabilidade da estrutura, infiltração e retenção de água, aeração e atividade microbiana, tornando-se assim, um componente fundamental para capacidade produtiva dos solos (Bayer & Mielniczuk, 2008). Sendo assim, os menores teores de H+Al encontrados no substrato 1:1, em ambas as épocas de avaliação, são justificados pela maior proporção de matéria orgânica presente nestes substratos.

Para os teores disponíveis de P e K não houve efeito do fator sombra em nenhuma das épocas avaliadas (Tabela 10). Já para o fator substrato, foram observados efeitos desse fator para o P, na avaliação realizada aos 12 meses, e para o K, em ambas as avaliações (Tabela 10). A interação “substrato*sombra” aos 18 meses, foi a única interação significativa encontrada.

Tabela 10. Análise estatística dos fatores sombra e substrato sua interação para os teores disponíveis de fósforo (P) e potássio (K) no solo aos 12 (12M) e 18 (18M) meses após o transplante das mudas.

Fator	P – 12M	P – 18M	K – 12M	K – 18M
Bloco	0,0175*	0,4173	0,3627	0,0796
Sombra	0,7318	0,7079	0,4082	0,7838
Substrato	0,0000*	0,3733	0,0000*	0,0000*
Sub*Sombra	0,2502	0,1967	0,9133	0,0014*
CV 1, %	12,11	57,68	21,97	53,98
CV 2, %	12,81	7,65	24,48	23,02
Média Geral	155,88	150,63	19,88	0,058

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Para o P, aos 12 meses, considerando somente o fator substrato, foi possível observar maior acúmulo de P disponível no tratamento com maior proporção de cama de equinos (3:1), com teor de 54% superior ao substrato 1:1, que apresentou os menores teores (Tabela 11). Para o K disponível, aos 12 meses, os maiores teores também foram observados no substrato 3:1, não havendo diferença entre os demais substratos avaliados (Tabela 12). O substrato com maior proporção de cama de equinos em sua composição, foi superior em quase 2x a

concentração de K disponível encontrada no substrato com menor proporção de cama de equinos (1:3).

Tabela 11. Teores de P disponível para o fator substrato aos 12 meses (12M) após o transplante das mudas.

Fator	P (mg dm⁻³)
Substrato	-----12 meses-----
1:1	103,61 c ¹
1:3	130,00 b
3:1	234,01 a
CV %	12,81

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Na avaliação realizada aos 18 meses, para os teores de K disponível, houve interação entre os fatores sombra e substrato (Tabela 10), sendo observadas diferenças para os substratos avaliados dentro de cada nível de sombra. Em todos os níveis de sombra, o substrato com maior proporção de cama de equinos apresentou os maiores teores de K disponível. Apenas o tratamento com 70% de sombreamento mostrou diferença para cada composição de substrato testado, ao passo que os níveis de 0, 30 e 50% de sombreamento não apresentaram diferença quando entre os substratos 1:1 e 1:3 (Tabela 12).

Tabela 12. Valores de potássio (K) disponível no substrato avaliado aos 12 meses, e no substrato aos 18 meses dentro de cada nível de sombreamento.

Substrato	12M	18M				Equação	R²
		Sombreamento (%)					
		0	30	50	70		
		K, mg dm ⁻³					
1:1	0,032 b	0,040 b	0,045 b	0,048 b	0,061 b	ns	
1:3	0,040 b	0,041 b	0,060 ab	0,035 b	0,038 c	ns	
3:1	0,080a	0,078 a	0,066 a	0,081 a	0,090 a	ns	

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro; ns= não significativo.

Em relação a influência dos substratos sob os teores disponível de P e K, o maior acúmulo destes elementos nos substratos que continham maior proporção de cama de equinos (3:1) se deve às maiores quantidades de P e K presentes nesse substrato, devido aos teores iniciais de P e K presentes neste resíduo (Tabela 1).

