

DESENVOLVIMENTO DA PALMEIRA JUÇARA (*Euterpe edulis*
Martius) CONSORCIADA COM ESPÉCIES ARBÓREAS E CAFÉ

FLÁVIO EYMARD DA ROCHA PENA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
MARÇO – 2021

DESENVOLVIMENTO DA PALMEIRA JUÇARA (*Euterpe edulis*
Martius) CONSORCIADA COM ESPÉCIES ARBÓREAS E CAFÉ

FLÁVIO EYMARD DA ROCHA PENA

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

Orientador: Prof. Dr. Almy Junior Cordeiro de Carvalho

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
MARÇO – 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pelo autor.

P397

Pena, Flavio Eymard da Rocha.

Desenvolvimento da palmeira juçara (*Euterpe edulis* Martius) consorciada com espécies arbóreas e café / Flavio Eymard da Rocha Pena. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2021.

119 f. : il.

Bibliografia: 91 - 106.

Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2021.

Orientador: Almy Junior Cordeiro de Carvalho.

1. Jussara. 2. Sistema agroflorestal. 3. Fotossíntese . 4. Trocas gasosas. 5. ciclagem de nutrientes. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 630

DESENVOLVIMENTO DA PALMEIRA JUÇARA (*Euterpe edulis*
Martius) CONSORCIADA COM ESPÉCIES ARBÓREAS E CAFÉ

FLÁVIO EYMARD DA ROCHA PENA

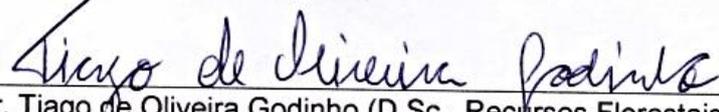
“Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Produção Vegetal”.

Aprovada em 30 de março de 2021.

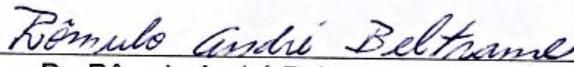
Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Alexandre Pio Viana (D.Sc., Melhoramento de Fruteiras) – UENF



Dr. Tiago de Oliveira Godinho (D.Sc., Recursos Florestais) –Vale S.A.



Dr. Rômulo André Beltrame (D.Sc., Propagação de Plantas) – UENF



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

Aos meus Pais Hélio Pena de Faria (*in memoriam*) e Geralda Maria de Rocha Penna, pelo incentivo diuturno ao longo de nossas vidas.

À minha esposa Carla Pereira Pinto, aos meus filhos Daniel Pereira Pena e Ana Maria Pereira Pena pelo apoio, paciência e compreensão nos momentos de minhas ausências dedicadas a este trabalho.

À Pitanga, Dengo (*in memoriam*) e Faísca, meus animais de estimação, companhias nas madrugadas de estudos.
Dedico esta conquista.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sua proteção e por permitir que eu chegasse até aqui; por toda força e coragem concedidas;

Aos meus pais, Hélio Pena de Faria (*in memoriam*) e Geralda Maria da Rocha Penna, pela criação, incentivos e ensinamentos. Obrigado por tudo!

À Carla Pereira Pinto, Daniel Pereira Pena e Ana Maria Pereira Pena, (esposa e filhos) pelo apoio prestado durante todo esse tempo de qualificação. Amo vocês!

Ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) pela adesão ao Programa de Doutorado Interinstitucional (Dinter) em Produção Vegetal junto à Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) e a Capes. Agradeço pela oportunidade de crescimento profissional e pelas condições proporcionadas para o desenvolvimento desta pesquisa;

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro pela parceria, acolhimento e ensinamentos que muito contribuiu para minha formação profissional e pessoal.

Ao Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (INCAPER) pela cessão de suas instalações, laboratórios, pessoal e equipamentos para a preparação e acondicionamento de parte do material utilizado nesta pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo;

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Almy Junior Cordeiro de Carvalho, pela amizade, orientação, serenidade e confiança depositada no desenvolvimento deste trabalho;

Ao Dr. Tiago de Oliveira Godinho, meu coorientador pela cessão do Sítio Highland para o desenvolvimento desta pesquisa. Pela paciência e por toda a disposição e disponibilidade para orientar, sugerir e contribuir com a melhoria do trabalho.

Ao grande amigo Dr. Rômulo André Beltrame, um dos responsáveis pela concretização desta pesquisa de tese, por ter tido a coragem de participar diretamente na coleta de dados da pesquisa realizada.

Aos amigos Detony José Calenzani Petri e Marlene Evangelista Vieira pela atenção dispensada e auxílio inestimável na realização das análises nos laboratórios da UENF.

Ao Prof. Dr. Arnaldo Henrique de Oliveira Carvalho pelas explicações e esclarecimentos nos períodos de análises de dados desta pesquisa;

Ao Prof. Dr. Alexandre Rosa dos Santos pelo grande incentivo e toda consideração dispensada durante essa fase de minha vida acadêmica;

Aos amigos Edi, Luan e Zé Inácio pela hospitalidade, convivência e companhia nos períodos que precisei ficar em Campos dos Goytacazes;

Aos acadêmicos do Ifes *campus* Ibatiba, a saber: Kaledy Frossard Madeira, Marcos Vinícius André Mont Mor e Alex Renan Ribeiro Oliveira Filho pelo importantíssimo auxílio na coleta de dados dos inventários florestais.

Muito obrigado a todos!

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 A IMPORTÂNCIA DA PALMEIRA JUÇARA	3
2.2 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE	11
2.3 ECOFISIOLOGIA DA PALMEIRA JUÇARA	13
2.4 SISTEMAS DE MANEJO DA PALMEIRA JUÇARA	15
2.5 PRODUTIVIDADE DE FRUTOS DE JUÇARA	18
2.6 SISTEMAS AGROFLORESTAIS.....	24
2.7 CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES SOMBREADORAS	27
2.7.1 <i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	27
2.7.2 <i>Hymenaea courbaril</i> L. varo <i>stilbocarpa</i> (Hayne) Y.T. Lee & Langenh.....	28
2.7.3 <i>Centrolobium tomentosum</i> Guillemain ex Benth.	30
2.7.4 <i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau	31
2.7.5 Eucalipto.....	32
3. TRABALHOS	35
3.1 BIOMETRIA DE PALMEIRA JUÇARA EM SISTEMAS DE CONSÓRCIO COM ESPÉCIES ARBÓREAS E CAFÉ	35
RESUMO	35
ABSTRACT	36

INTRODUÇÃO	37
MATERIAL E MÉTODOS.....	38
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	41
CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
3.2 ASPECTOS FISIOLÓGICOS E COMPOSIÇÃO MINERAL DE PALMEIRA JUÇARA CONSORCIADA COM ESPÉCIES ARBÓREAS E CAFÉ.....	48
RESUMO.....	48
ABSTRACT.....	49
INTRODUÇÃO	50
MATERIAL E MÉTODOS.....	52
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	55
CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
3.3 PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO MINERAL DA SERRAPILHEIRA EM SISTEMAS DE CONSÓRCIO DE PALMEIRA JUÇARA COM ESPÉCIES ARBÓREAS E CAFÉ	65
RESUMO.....	65
ABSTRACT.....	66
INTRODUÇÃO	66
MATERIAL E MÉTODOS.....	68
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	72
CONCLUSÕES	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91

RESUMO

PENA, Flávio Eymard da Rocha; D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Março de 2021. Desenvolvimento da palmeira juçara (*Euterpe edulis* Martius) consorciada com espécies arbóreas e café. Orientador: Prof. Dr. Almy Junior Cordeiro de Carvalho.