Para o fator substrato, houve efeito significativo tanto para Ca quanto para Mg em ambas as épocas de avaliação (Tabela 13). Os teores trocáveis de Ca, para o fator substrato na

avaliação realizada aos 18 meses, foram maiores no tratamento com maior proporção de cama de equinos na composição do substrato (3:1) (Tabela 14).

Tabela 13. Análise estatística dos fatores sombra, substrato e sua interação para os teores trocáveis de Ca e Mg no solo aos 12 e 18 meses.

Fator	Ca – 12M	Ca – 18M	Mg – 12M	Mg – 18M
Bloco	0,0468*	0,0076*	0,5605	0,6418
Sombra	0,0571	0,7625	0,0901	0,9692
Substrato	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
Sub*Sombra	0,0659	0,4010	0,8493	0,2999
CV 1, %	12,82	26,20	11,50	27,41
CV 2, %	11,84	14,88	18,95	21,29
Média Geral	6,00	5,70	1,61	2,34

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 14. Teores de Ca trocável nos diferentes substratos na avaliação aos 18 meses (18M), após o transplante das mudas.

Substrato	Ca (cmol_c dm⁻³)	Mg, cmol_c dm⁻³
1:1	6,35 b	2,19 b
1:3	3,60 c	1,04 c
3:1	7,14 a	3,79 a
CV, %	14,88	21,29

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Já para os teores de Ca aos 12 meses, a interação dos fatores “substrato*sombreamento”, mostrou diferença apenas para o substrato 1:1 dentro de cada nível de sombreamento (Tabela 15). Sendo que todos os substratos 3:1, em cada nível de sombreamento, foram os que apresentaram os maiores valores de Ca. Para avaliação de Mg, também aos 18 meses, somente foi observado efeito do fator substrato, onde os maiores teores de Mg trocável foram observados no substrato 3:1, com teores três vezes superiores aos teores observados no substrato 1:3 (Tabela 14).

Tabela 15. Teores de Ca trocável na interação sombreamento*substrato na avaliação aos 12 meses após o transplante das mudas.

Fatores	Sombreamento (%)	Equação	R²
----------------	-------------------------	----------------	----------------------

	0	30	50	70		
Substrato	-----Ca (cmol _c dm ⁻³)-----					
1:1	6,30 c ¹	4,54 b	5,29 b	4,77 b	$y = 6,192 - 0,057x + 0,00056x^2$	0,70
1:3	4,57 b	4,47 b	4,21 c	4,31 b	ns	ns
3:1	8,85 a	8,63 a	8,01 a	8,13 a	ns	ns

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro; ns= não significativo.

Para os parâmetros CTC_{efetiva} e CTC_{pH7,0}, na avaliação realizada aos 12 meses, o fator sombra apresentou efeito significativo, o que não ocorreu na avaliação aos 18 meses (Tabela 16).

Tabela 16. Análise estatística dos fatores sombra, substrato e suas interações para a CTC efetiva (CTC_{ef}) e potencial (CTC_{pH7,0}) no solo nas avaliações aos 12 (12M) e 18 (18M) meses após o transplante das mudas.

Fator	CTC _{ef} 12M	CTC _{ef} 18M	CTC _{pH7,0} 12M	CTC _{pH7,0} 18M
Bloco	0,0319*	0,0037*	0,0656	0,0039*
Sombra	0,0165*	0,6198	0,0301*	0,6691
Substrato	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
Sub*Sombra	0,1768	0,2013	0,1608	0,1782
CV 1, %	8,53	18,91	9,07	15,90
CV 2, %	9,42	14,12	8,09	12,31
Média Geral	7,67	8,09	9,42	9,30

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A interação substrato*sombreamento, para CTC_{efetiva}, somente evidenciou diferença para o fator sombra dentro do substrato 1:1, na avaliação aos 12 meses, sendo o maior valor observado no tratamento sem sombreamento (Tabela 17). Para todos os níveis de sombreamento avaliados aos 12 meses, os maiores valores de CTC_{efetiva} se deram no substrato com maior proporção de cama de equinos (3:1), o que já era esperado uma vez que os teores de Ca, Mg e K, também se mostraram mais elevados neste substrato (Tabela 12, Tabela 14, Tabela 15).