A palmeira juçara é de extrema importância pelo seu valor cultural e interesse econômico. Possui grande valor ecológico na cadeia alimentar da Floresta Atlântica em virtude de sua ampla distribuição geográfica e pela produtividade e abundância de flores e frutos, interagindo com a fauna polinizadora e dispersora. É uma espécie relevante como produtora de produtos florestais não madeireiros, apesar de ameaçada de extinção devido à redução de seu habitat. O presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar as plantas de palmeira juçara por meio de variáveis de crescimento, os aspectos fisiológicos do crescimento vegetal e o estado nutricional delas. Busca estudar o acúmulo de serapilheira e os nutrientes nela contidos, em sistemas de consórcios com diferentes espécies arbóreas no município de Marechal Floriano, estado do Espírito Santo, Brasil. O estudo foi realizado segundo delineamento em blocos casualizado, com cinco tratamentos: araucária (*Araucaria angustifolia*), jatobá (*Hymenaea courbaril*), araribá (*Centrolobium tomentosum*), ipê tabaco (*Zeyheria tuberculosa*) e eucalipto (*Eucalyptus cloeziana*) consorciados com palmeira juçara e café arábica e quatro repetições, totalizando 20 parcelas experimentais, sendo 600 m² por parcela e 1,2 ha no total. Nas biometrias foram tomadas as medidas de diâmetro de caule na

altura do solo (DAS), altura, diâmetro de copa, além da contagem do número de folhas, número de plantas por parcela e taxa de sobrevivência, feitos ao longo de quatro avaliações. As variáveis fisiológicas avaliadas foram concentração interna de carbono (C_i), condutância estomática (G_s), taxa de fotossíntese líquida (A), taxa de transpiração (E) e eficiência no uso da água (A/E), realizadas aos 18 e aos 24 meses do plantio das plantas de juçara. As determinações dos teores de nutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), Cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) molibdênio (Mo) e níquel (Ni), nos folíolos das plantas de juçara foram feitas aos 6, 12, 18 e 24 meses do plantio. Foram coletadas 10 amostras simples por parcela de serapilheira acumulada, totalizando 200 amostras por amostragem, ocorridas aos 6, 12 e 48 meses de idade das árvores. Naturalmente, as palmeiras juçara foram desenvolvendo com o decorrer do tempo, sendo que, de uma maneira geral, as maiores médias aferidas foram das plantas do tratamento com o araribá, sendo que a maior taxa de sobrevivência das plantas foi no tratamento com o eucalipto. Nas análises das variáveis fisiológicas, verificou-se diferenças nas concentrações internas do carbono, na condutância estomática e na taxa de fotossíntese líquida de plantas de juçara em função do consórcio utilizado. Nas determinações de nutrientes contidos nos folíolos, as plantas com melhor estado nutricional, de maneira geral, foram aquelas dos tratamentos com ipê-tabaco e araribá, seguidas pelas plantas dos consórcios com eucalipto, com araucária e com jatobá. Quanto a serapilheira verificou-se que o acúmulo médio nas três coletas foi de $8,0 \text{ Mg ha}^{-1}$. O tratamento que teve o maior acúmulo de biomassa de serapilheira foi o com o eucalipto. A análise de nutrientes contidos na serapilheira, em g kg^{-1} de matéria seca para macronutrientes e em mg kg^{-1} para micronutrientes, revelou que o acúmulo ocorreu na seguinte ordem decrescente: N (12,29) > Ca (7,31) > Mg (2,55) > K (1,51) > S (1,05) > P (0,67) e Fe (4156,26) > Mn (52,65) > Zn (34,35) > B (32,31) > Cu (16,84) > Ni (2,49).

ABSTRACT

PENA, Flávio Eymard da Rocha, D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. March, 2021. Development of the juçara palm (*Euterpe edulis* Martius) intercropped with species trees and coffee. Advisor: Prof. Dr. Almy Junior Cordeiro de Carvalho.

The juçara palm is extremely important for its cultural value and economic interest. It has great ecological value in the Atlantic Forest food chain due to its wide geographic distribution and the productivity and abundance of flowers and fruits, interacting with the pollinating and dispersing fauna. It is a relevant species as a producer of non-timber forest products, despite being threatened with extinction due to the reduction of its habitat. The present study was carried out with the objective of evaluating the juçara palm plants through growth variables, the physiological aspects of plant growth and their nutritional status and to study the litter accumulation and the nutrients contained therein, in intercropping systems with different tree species in the municipality of Marechal Floriano, state of Espírito Santo, Brazil. The study was carried out according to a randomized block design, with five treatments: Araucaria (*Araucaria angustifolia*), Jatobá (*Hymenaea courbaril*), Araribá (*Centrolobium tomentosum*), tobacco ipê (*Zeyheria tuberculosa*) and eucalyptus (*Eucalyptus cloeziana*) intercropped with juçara palm trees Arabica and four replications, totaling 20 experimental plots, with 600 m² per plot and 1.2 ha in total. In the biometrics measurements were taken of stem diameter at ground height (DAS), height, crown diameter, in addition to counting the number of leaves, number of plants per plot and survival rate, carried out over four evaluations. The

physiological variables evaluated were internal carbon concentration (C_i), stomatal conductance (G_s), net photosynthesis rate (A), transpiration rate (E) and water use efficiency (A/E), performed at 18 and at 24 months after planting juçara plants. Determinations of nutrient, nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), sulfur (S), iron (Fe), manganese (Mn), zinc (Zn) contents molybdenum (Mo) and nickel (Ni), in the leaflets of juçara plants were taken at 6, 12, 18 and 24 months after planting. Ten simple samples were collected per plot of accumulated litter, totaling 200 samples per sampling, occurred at 6, 12 and 48 months of age of the trees. Naturally, juçara palms developed over time, and, in general, the highest averages were measured for plants in the araribá treatment, and the highest survival rate of the plants was in the treatment with eucalyptus. In the analysis of physiological variables, differences were found in internal carbon concentrations, stomatal conductance and net photosynthesis rate of juçara plants as a function of the consortium used. In the analysis to determine the nutrients contained in the leaflets, the plants with the best nutritional status, in general, were those of the treatments with ipe-tobacco and araribá, followed by the plants of intercropping with eucalyptus, with araucaria and with Jatobá. In the litter analysis, it was found that the average accumulation in the three collections was 8.0 Mg ha^{-1} . The treatment that had the greatest accumulation of litter biomass was with eucalyptus. The analysis nutrients contained in the litter, in g kg^{-1} for macronutrients and mg kg^{-1} for micronutrients, respectively, occurred in the following decreasing order: N (12.29) > Ca (7.31) > Mg (2.55) > K (1.51) > S (1.05) > P (0.67) and Fe (4156.26) > Mn (52.65) > Zn (34.35) > B (32 .31) > Cu (16.84) > Ni (2.49).

1. INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica é um bioma representado por vários tipos de vegetação, sendo caracterizado pelo alto grau de endemismo e de biodiversidade. Contudo, é o ecossistema mais devastado e ameaçado do planeta (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2011). Na época do descobrimento do Brasil, a Floresta Atlântica abrangia uma área equivalente a 1.315.460 km². Hoje, restam apenas 8,5% de remanescentes florestais acima de 100 hectares, em comparação com a cobertura original. Somados todos os fragmentos de floresta nativa acima de três hectares, tem-se atualmente 12,4% de remanescentes. No bioma são mais de 145 milhões de habitantes, 72% da população brasileira, estende-se ao longo de 17 estados, somando 3.429 municípios, que correspondem a 61% dos existentes no Brasil, perfazendo 70% do produto Interno Bruto (SOS Mata Atlântica, 2018). No Espírito Santo, entre os anos de 2007 e 2015, observou-se um aumento de 0,6% nos remanescentes florestais da Floresta Atlântica, passando de 15,3 para 15,9% da área do Estado.

Em razão de sua riqueza biológica e alto grau de ameaça, a Floresta Atlântica, ao lado de outras 35 regiões localizadas em diferentes partes do planeta foi apontada como um dos *hotspots* mundiais, ou seja, uma das áreas prioritárias para a conservação de biodiversidade em todo o mundo (Myers et al., 2000; Williams et al., 2011), sendo decretada “Reserva da Biosfera” pela Unesco e “Patrimônio Nacional” na Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, se tornando o primeiro bioma brasileiro a ser assegurado por Lei - Lei da Mata

Atlântica 11.428/2006 (SOS Mata Atlântica, 2018). Estudos comprovam a existência de várias espécies de aves, anfíbios, répteis, mamíferos e peixes, além de mostrar uma alta diversidade de espécies de árvores por hectare, demonstrando que de fato a Floresta Atlântica possui a maior diversidade de árvores do mundo por unidade de área. Várias dessas espécies de animais e vegetais, porém, estão ameaçadas de extinção. São 276 espécies vegetais da Floresta Atlântica na lista oficial de espécies ameaçadas, dentre elas, a *Euterpe edulis* Martius (Campanili e Schaffer, 2010).

Da mesma família Arecaceae, a mesma do açazeiro, a palmeira *E. edulis* Martius, popularmente conhecida como palmeira juçara, palmito-juçara, palmitero-doce, içara, ripeira ou ripa é espécie símbolo do bioma Mata Atlântica. Bastante encontrada perto dos cursos dos rios e matas úmidas, da Bahia ao Rio Grande do Sul, o fruto da juçara, além de ter um sabor bastante apreciado, é refrescante, energético, rico em lipídios, vitamina A, ferro e água (Mortara e Valeriano, 2001). Destaca-se das demais palmeiras pela qualidade e rendimento do palmito produzido, sendo de grande relevância como fornecedora de produtos florestais não madeireiros, mas que se encontram em populações reduzidas a fragmentos, após décadas de superexploração de seu palmito e de desmatamentos (Favreto, 2010; Ribeiro et al., 2011; Paludo et al., 2012).

A exploração acelerada e ilegal, sem o uso de um manejo adequado do seu palmito, contribui para que a *E. edulis* seja uma das espécies mais exploradas da Floresta Atlântica, sendo colocada na "Lista da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção", classificada na categoria de "Perigo de Extinção" (Cardoso et al., 2011). Diante do quadro de devastação da Floresta Atlântica são necessárias ações que visem à recuperação e preservação das florestas (Favreto, 2010), garantindo a disponibilidade de água e a conservação do solo e da biodiversidade, mas, criando oportunidade de diversificação de renda para os produtores rurais (Godinho et al., 2016). Deste modo, considerando a carência de pesquisas e de metodologias ratificadas nas literaturas para a orientação de estudos sobre a palmeira *E. edulis* em consórcio com diferentes espécies arbóreas e café, objetivou-se com este trabalho de pesquisa estudar o desenvolvimento das plantas, seus aspectos fisiológicos, composição mineral, acúmulo de serapilheira e os teores nutricionais nela presentes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A IMPORTÂNCIA DA PALMEIRA JUÇARA

Embora tenham sido propostos sistemas de gestão sustentável para a palmeira juçara (Reis et al., 1992; Ribeiro et al., 1994; Conte et al., 1999), a opção por lucros imediatos prevalece em algumas regiões e ela ainda é alvo da colheita clandestina e predatória do seu palmito, o que causa a morte da planta. Juntamente com a caça ilegal são práticas que acontecem, tanto em florestas públicas quanto privadas. Atualmente, maior importância tem sido dada ao potencial de seus frutos para a produção de polpa, considerando a quantidade produzida, a textura e o paladar de seu suco com cor de tonalidade muito parecido com o do açaí. Produzida de forma artesanal, apresenta rendimento em concentração e volume de polpa equivalente àquela espécie nativa da Amazônia (Reis et al., 2000b; Costa et al., 2008; Ribeiro et al., 2011; Paludo et al., 2012).

O manejo da palmeira juçara com a finalidade de produção de frutos para a extração da polpa é mais interessante do que para a retirada do palmito, pois o corte da palmeira exerce um efeito negativo sobre várias espécies da fauna que utilizam seus frutos como uma das principais fontes de alimento. Essas espécies realizam naturalmente sua propagação no ambiente onde vivem (Costa et al., 2008; Guimarães e Souza, 2017). Por meio do incentivo ocasionado por uma maior rentabilidade econômica e pelo atendimento às normas legais para a exploração da palmeira juçara, a utilização de sistemas agroflorestais está sobrevivendo em

regiões naturais de ocorrência dessa espécie, que necessita de culturas sombreadoras por não tolerarem condições de pleno sol na fase inicial de desenvolvimento. A Tabela 1 faz um comparativo entre a exploração do palmito e do fruto para a produção de polpa.

Tabela 1. Comparação econômica entre o corte ilegal de palmito e a coleta de frutos para produção da polpa

Corte convencional do palmito	Colheita anual de frutos
Árvore morre	Árvore não morre
Palmito: 1 árvore = 400 g R\$ 2,00/árvore ou R\$ 5,00/vidro de palmito	Frutos: 1 árvore = 4 kg de frutos R\$ 0,50/kg = R\$ 2,00/árvore em frutos ou R\$ 15,00/árvore em polpa
Período: 1 vez a cada 10 anos/ árvore	Período: anual
Média	Média
R\$ 0,50/árvore/ano	R\$ 15,00/árvore/ano

Fonte: Maquiné (2005).

Sob a perspectiva ambiental, a juçara é relevante fonte de alimento para diversos animais, que são os principais disseminadores de suas sementes. Entre esses animais estão aves e uma série de mamíferos, como roedores, primatas e morcegos, além de répteis, como o lagarto teiú (*Tupinambis merianae*) (Galetti e Aleixo, 1998; Reis et al., 2000a; Castro e Galetti, 2004; Moreira et al., 2016.). A forte relação da palmeira juçara com a fauna é essencial para a sobrevivência e manutenção das populações da espécie. Modificações nestas relações são capazes de modificar os processos da dinâmica sucessional (Reis e Kageyama, 2000).