Tabela 17. Valores CTC efetiva (CTC_{ef}) para a interação substrato*sombra avaliado aos 12 meses(12M) após o transplante das mudas.

Fatores	Sombreamento (%)				Equação	R ²
	0	30	50	70		
Substrato	-----CTC _{ef} (cmol _c dm ⁻³)-----					

1:1	7,28 b ¹	5,50 b	6,30 b	5,82 b	$y = 7,188 - 0,059x + 0,0060x^2$	0,69	
1:3	6,27 c	6,00 b	5,92 b	5,83 b			ns
3:1	11,37 a	10,87 a	10,47 a	10,39 a			ns

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. ns = não significativo.

A $CTC_{efetiva}$ aos 12 meses, mostrou-se proporcional conforme se aumentava a proporção de resíduo orgânico na formulação do substrato. Sendo, portanto, os maiores e menores valor encontrados nos substratos 3;1 e 1;3, respectivamente (Tabela 17).

Levando em consideração apenas o fator substrato, tanto a $CTC_{efetiva}$ quanto a $CTC_{pH7,0}$ apresentaram diferença entre os substratos nas duas épocas de avaliação (Tabela 18). No entanto, somente na avaliação aos 18 meses houve diferença entre todos os substratos testados, uma vez que na avaliação aos 12 meses não foi possível observar diferença entre os substratos 1:1 e 1:3 (Tabela 18) e, para ambos os parâmetros, os maiores valores foram observados no substrato com maior proporção de cama de equinos em sua composição nas duas épocas avaliadas.

Tabela 18. Valores de $CTC_{efetiva}$ e $CTC_{pH7,0}$ do tratamento substrato nas avaliações aos 12 e 18 meses.

Substrato	$CTC_{efetiva}$		$CTC_{pH7,0}$	
	12M	18M	12M	18M
	----- $cmol_c\ dm^{-3}$ -----			
1:1	6,22 b ¹	8,67 b	7,92 b	9,85 b
1:3	6,00 b	4,63 c	7,74 b	5,91 c
3:1	10,77 a	10,96 a	12,59 a	12,15 a

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A $CTC_{pH7,0}$ apresentou mesmo padrão da $CTC_{efetiva}$, com diferença entre os níveis de sombreamento somente para o substrato 1:1 (Tabela 19). Já em relação ao substrato, dentro de cada nível de sombreamento, foi possível observar que os maiores valores foram obtidos no substrato 3:1, enquanto os substratos 1:1 e 1:3 não apresentaram diferenças quando comparados entre si (Tabela 19).

Tabela 19. Valores de $CTC_{pH7,0}$ para as interações substrato*sombreamento na avaliação aos 12 meses após o transplante das mudas.

Fatores	Sombreamento (%)				Equação	R^2
	0	30	50	70		
Substrato	----- $CTC_{pH7,0}\ (cmol_c\ dm^{-3})$ -----				$y = 8,993 - 0,068x + 0,00071x^2$	0,65
1:1	9,12 b ¹	7,03 b	8,05 b	7,47 b		

1:3	8,20 b	7,71 b	7,63 b	7,43 b	ns
3:1	13,10 a	12,57 a	12,37 a	12,34 a	ns

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. ns = não significativo.

Para os teores de carbono orgânico total (COT) e saturação por bases (V%) houve efeito para o fator substrato nas duas épocas de avaliação, enquanto que para o fator sombreamento, não houve efeito (Tabela 20). Semelhante ao apresentado anteriormente para outros parâmetros, os maiores teores de COT também foram observados no substrato com maior proporção de cama de equinos (3:1), seguido do substrato 1:1 e, com menores teores, o substrato 1:3 (Tabela 21).