Com relação ao valor nutricional, a polpa de juçara possui quantidade de elementos minerais próximas ou superiores a de açaí, sendo mais rica em alguns, como o Zinco, o Ferro e o Potássio. Como demonstrado em estudos de caracterização de suas polpas, apontaram que os teores desses minerais foram, respectivamente, 20,8%, 70,3% e 65,7%, maiores que no açaí. Teores de outros minerais, a exemplo do Cálcio, Magnésio e Manganês não tiveram diferenças significativas, ao passo que os teores de Cobre e Fósforo foram consideravelmente maiores no açaí (Dias et al., 2016; Cravo Filho et al., 2017; Silva et al., 2019). Entretanto, os teores de antocianinas, sabidamente encontrados em frutas como o

açaí, a juçara e a uva é o que distingue a juçara das demais, já que em sua polpa a quantidade de antocianinas é em torno de quatro vezes maior que a da polpa de açaí (Rogez, 2000; Siqueira et al., 2018).

As antocianinas presentes nos frutos têm efeito antioxidante e, como resultado, protegem contra os radicais livres, produzidos a partir de diversas reações no organismo, como parte do metabolismo (Al-Jaber et al., 2011; Nile e Park, 2014; Cardoso et al., 2015; Schulz et al., 2016). Ainda, aumenta as defesas do organismo, retarda os sinais do envelhecimento, além de outros benefícios como a como perda de memória, da coordenação motora e da visão. Diminuem os efeitos do mal de Alzheimer, propicia melhor circulação sanguínea, reduz a proliferação das células leucêmicas e protege o organismo contra o acúmulo de gordura nas artérias (Rogez, 2000; Portinho et al., 2012; Nile e Park, 2014; Dias et al., 2016; Cravo Filho et al., 2017). Em virtude desse efeito, diversos pesquisadores e a própria indústria alimentícia têm manifestado um grande interesse por esses compostos, o que comprova a importância de manter essas substâncias ativas.

A indústria utiliza o congelamento como procedimento de conservação de alimentos, o qual se caracteriza por submetê-los a temperatura abaixo do seu ponto de congelamento, aumentando assim o tempo de conservação, por diminuir a atividade da água (Reque et al., 2014). Todavia, são escassas as pesquisas que apresentam o efeito do congelamento sobre a capacidade antioxidante dos frutos da palmeira juçara e a concentração de antocianinas. Apesar de amplamente espalhada na natureza, são raras as fontes comercialmente aproveitáveis de antocianinas (Malacrida e Motta, 2006). Assim, o fruto da palmeira juçara tem sido apontado como uma fonte promissora desses compostos (Falcão et al., 2007; Borges et al., 2013).

Na Tabela 2 constam informações nutricionais e composição química da polpa de juçara e de açaí.

Tabela 2. Informações nutricionais e composição química da polpa de juçara e de açaí

INFORMAÇÕES NUTRICIONAIS				
Para cada 100 mL	juçara		Açaí	
		VD*		VD*
Valores energéticos	63,8 Kcal	3,44	51,4 Kcal	2,55
Carboidratos totais	5,7 g	1,9	4,3 g	1,4
Proteínas	0,67 g	0,9	0,77 g	1,09
Lipídios (Gorduras totais)	3,5 g	6,4	1,3 g	0,24
Gorduras saturadas	0 g		0 g	
Gorduras trans	0 g		0 g	
Fibra alimentar	3,23	12,9	2,2 g	0,88
Antocianinas	61,85 mg		17,50 mg	
Fósforo	12,85 mg		42,82 mg	
Potássio	101,07 mg		77,08 mg	
Cálcio	33,96 mg		28,26 mg	
Magnésio	9,42 mg		10,27 mg	
Enxofre	11,14 mg		11,14 mg	
Ferro	0,59 mg		0,39 mg	
Manganês	0,31 mg		0,92 mg	
Cobre	0,12 mg		0,25 mg	
Zinco	0,23 mg		0,21 mg	
Sódio	3,51 mg		2,44 mg	
Boro	0,08 mg		0,02 mg	
Cobalto	1,52 mg		0,007 mg	

*Valores diários de referência com base em uma dieta de 2000 Kcal ou 8400 kJ
 Fonte: Maquiné (2005).

Em conformidade com a legislação brasileira, a expressão “açaí” é conferida ao produto extraído da parte comestível dos frutos do açazeiro (*Euterpe oleracea* Martius) após o seu despulpamento, por meio de adequados processos tecnológicos (Brasil, 2000). Dos frutos da palmeira juçara (*E. edulis* Martius) pode-se extrair um produto similar ao açaí, contudo, menos consumido que a polpa de açaí, difundida de Norte a Sul do país, sendo o seu palmito mais utilizado como produto alimentício.

Segundo Pereira (2017), procedimentos estão sendo estudados com o objetivo de regularizar a produção de polpa a partir da *E. edulis*, seja por meio da elaboração de um documento próprio ou por meio da introdução da espécie no padrão de identidade e qualidade da *E. oleracea* e da *E. precatória*, como forma de reverter essa situação. O primeiro procedimento ganha força como mecanismo de caracterização e distinção entre os produtos, evitando a competição com a indústria já consolidada na região amazônica, por exemplo. O Autor supracitado ainda explica que, para que esses procedimentos tenham sucesso, o termo “açai” deverá dar lugar ao termo “juçara”, a partir do fomento à sua utilização nos produtos preparados com os frutos da *E. edulis*. A experiência comercial estabelecida pelo açai vem impulsionando a juçara em busca da independência que procura conquistar.

A realização de oficina pelo Ministério do Meio Ambiente para o mapeamento da cadeia de valor da juçara tem possibilitado a obtenção de dados que representam as principais áreas produtivas do país. Todavia, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) não realiza levantamento de dados de produção do fruto da juçara, contribuindo com a escassez de informações oficiais (Pereira, 2017). Tal mapeamento aponta, em ordem decrescente de produção, os Estados de Santa Catarina, São Paulo, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e Espírito Santo (Companhia Nacional de Abastecimento, 2016).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (2013), os poucos dados disponíveis sobre a produção e exportação de juçara mostraram que, em 2012, a produção nacional de seus frutos totalizou 193 toneladas. O estado de Santa Catarina foi o maior produtor brasileiro de frutos, com 162 toneladas, concentrando 84% da produção, sendo identificado com potencial para manter uma cadeia produtiva com fornecimento regular de frutos ao longo dos 12 meses do ano (Pereira, 2017).

A agricultura familiar é responsável por 90% da produção de juçara no Vale do Itajaí, no Estado de Santa Catarina. Contudo, ainda apresenta baixa exploração dos frutos por causa de a maior parte estar estabelecida nas florestas ombrófilas densas com vegetações de restinga, com áreas de acessibilidade limitada e, a despeito da grande produção, apresenta baixa produtividade em consequência da umidade e ao sombreamento. O Vale do Ribeira, região localizada no sul do estado de São Paulo e no leste do estado do Paraná é a região de maior concentração de

palmeira juçara em unidades de conservação (Companhia Nacional de Abastecimento, 2016; Pereira, 2017).

O consumo da polpa do açaí oriundo da Região Norte, especialmente do Pará, é uma realidade em quase todos os estados brasileiros. Adicionalmente, a polpa do fruto da juçara, com uma produção procedente das Regiões Sul e Sudeste tem alta possibilidade de entrar no mercado de polpa de frutas. Os produtores precisam alcançar um maior grau de organização social e adquirirem infraestrutura de armazenamento e logística de transporte necessária para o abastecimento dos mercados, a exemplo do que acontece com a cadeia do açaí, considerando o potencial de sucesso demonstrado pela atividade (Companhia Nacional de Abastecimento, 2016; Pereira, 2017).

O processamento da juçara (*E. edulis*) para sua exploração comercial é igual aos dos frutos do açaí (*E. oleracea* e *E. precatória*), como verificado por Schulz et al. (2016). A polpa dos frutos dessas espécies tem sido congelada e desidratada e a produção exportada para a Europa, Estados Unidos, Japão e Austrália desde o ano 2000 (Cunha Junior et al., 2015). Contudo, nesse ínterim, alguns países da América do Sul vêm despontando como compradores em potencial, especialmente o Chile e a Argentina (Companhia Nacional de Abastecimento, 2015; Pará, 2015).

O estado de Santa Catarina cultiva palmeira juçara desde o início dos anos 1990. Não obstante, até os anos de 2003/2004, o mercado da região sul e sudeste foi abastecido pelo açaí da Amazônia, apesar do estado ser referência na produção de juçara (Schulz et al., 2016). Contudo, com a implantação da primeira unidade de beneficiamento de frutos de juçara no sul do país, em 2004, no município de Garuva, Santa Catarina (Bourscheid et al., 2011), as alternativas do mercado aumentaram.

Com relação aos preços, nos anos de 2013 e 2016, os preços mínimos do quilo do fruto de juçara foram de U\$ 0,60, o que representava, respectivamente, R\$ 1,20 e R\$ 1,95; sendo o preço da sua polpa cerca de cinco vezes maior (Companhia Nacional de Abastecimento, 2013, 2016). Essa variação ocorreu, provavelmente, devido à dificuldade do consumo e elevado custo de produção desse fruto de forma *in natura*, sendo necessária a utilização de processos tecnológicos adequados para a extração da polpa, o que demanda de investimentos. Em janeiro de 2019, o preço pago ao produtor de açaí foi de algo em torno de R\$ 3,00 o quilo (Companhia Nacional de Abastecimento, 2019).

O potencial de crescimento do valor da juçara é bastante elevado, quando se tem a polpa do açaí como modelo de mercado. Uma comprovação disso é o preço dos frutos do açaí, que tiveram uma valorização de quase 400% entre os anos de 2000 e 2012, indo de R\$ 0,41 a R\$ 1,69 o kg (Andrade et al., 2014). Atualmente, o momento é favorável à expansão do mercado do fruto da juçara, considerando que a procura pelo produto já é maior que a oferta (Guimarães e Souza (2017). Na cidade de São Luiz do Paraitinga, no Estado de São Paulo, os produtores receberam entre R\$ 1,50 e R\$ 1,65 por kg, com R\$ 1,58 de média. Já o preço da polpa oscilava entre R\$ 8,00 e R\$ 10,00 o kg (safra 2013/2014) (Companhia Nacional de Abastecimento, 2013).

Em 2017 e 2018, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (2019), presenciou-se uma estagnação ou queda nos preços de vários produtos da biodiversidade, dentre eles, a juçara. Quando se observa, por exemplo, a diferença entre o custo variável de produção e a média anual de preço do Kg do fruto da juçara, que esteve, respectivamente, em R\$ 3,06 e R\$ 1,87, constata-se um déficit de R\$ 1,19.

Sob a perspectiva legal, técnica e científica, o manejo sustentável dos recursos naturais extrativistas, os parâmetros, orientações técnicas e tecnologias não estão disponíveis nem claros o bastante a todos os envolvidos. Isso é necessário para viabilizar a sustentabilidade na exploração da grande diversidade de espécies de expressivo valor socioambiental (Companhia Nacional de Abastecimento, 2019). O manejo dos recursos florestais com o extrativismo, proporcionam benefícios às comunidades de vários biomas, como da Amazônia e Floresta Atlântica, contribuindo com a manutenção dos serviços ecossistêmicos. Contudo, as dificuldades apontadas acima somadas à falta de informação facilitam a atuação de intermediários que compram os produtos por valores muito baixos, dificultando a continuidade da atividade ao desmotivar o produtor a realizar a oferta, estimulando o êxodo rural (Companhia Nacional de Abastecimento, 2019). Segundo Guimarães e Souza (2017), por se tratar de uma planta nativa, as questões legais constituem, normalmente, pontos de apreensão para produtores que pretendem iniciar a exploração comercial da juçara. Muitos argumentam que os aspectos legais são demasiadamente amplos e complicados, proporcionando insegurança aos moradores da zona rural.

O Art. 3º da Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 (Novo Código Florestal) considera a colheita dos frutos e sementes da juçara em florestas naturais como atividade de baixo impacto ambiental, corroborado pelo Art. 21 da mesma lei que diz que é livre a colheita de produtos florestais não madeireiros, tais como frutos, cipós, folhas e sementes, obrigando-se considerar os períodos de colheita e volumes fixados, quando estipulados em regulamentações específicas. Ademais, o Art. 18 da Lei Federal nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006 (Lei da Mata Atlântica) dispõe que: no Bioma Mata Atlântica é livre a coleta de subprodutos florestais tais como frutos, folhas ou sementes, bem como as atividades de uso indireto, desde que não coloquem em risco as espécies da fauna e flora, observando-se as limitações legais específicas e em particular as relativas ao acesso ao patrimônio genético, à proteção e ao acesso ao conhecimento tradicional associado e de biossegurança (Brasil, 2006).

Fundamentando-se no fato da juçara compor a Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Brasil, 2008), no Estado do Espírito Santo há um estabelecimento de padrão que regula a colheita e o uso dos seus frutos. A Instrução Normativa nº 003/2013 do Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (2013) estabelece a estratégia para a exploração sustentável simplificada para a retirada dos frutos da palmeira juçara, que pode ser feito por um profissional habilitado ou por um funcionário do Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural – INCAPER (Guimarães e Souza, 2017).

Ainda segundo Guimarães e Souza (2017), a Instrução Normativa aludida preconiza que, no caso de exploração em florestas naturais, sempre deverá ser preservado no mínimo 1 (um) cacho em cada árvore durante a colheita, não podendo esta ser realizada em caso de cacho único por palmeira. Ademais, após a colheita em cada planta, deverá proceder ao plantio de três mudas de palmeira juçara, bem como a devolução de no mínimo 20% das sementes após o despulpamento dos frutos, na forma de semeadura a lanço nas áreas de ocorrência, mantendo sem intervenção algumas parcelas naturais próximas aos locais de extração. Referente às áreas de uso diversos do solo com o cultivo de palmeira juçara, a extração dos frutos é liberada, devendo apenas serem cadastrados no Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF) e sua exploração corretamente informada para efeito de controle da origem,

já que é o órgão responsável por regularizar as unidades produtivas, tanto em florestas naturais como em áreas plantadas.

Embora o mercado de polpa de juçara esteja em alta, sua comercialização ainda é limitada quando comparada com a polpa do açaí devido à baixa oferta do fruto relacionado ao seu caráter sazonal, à falta de um padrão de qualidade da polpa produzida e a falta do domínio de conhecimento sobre o fruto da juçara. Nesta conjuntura, o desenvolvimento de pesquisas que tratam das formas de utilização da palmeira para a extração da polpa contribui para o progresso da cadeia em que ela se encontra, pois sua oferta na forma processada e padronizada, é capaz de gerar emprego e renda para a região, além de colocar a espécie em posição de destaque contribuindo com sua valorização e conservação (Pereira, 2017).