Tabela 20. Análise estatística dos fatores sombra, substrato e suas interações para os teores de carbono orgânico total (COT) e saturação por bases (V%), avaliados aos 12 (12M) e aos 18 (18M) meses após o transplante das mudas.

Fator	COT – 12M	COT – 18M	V% – 12M	V% – 18M
Bloco	0,8951	0,0522	0,0001*	0,0076*
Sombra	0,3075	0,8978	0,6897	0,4736
Substrato	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
Sub*Sombra	0,1780	0,9307	0,3268	0,2637
CV 1, %	7,23	13,95	3,16	5,20
CV 2, %	7,39	11,98	2,94	3,74
Média Geral	24,80	22,51	80,62	84,70

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 21. Teores de carbono orgânico total (COT) nos substratos das avaliações aos 12 e 18 meses.

Substrato	Época de avaliação	
	12M	18M
	COT, g kg ⁻¹	
1:1	22,00 c ¹	18,42 c
1:3	14,53 b	12,57 b
3:1	42,36 a	35,98 a

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A utilização de cama de equino na composição dos substratos representa uma adição de carbono ao solo, o que pode representar mudanças na matéria orgânica não só sob o ponto de vista quantitativo, mas também qualitativo. Incrementos nos teores de MOS são sempre positivos para a capacidade produtiva do solo, pois a MOS afeta a capacidade de troca catiônica do solo, sua mineralização aumenta a disponibilidade de nutrientes como o N, P, S, entre outros, favorece a complexação de metais como Cu^{2+} e Zn^{+2} , que podem ser tóxicos às plantas quando em elevados teores no solo, além da complexação do Al^{3+} , reduzindo sua toxidez (TECCHIO et al., 2012).

Para saturação por bases (V%) foram observados efeitos apenas do fator substrato, em ambas as épocas de avaliação. Aos 12 meses os maiores valores de saturação por bases foram observados no substrato 3:1, enquanto aos 18 meses os maiores valores foram nos substratos 3:1 e 1:1 (Tabela 22).

Tabela 22. Valores de saturação por bases (V%) no substrato para as avaliações aos 12 e 18 meses.

Fatores	12 meses	18 meses
	Saturação por bases, %	
Substrato		
1:1	78,67 b ¹	87,80 a
1:3	77,60 b	76,90 b
3:1	85,58 a	89,41 a

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Nota-se que os valores da saturação por bases, em ambas as avaliações e de um modo geral entre os substratos, apresentaram valores bem elevados, uma vez que um solo passa a ser considerado com alta saturação por bases (eutrófico), quando apresenta valores igual ou superior a 50% SOLOS, Embrapa. (2013). O que é um bom indicativo de fertilidade dos substratos e que a utilização de resíduos animais pode ter contribuído para manutenção e incremento das bases presente no substrato.

7 CONCLUSÕES

O efeito do sombreamento sobre a produção de mudas de *Euterpe edulis* conduzida por 18 meses, se mostrou efetivo e essencial para o desenvolvimento das mesmas. Tendo este fator forte influência sobre as variáveis morfológicas como o diâmetro de caule, a altura de planta e matéria seca, onde os maiores valores observados para estas variáveis foram obtidos nos sombreamento de 30 e 50% para as mudas.

Para o efeito substrato de um modo geral, foi possível observar maiores acúmulos Ca, Mg e carbono orgânico total (COT) nos substratos com maiores proporções de cama de equino (3:1) quando comparados com o substrato com menor proporção de cama de equino (1:3). Os teores de COT, Ca e Mg encontrados no substrato 3:1, foram superiores em 300, 200 e 300% aos teores encontrados no substrato 1:3.

Sendo assim, para a produção de mudas desta espécie, a utilização de fontes orgânicas em maior proporção na composição do substrato foi essencial para manutenção nutricional durante o processo de formação das mudas além de representar os maiores acúmulos em relação aos substratos com menor proporção.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Teores de COT, P, K, Ca e Mg apresentaram, de maneira geral, maiores concentrações nos tratamentos que continham no substrato, uma proporção maior de resíduos orgânicos em sua composição. Mostrando que é possível utilizar-se de resíduos animais, no caso a cama de baias de equinos, como fonte alternativa no fornecimento de nutrientes a plantas aliada a uma destinação mais sustentável para este subproduto.

O fator sombra foi, sem dúvidas, o mais importante e que mais apresentou efeitos neste trabalho. Visivelmente era possível notar a maior exuberância, cor intensa assim como a maior altura das mudas submetidas a sombreamentos de 50 e 30%, quando comparadas ao tratamento a pleno sol. Inclusive, foi por conta destes tratamentos que se fez necessário o levante de todas as estruturas após os 12 meses, uma vez que as folhas nestes tratamentos já estavam tocando a parte superior das estruturas.

A irrigação apesar de não ter sido avaliada, poderia ter entrado como uma outra variável a ser analisada, uma vez que esta espécie é extremamente responsiva a disponibilidade de água. Além da utilização de outras fontes de resíduos animais na formulação dos substratos, adotando-se sempre proporções maiores de fontes orgânicas em relação ao solo.

9 REFERÊNCIAS

- ALVES, S. L. et al. Sucessão florestal e grupos ecológicos em Floresta Atlântica de encosta, Ilha Grande, Angra dos Reis/RJ. **Revista Universidade Rural**, v. 25, n. 1, p. 26-32, 2005.
- ARAÚJO, James Maciel de et al. Shading and slow release fertilizer effects on the growth characteristics of assai seedlings (*Euterpe oleracea*). **Floresta e Ambiente**, v. 26, 2019.
- BAUMGARTEN, A. Methods of chemical and physical evaluation of substrates for plants. In: FURLANI, A.M.C. Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. p.7-15. (Documentos IAC, 70)
- BAYER, C. E.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. (Eds) Fundamentos da Matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre. Metrópole, 2008. p. 7-18.
- BOOMAN, J. L. E. Evolução dos substratos usados em horticultura ornamental na Califórnia. Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Gênese, p. 43-65, 2000.
- BRAHM, R. U. Efeito de substratos e do sombreamento no desenvolvimento de plantas de palmeira-juçara *Euterpe edulis* (Mart.) e palmeira-real *Roystonea regia* (Kunth). 2010. 2010. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção Agrícola Familiar)- Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Mapa de Vegetação Nativa na Área de Aplicação da Lei no. 11.428/2006 – Lei da Mata Atlântica, atualização 2015.
- CALDEIRA, M. W; ROSA, G. N; FENILLI, T. A ; HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. *Scientia Agraria, Curitiba*, v.9, n.1, p.27-33, 2008.
- CARNEIRO, P.C.F; MORAIS, C.A.R.S; NUNES, M.U.C; MARIA. A.N & FUJIMOTO, A.Y. Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia. Embrapa Tabuleiros Costeiros- Documentos–Aracaju, 2015.
- CERETTA, C. A; LORENSINI, F; BRUNETTO, G; GIROTTO, E; GATIBONI, L. C., LOURENZI, C. R; MIOTTO, A. (2010). Frações de fósforo no solo após sucessivas aplicações de dejetos de suínos em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45, 593-602.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, CQFS-RS/SC. Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 2016.