A demanda por polpa dos frutos da juçara para o preparo de vários produtos tem sido favorecida devido ao seu alto potencial energético e sabor peculiar. Esses atributos contribuem para a conquista de espaço nos grandes centros nacionais, causando um aumento significativo na procura pelo produto. A sua polpa pode ser utilizada no preparo de massas diversas de pães, pizza, rosca, tortas, sorvetes, sucos, vinhos, licores e doces, sendo consumida também *in natura*. Normalmente, misturada com polpas de frutas regionais ou exóticas, como graviola, cupuaçu, cacau, cajá, limão, banana, morango e kiwi, ou ainda com leite e cereais; de maneira similar ao uso do açaí. O uso da polpa de palmeira juçara está sendo aceito pela população de diferentes regiões, destaca-se a maior quantidade de sólidos solúveis nesta espécie, quando comparada aos resultados obtidos no açaí. Por essa razão, em observações feitas durante teste de degustação, o suco de frutas misturado com polpa de juçara teve maior preferência do que aquele misturado com polpa de açaí (Reis e Guerra, 1999; Mortara e Valeriano, 2001; Silva et al., 2004; Guimarães e Souza, 2017).

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE

A palmeira juçara (*E. edulis* Martius) é monoica, alógama, perenifólia, ombrófila, mesófila ou levemente higrófila, de estipe reto e cilíndrico, não estolonífera, ou seja, não perfilha na base, o que provoca a morte da planta quando cortada para a retirada do palmito. Geralmente possui excelente vitalidade, agressividade, alta plasticidade e produção farta de frutos e sementes viáveis (Reitz

et al., 1978; Tsukamoto Filho et al., 2001; Guimarães e Souza, 2017). Sua inflorescência é em panícula, com ráquis de, aproximadamente, 70 cm de comprimento e com ráquias, colocadas abaixo das folhas, contendo flores unissexuais dispostas em tríade, na proporção de duas masculinas para uma feminina, de coloração amareladas, numerosas, com 3 a 6 mm de comprimento (Reitz, 1974; Henderson, 2000b). Suas inflorescências apresentam acentuada protandria, ou seja, as flores masculinas amadurecem antes evitando a autofecundação do indivíduo (Mantovani e Morellato, 2000; Reis et al., 2000b).

Sua polinização se dá por entomofilia, sobretudo, por abelhas nativas, podendo em alguns casos ser polinizada pelo vento ou outros insetos (Mantovani e Morellato, 2000; Zambonim, 2011; Andrade, 2015). Por se tratar de uma espécie de fecundação cruzada, ela depende do trabalho intenso dos agentes polinizadores, sendo a baixa produção de frutos em alguns anos e locais, podendo ser atribuída a reduzida taxa de polinização motivada por elevados índices pluviométricos, ou até mesmo pelo número reduzido de colmeias e outros insetos nas proximidades do cultivo, dentre outros fatores abióticos diversos (Andrade, 2015).

A palmeira juçara, pertencente à família Arecaceae é uma das espécies vegetais mais importantes da Floresta Atlântica, evidenciando-se pela grande quantidade de indivíduos adultos e jovens, seu enorme potencial de regeneração em remanescentes florestais é favorecido pela enorme quantidade de propágulos que produz (Schorn et al., 2012). É uma espécie importante para a fauna, uma vez que propicia grande quantidade de frutos carnosos durante longo período do ano e, geralmente, em época de escassez de recursos (Fadini et al., 2009).

Com seu crescimento monopodial característico da família arecaceae, em seu ápice encontram-se as folhas, normalmente, de oito a quinze, pinadas e espiraladas, com cerca de 2 a 2,5 metros de comprimento, junto com seu sistema reprodutivo (Corner, 1966; Uhl e Dransfield, 1987; Reis, 2012). Quando adulta a palmeira juçara pode atingir de 20 a 25 metros de altura e de 10 a 30 centímetros de diâmetro à altura do peito (DAP), com a formação do palmito entre o término do tronco e a base da inserção onde nascem as folhas (Reitz, 1974; Henderson, 2000b; Martins-Corder e Saldanha, 2006).

A época de floração da palmeira juçara nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul transcorre nos meses de setembro a dezembro, e

nos demais estados de setembro a janeiro (Guerra et al., 1984). Seus frutos são drupáceos, globulares, de coloração variando do verde ao roxo, violáceo ou quase negro, conforme sua fase de maturação. A palmeira produz quantidade elevada de frutos; sua infrutescência, em média, pesa 3 kg e produz 3.325 frutos maduros (Reis, 1995). Possui mesocarpo carnoso, com embrião lateral e com farto e homogêneo albume (Reitz, 1974; Reis, 1995; Fisch et al., 2000; Henderson, 2000a; Mantovani e Morellato, 2000; Queiroz, 2000). Os frutos medem, aproximadamente 1,5 cm de diâmetro com peso em torno de 1 g (Queiroz, 2000), sendo que a infrutescência não guarda relação com o volume da inflorescência emitida (Mantovani e Morellato, 2000).

A palmeira juçara possui sistema radicular fasciculado (Lorenzi et al., 1996), com raízes que se alongam lateralmente até cerca de 6 metros da estrutura peduncular quando adulta, podendo atingir uma profundidade de um metro e meio; contudo, o sistema radicular mostra-se bastante superficial, contendo o maior percentual de raízes, responsáveis pela absorção de nutrientes e água, nos primeiros 20 cm do solo (Bovi et al., 1992). Bovi et al. (1988) verificaram a associação de fungos micorrízicos arbusculares com as raízes de *E. edulis* em plantios no campo, o que otimiza a absorção de nutrientes pelas plantas.

2.3 ECOFISIOLOGIA DA PALMEIRA JUÇARA

A juçara é uma palmeira esciófita, ou seja, é capaz de adaptar-se e tolerar condição de sombreamento na sua fase inicial de desenvolvimento e crescimento (Fantini e Guries, 2007). Ademais, pesquisas conduzidas com a espécie confirmam que a palmeira juçara precisa de sombra no início de seu desenvolvimento, podendo as plantas serem conduzidas a pleno sol a partir do terceiro ano de plantio, com a eliminação gradativa do sombreamento (Martins e Souza, 2009).

Independente das discussões quanto ao fato de a palmeira juçara tolerar ou necessitar de sombreamento nos três primeiros anos do plantio, estudos comprovam que os níveis de luminosidade e as condições de umidade do solo são fatores determinantes na limitação do crescimento das plantas, possuindo melhor desenvolvimento à meia sombra na fase inicial da vida, todavia, com maiores taxas de crescimento conforme a exposição em maiores níveis de luminosidade a partir do quarto ano do plantio. O que se pode afirmar com segurança é que a palmeira

juçara é bastante exigente em água no solo no qual é cultivada (Guimarães e Souza, 2017).