- CONTE, R.; REIS, M. S.; REIS, A. A Dinâmica e regeneração natural de *Euterpe edulis* Martius (Palmae) na Floresta Ombrófila Densa da Encosta Atlântica. *Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues, Sellowia*, v. 49-52, 2000.
- CONTE, R. Estrutura genética de populações de *Euterpe edulis* Mart. submetidas à ação antrópica utilizando marcadores alozímicos e microssatélites. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- CORDEIRO, Y. E. M. Crescimento e trocas gasosas de plantas jovens de açaí (*Euterpe oleracea*) sob dois regimes hídricos na Amazônia oriental. *Naturalia*, v. 35, 2012.
- CORDER, M.; SALDANHA, M. P. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de diferentes progênies de *Euterpe edulis* Mart. *Revista Árvore*, v. 30, p. 693-699, 2006.
- DORNELES, L. L.; ZILLIKENS, A.; STEINER, J.; PADILHA, M. T. S. Biologia da polinização de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) e associação com abelhas sociais (Apidae: Apini) em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. *Iheringia. Série Botânica.*, v. 68, n. 1, p. 47-57, 2013.
- EMBRAPA. Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997.
- FANTINI, A. C.; GURÍES, R. P.; RIBEIRO, R. J. Palmito (*Euterpe edulis* Martius) na Mata Atlântica Brasileira: um recurso em declínio. Alexiades, MN y Shanley, P.(eds.), 2004.
- FANTINI, A. C.; GURIES, R. P. Forest structure and productivity of palmito (*Euterpe edulis* Martius) in the Brazilian Mata Atlântica. *Forest Ecology and Management*, v. 242, n. 2-3, p. 185-194, 2007.
- FAVRETO, R. Aspectos etnoecológicos e ecofisiológicos de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae). 2010. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. *Encontro Nacional de Substratos para Plantas*, v. 3, p. 29-37, 2002.
- FERREIRA, D. F. SISVAR 4,6 - programa de análise estatística. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003. 1 CD-ROM
- FILHO, A. D. A. T.; MACEDO, R.L.G; VENTURIN, N.; MORAIS, A. R. Aspectos fisiológicos e silviculturais do palmito (*Euterpe edulis* Martius) plantado em diferentes tipos de consórcios no município de Lavras, Minas Gerais. *Cerne*, v. 7, n. 1, p. 041-053, 2001.

- FISCH, S. V. T. Dinâmica de *Euterpe edulis* Mart. na Floresta Ombrófila Densa Atlântica em Pindamonhangaba-SP. São Paulo, 126p. Tese (Doutorado em Ecologia)–Universidade de São Paulo, 1998.
- FLORIANO, E. P.; NODARI, R. O.; REIS, A.; REIS, M. S.; GUERRA, M. P. Manejo do palmitreiro: uma proposta. Documentos EMBRAPA/CNPQ, n.19, p.189-91, 1988
- GATTI, M. G; CAMPANELLO, P. I; GROWTH, G, G. Production in the tropical palm *Euterpe edulis*: Light conditions versus developmental constraints, *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, Volume 206, Issue 8, 2011, Pages 742-748, ISSN 0367-2530
- GONÇALVES, J. L. D. M.; SANTARELLI, E. G.; DE MORAES NETO, S. P.; MANARA, M. P.; STAPE, J. L. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. *Nutrição e fertilização florestal*, 2000.
- HENDERSON, Andrew et al. The genus *Euterpe* in Brazil. *Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues. Sellowia*, n. 49/52, p. 1-22, 2000.
- KAMINSKI, J.; GATIBONI, L. C.; RHEINHEIMER.; D. S., MARTINS, J. R., SANTOS, E. J. S.; TISSOT, C. A et al. Estimativa da acidez potencial em solos e sua implicação no cálculo da necessidade de calcário. *R. Bras. Ciênc. Solo*, v.26, p.1107-1113, 2002.
- KLEIN, R. M. Ecology of the flora and vegetation of the Vale of Itajai (continuation). *Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues. Sellowia*, p. 165-389, 1980.
- KOZLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. Acclimation and adaptive responses of woody plants to environmental stresses. *The botanical review*, v. 68, n. 2, p. 270-334, 2002.
- LAVINSKI, A. O; GOMES, F. P; MIELKE, M. S. Aclimação fotosintética em folhas desenvolvidas á sombra de *Euterpe edulis* Mart (Arecaceae) após exposição prolongada á luz intensa. *Photosynthetica* 52, 351-357 (2014)
- LEE, D. W.; OBERBAUER, S. F.; KRISHNAPILAY, B.; MANSOR, M.; MOHAMAD, H.;Y.A.P, S. K. Effects of irradiance and spectral quality on seedling development of two Southeast Asian *Hopea* species. *Oecologia*, v. 110, n. 1, p. 1-9, 1997.
- LOURENZI, C. R. et al. Pig slurry and nutrient accumulation and dry matter and grain yield in various crops. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 38, n. 3, p. 949-958, 2014.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. D.; COSTA, J. D. M.; CERQUEIRA, L. D.; FERREIRA, E. Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas. Harri et al. *Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas*. 2004.