A temperatura média anual do ar das regiões de incidência da palmeira juçara se encontra entre 17 a 26°C, achando-se a média do mês mais frio na faixa de 13 a 24°C, e a temperatura média do mês mais quente entre 20 a 27°C, com índices pluviométricos médios variando entre 1.000 a 2.200 mm ao ano, sendo favorecida e possuindo melhor desenvolvimento com precipitação acima de 1.500 mm ao ano, uniformemente distribuídos. Não obstante, ocorre também em florestas com estação seca demarcada, suportando em torno de até três meses essa condição (Carvalho, 1993). Segundo Guimarães e Souza (2017), a palmeira juçara é bem adaptada às condições encontradas na Região Serrana do Espírito Santo, devido ao índice pluviométrico anual de, aproximadamente, 1.400 mm bem distribuídos e temperatura média com amplitude de 17 a 23°C.

Ainda, segundo Macedo et al. (1978), Yamazoe et al. (1986) e Bovi et al. (1988), fatores edafoclimáticos como luz, umidade e nutrientes têm enorme influência nos parâmetros de produtividade da palmeira juçara, tanto para a obtenção do palmito quanto para a produção de frutos. Recomendam a observação de determinadas peculiaridades da espécie objetivando o sucesso do cultivo, como o sombreamento indispensável em torno de 50%, assim como o elevado teor de umidade do solo e do ar na fase inicial de desenvolvimento.

Corroborando com esse entendimento, Caldeira et al. (1996) reiteram que a *E. edulis* necessita receber mais luminosidade, quiçá, radiação solar direta, o que irá acarretar um menor crescimento em altura, facilitando o manejo, e um aumento do diâmetro de seu caule. Bovi et al. (1988) indicam que, a partir do terceiro ano de plantio, a espécie já suporta radiação solar plena. Apontam ainda que plantas que recebem maior luminosidade têm mais propensão de emitir inflorescências mais abundantes, desde que tenham potencial mínimo de reservas para desenvolvimento de frutos, tendo também a disponibilidade de pólen, agentes polinizadores e condições ambientais favoráveis, como fatores responsáveis por grande parte do êxito na formação de tais frutos (Mantovani e Morellato, 2000).

Ademais, segundo Mantovani e Morellato (2000), de todas as inflorescências emitidas pela planta, pouco mais da metade irão produzir infrutescência em situações de ocorrência natural na Floresta Atlântica. É importante ainda salientar que a palmeira juçara é uma espécie de hábito bianual,

portanto, não emite infrutescência por igual todos os anos, exibindo eventos de produção alternada, conforme advertido por Reis (1995) em circunstâncias de mata nativa e por MacFadden (2005) e Farias (2009) em sistemas agroflorestais.

A precocidade, produtividade de palmito, de frutos e a maturação uniforme dos cachos são favorecidas por um manejo adequado quanto à incidência de luminosidade, como a que é permitida por atividade como a agrossilvicultura, nos diferentes estádios de desenvolvimento. A incidência luminosa, a umidade e a fertilidade do solo, as condições ambientais que favorecem a fixação de agentes polinizadores, como o monitoramento de espécies competidoras, a exemplo de gramíneas são indispensáveis para a viabilidade do cultivo da *E. edulis*, seja para a produção de frutos ou para a obtenção de palmito (Zambonim, 2011).

2.4 SISTEMAS DE MANEJO DA PALMEIRA JUÇARA

Embora a juçara necessite de sombreamento, não convém que seja abafada por plantas espontâneas. A roçada, nos três primeiros anos de desenvolvimento é o trato cultural recomendado, sendo mais indicada que o coroamento ao redor das plantas e a capina, que apresentam riscos de causar danos ao sistema radicular superficial das palmeiras (Martins e Souza, 2009).

Como em diversas culturas, a adubação da juçara deve ser precedida de análise de solos e recomendação técnica. Andrade (2015), explica que, como a palmeira é cultivada em área de sistemas agroflorestais ou consorciada com outras espécies, absorve indiretamente os nutrientes direcionados para o outro cultivo. É raro publicações de caráter técnico-científicos que tragam esclarecimentos sobre a nutrição da juçara, o que mostra que tem muito trabalho a ser desenvolvido nessa área. Entretanto, já foi constatado que a juçara responde de forma satisfatória à adubação (Neuburger et al., 2010).

Produtores rurais instalados na região de Pedra Azul, distrito de Domingos Martins, estado do Espírito Santo, relatam que existem plantas de palmeira juçara em diferentes condições de solo. Todavia, indicam que plantas crescidas em locais com maiores teores de esterco bovino são mais vigorosas e mais produtivas. Estes produtores informam ainda que na região existem duas variedades principais, que diferem entre si pela cor do tronco - amarelo e roxo - e que a juçara representa uma opção ideal para adequação da propriedade à legislação ambiental, com a

vantagem de ser uma atividade que demanda pouca mão-de-obra (Guimarães e Souza, 2017).

Segundo produtores da Região Serrana Capixaba, em termos de produção de frutos, a variedade conhecida localmente como “Santa Marta”, aparentemente, de troncos mais grossos, é bastante apreciada por apresentar frutos maiores que a juçara comum e de alta produtividade comprovada. Relatam que têm cultivado plantas dessa variedade há mais de duas décadas e que as sementes foram inicialmente trazidas da região do Caparaó. Afirmam ainda, que o manejo da juçara nessa região é dificultado devido à altura das palmeiras que crescem em condições de sombreamento excessivo, sendo bem mais altas do que aquelas plantadas em locais com taxa de luminosidade maior (Guimarães e Souza, 2017).

Conforme informações de técnicos do INCAPER, o que normalmente é realizado pelos agricultores é o processo de formação, que se baseia na criação de áreas com grandes adensamentos de juçara. Isso é feito por meio de enriquecimento de capoeiras, de bordas de matas, de grotões, de roças ou até de pomares, com grande variação de procedimento, sendo adotado, em alguns casos, o semeio a lanço. Outros produtores adotam o plantio de mudas procedentes de viveiros ou pelo transplante de mudas retiradas do interior das matas, sendo que esta, juntamente com a existência de sombreamento, aparenta ter condições importantes para o êxito da formação (Guimarães e Souza, 2017).

Ao contrário do que ocorre com o espaçamento recomendado para a exploração do palmito de juçara, para fins de produção de frutos, as informações sobre recomendação de espaçamento são escassas. No caso da exploração de palmito, experimentos realizados no litoral de São Paulo destacaram maior produtividade por indivíduo no espaçamento de 2,0 x 2,0 m, enquanto plantios adensados de 1,0 x 1,0 m e 1,5 x 1,0 m, maior rendimento por hectare (Martins e Souza, 2009).

Para plantios com finalidade de produção de frutos, recomenda-se espaçamentos mais largos pois, além de inibir o crescimento demasiado da palmeira, o que dificulta a colheita, a maior incidência de luz na fase adulta da planta favorece uma maior produção de frutos. Em Santa Catarina, juçara consorciada com bananas, onde se presumiu uma produção bastante elevada, o espaçamento adotado foi de 2,0 x 2,5 m e as bananeiras, no espaçamento de 2,5 x 2,5 m. Com essa população, depois de nove anos de plantio, somente 17% das palmeiras

produziram frutos, apresentando em média 3,3 infrutescências por planta. Diante desse quadro, com a densidade de 2.000 palmeiras por ha, optou-se pela realização de desbaste de 50% das plantas, mantendo somente 1.000 palmeiras por ha (Martins e Souza, 2009; Guimarães e Souza, 2017).