- LORENZI, H. J.; BACHER, L. B.; DE LACERDA, M. T. C. Frutas no Brasil: nativas e exóticas (de consumo in natura). 2015.
- LIYANAGE, L. V. K.; MATHES, D. T. Effect of Irrigation on Establishment and Early Growth of Coconut (VAR. CRIC 60) in the Dry Zone of Sri Lanka. In: Cocos. 1989. p. 01-13.
- MAC FADDEN, J. A produção de açaí a partir do processamento dos frutos do palmitero (*Euterpe edulis Martius*) na Mata Atlântica. 2005.
- MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. Livro vermelho da flora do Brasil. 2013.
- MARTINS FILHO, S.; FERREIRA, A.; DE ANDRADE, B. S.; RANGELI, R. M.; DA SILVA, M. F. Diferentes substratos afetando o desenvolvimento de mudas de palmeiras. revista Ceres, v. 54, n. 311, p. 80-86, 2007.
- MEDEIROS, C. A. Efeito de substratos e do sombreamento no desenvolvimento de plantas de palmeira-juçara *Euterpe edulis* (Mart.) e palmeira-real *Roystonea regia* (Kunth). 2010. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.
- MURPHY, J. & RILEY, J. P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta*, Oxford, v.27, p. 31-36, 1962.
- NEGREIROS, F. G; PEREZ, A. C. J. G. S.; Resposta fisiológica de sementes de palmeiras ao envelhecimento acelerado. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 39, p. 391-396, 2004.
- NODARI, R. O.; REIS, M. D.; FANTINI, A. C.; MANTOVANI, A.; RUSCHEL, A.; WELTER, L. J. Crescimento de mudas de palmitero (*Euterpe edulis Mart.*) em diferentes condições de sombreamento e densidade. *Revista Árvore*, v. 23, n. 3, p. 285-292, 1999.
- NODARI, R.O.; FANTINI, A. C., GUERRA, M. P.; REIS, M. S.; SCHUCH, O. Conservação de frutos e sementes de palmitero (*Euterpe edulis Martius*) sob diferentes condições de armazenamento. *Revista árvore*, v. 22, n. 1, p. 1-10, 1998.
- OLIVEIRA, R. M. Desempenho ecofisiológico de mudas de euterpe edulis martius de diferentes estádios de desenvolvimento e implicações para a restauração ecológica. 2015.
- OSUNKOYA, O. O.; ASH, J. E. Acclimation to a change in light regime in seedlings of six Australian rainforest tree species. *Australian Journal of Botany*, v. 39, n. 6, p. 591-605, 1991.
- OSUNKOYA, O. O.; ASH, J. E.; HOPKINS, M. S.; GRAHAM, A. W. Influence of seed size and seedling ecological attributes on shade-tolerance of rain-forest tree species in northern Queensland. *Journal of Ecology*, p. 149-163, 1994.

- PAULILO, M. T. S. Ecofisiologia de plântulas e plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae): Comportamento em relação à variação de radiação solar. *Sellowia*, v. 49, n. 52, p. 93-105, 2000.
- PAULILO, M. T. S. Crescimento inicial de *Euterpe edulis* Mart. em diferentes regimes de luz. *Revta brasil. Bot*, v. 24, n. 2, p. 173-179, 2001.
- PEIXOTO, J. R. Efeito da matéria orgânica, do superfosfato simples e do cloreto de potássio na formação de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* DENEGER). 1986. 101 f. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavra
- POPMA, J.; BONGERS, F. Acclimation of seedlings of three Mexican tropical rain forest tree species to a change in light availability. *Journal of Tropical Ecology*, v. 7, n. 1, p. 85-97, 1991.
- RAMOS, A.; BOVI, M. L.; FOLEGATTI, M. V.; DIOTTO, A. V. Efeitos da fertirrigação sobre a produção de palmito da pupunheira. *Hortic. bras*, v. 22, n. 4, 2004.
- REIS, A.; DOS REIS, M. S.; FANTINI, A. C. Manejo de rendimento sustentado de *Euterpe edulis*. 1993. Apostila.
- REIS, A.; KAGEYMA, P.; REIS, M. S. dos; FANTINI, A. C. Demografia de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana, em Blumenau (SC). *Sellowia*, v.45-48, p.13-45, 1996.
- REIS, M.S. & REIS. A. Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues. *Sellowia*, n. 49/52. *Sellowia*, v. 49/52, p. 07-11, 2000.
- REIS, M. S. dos.; CONTE. R.; NODARI. R.O.; FANTINI, A.C.; REIS, A.; MONTAVANI, A.; MARIOT, A. Manejo sustentável e produtividade do palmito (*Euterpe edulis* Martius Arecaceae). In: *Euterpe edulis* Martius (palmito): biologia, conservação e manejo. Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues. *Sellowia*, n. 49/52, p202-224. 2000
- REITZ, R.; KLEIN, R.M; REIS, A. Projeto madeira de santa catarina. Itajaí, 1978.
- SANTOS, R.G.M et al. Produção de substratos e fertilizantes orgânicos a partir da compostagem de cama de cavalo. 2016.Dissertação de mestrado. Universidade Federal rural do Rio de Janeiro.
- SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. O.; CERETTA, C. A. Composição da fase sólida orgânica do solo. In: MEURER, E.J. Fundamentos de química do solo. 2ª ed. Porto Alegre: Gênese, 2004, p.73
- SOLOS, Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, v. 3, 2013.

- STOIAN, D. Todo lo que sube tiene que bajar: La economía del palmito (*Euterpe precatoria* Mart.) en el norte amazónico de Bolivia. *Productos forestales, medios de subsistencia y conservación: Estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables*, v. 3, p. 117-140, 2004.
- TECCHIO, M.A. et al. Atributos químicos do solo em vinhedos de ‘Niagara Rosada’ nas regiões de Jundiaí, São Miguel Arcanjo e Jales Chemical soil attributes of vineyards ‘Niagara Rosada’ in the regions Jundiaí, São Miguel Arcanjo and Jales. *Ambiência*, v. 8, n. 2, p. 345-359, 2012.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).
- TRAZZI, A. P et al. Substratos de origem orgânica para produção de mudas de teca (*Tectona grandis* Linn. F.). *Ciência Florestal*, v. 23, n. 3, p. 401-409, 2013.
- VENTURI, S.; PAULILO, M.T.S. Esgotamento das reservas na semente de *Euterpe edulis* Mart. e efeito da nutrição mineral nas plântulas. *Acta Botanica Brasilica*, v. 12, n. 3, p. 215-220, 1998.
- VIANA, Jessica Lima et al. Respostas fisiológicas e produtivas de palma de óleo irrigada. **IRRIGA**, v. 24, n. 2, p. 405-423, 2019.
- VIVAN, J. L. Bananicultura em sistemas agroflorestais no Litoral Norte do RS. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, v. 3, n. 2, p. 1-20, 2002.