Naturalmente, o sistema de manejo é que irá determinar o investimento necessário para a atividade de venda de frutos in natura. Em florestas naturais, o sistema de exploração demandaria de baixo investimento, somente o suficiente para a aquisição dos equipamentos de colheita. Por outro lado, entretanto, o rendimento também é bastante baixo nesse sistema. Plantios mais adensados podem representar uma alternativa interessante quando se pretende implementar a produção de palmito.

Alguns experimentos com juçara em consórcios têm sido realizados na Região Serrana do Espírito. Em Venda Nova do Imigrante, Godinho et al. (2014) compararam plantios diferentes de juçara com eucalipto e juçara com cedro australiano, com sete anos de idade. Em consórcio com eucalipto apenas 41,7% das palmeiras ultrapassaram 1,3 m de altura, enquanto que no consórcio com cedro australiano, esse percentual foi 75,8% de plantas. Outra constatação importante, foi o maior diâmetro de plantas consorciadas com o cedro australiano, que indica um maior potencial para a produção de frutos, por este guardar relação direta com o diâmetro e altura das palmeiras (Moreira, 2013). Martins e Souza (2009) apontam que o consórcio de juçara para a produção de frutos e seringueira para a extração de látex, pode trazer renda ao produtor por, aproximadamente, 30 anos.

A juçara consorciada com espécies frutíferas nativas da Floresta Atlântica de porte médio, como a jabuticaba, pitanga, uvaia, araçá, cereja-do-rio-grande dentre outras são alternativas de cultivo economicamente viáveis. Essas espécies proporcionam sombreamento necessário à juçara na fase inicial e juvenil. Leguminosa de porte arbustivo e de crescimento acelerado, como o feijão-guandu é outra possibilidade de sombreamento temporário para a juçara que, além de servir de alimento, pode ser utilizado como adubação verde (Santos et al., 2008).

Segundo Guimarães e Souza (2017), produtores experientes da Região Serrana do Espírito Santo plantam três sementes por cova, técnica denominada por eles de “perfilhamento artificial”, para depois realizar o desbaste para a exploração do palmito. No espaçamento proposto, 2,5 m x 2,5 m, para as mudas

de juçara e para a utilização de três sementes por cova, o gasto é de 2,4 kg de sementes/ha, para a formação de 1.600 plantas/ha.

Na hipótese de um sistema agroflorestal que utiliza espaçamento de plantio 2,5 x 2,5 para as diferentes espécies empregadas no consórcio, alternando linhas duplas de juçara com linha simples das espécies sombreadoras, caberiam 1.600 covas/ha, onde 1.067 covas seriam para o plantio de juçara e 533 covas para a espécie sombreadora. Considerando a produção de dois cachos por palmeira/ano, com peso médio de 4,6 kg de frutos (Guimarães et al., 2015), e que 70% frutificam por ano (Barroso et al., 2010), tem-se uma produção em torno de 6.871 kg/ha/ano de frutos, com rendimento estimado de R\$ 10.856,18 ao ano, tendo como base o valor de R\$ 1,58 por quilo de fruto, sendo que tal rendimento pode ser aumentado com a renda oriunda das outras espécies do sistema.

2.5 PRODUTIVIDADE DE FRUTOS EM PALMEIRA JUÇARA

Nos diferentes sistemas de manejo, o rendimento de frutos está diretamente relacionado com a densidade de plantas por hectare. Considerando que a maneira de implantação desses sistemas varia muito de região para região, seu rendimento e efetividade também apresentarão variações. Observa-se na Tabela 3 a estimativa de rendimento de frutos e polpa de juçara em sistemas de manejo diversos.

Tabela 3. Estimativa de rendimento para produção de frutos e polpa de juçara em sistemas de manejo diversos

Sistema de Manejo	Produtividade (kg/ha/ano)	Venda dos frutos (R\$ 1,58 por quilo de fruto)	Venda da polpa (R\$ 8,00 por quilo de polpa) ¹
Consórcio com banana no litoral Norte de São Paulo	584	922,72	2.336,00
Quintal agroflorestal no litoral Sul de São Paulo	5.364	8.475,12	21.456,00
Floresta secundária em São Paulo	1.622	2.562,76	6.488,00
Quintal agroflorestal em Santa Catarina	1.360	2.148,80	5.440,00
Consórcio com banana em Santa Catarina	4.000	6.320,00	16.000,00
Floresta Secundária em Santa Catarina	460	726,80	1.840,00
Floresta Secundária no Espírito Santo ²	885	1.398,30	3.540,00
Sistema agroflorestal hipotético ³	6.871	10.856,18	27.484,00

¹ Considerando que 1.000 g de frutos rendem 500 g de polpa (rendimento de 50 %). ² Pesquisas conduzidas pelo Incaper na Região Serrana do ES: 2 cachos por planta e 4,6 kg de frutos por cacho (Guimarães et al., 2015); considerando que 70% das plantas frutificam anualmente (Barroso et al., 2010); valor ajustado para atender à IN 03/2013 do Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (2013). ³ Composto por 2 linhas de juçara alternadas com uma linha de outra espécie de interesse econômico, com espaçamento de 2,5 x 2,5 m, com 1.067 plantas por hectare; considerando 2 cachos por planta, 4,6 kg de frutos por cacho e 70% das plantas frutificando anualmente.

Ademais, é importante observar a existência de políticas públicas para a sociobiodiversidade, promoção da agricultura familiar e a alimentação orgânica escolar. Neste seguimento, inserem-se os produtos florestais não madeireiros, e dentre eles, a produção agroecológica da polpa dos frutos da palmeira juçara. Tais políticas integram a Secretaria de Desenvolvimento Territorial, criada em 2004 e orientadas pelas propostas contidas no referencial para apoio ao desenvolvimento de territórios rurais (Brasil, 2005). Os exemplos são: o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), criado em 1996; o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), instituído pela Lei 10.696 de 02 de julho de 2003, que favorece a aquisição direta de produtos de agricultores familiares pelo governo;

e, o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), referente a alimentos para a merenda escolar. Esse último criado em 2003 e regulamentado pela Lei 11.947 de junho de 2009, dispendo sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica, dando sempre preferência aos produtos orgânicos e agroecológicos (Ewert et al., 2016; Silva, 2017). Ademais, no seu Art. 14 determina que do total dos recursos financeiros repassados pelo FNDE, no âmbito do PNAE, no mínimo 30% (trinta por cento) deverão ser utilizados na aquisição de gêneros alimentícios diretamente da agricultura familiar e do empreendedor familiar rural ou de suas organizações, priorizando-se os assentamentos da reforma agrária, as comunidades tradicionais indígenas e comunidades quilombolas.

Pode-se dizer que a popularização da procura da polpa dos frutos da palmeira juçara em grande parte é devida às experiências difundidas por diversas entidades como a “Rede juçara”, “Amável – Mata Atlântica Sustentável” e “ Projeto Juçara – Meio Ambiente e Desenvolvimento Comunitário”, por meio do desenvolvimento de projetos que tratam da produção de mudas até o fortalecimento da cadeia produtiva, tendo como foco central a divulgação do manejo sustentável (Guimarães e Souza, 2017; Pereira, 2017).

Nos últimos anos, essas entidades têm sido responsáveis pelo desenvolvimento de ações focadas no desenvolvimento e difusão de técnicas de manejo nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Seguindo os preceitos de sustentabilidade, promovendo o progresso das cadeias produtivas da polpa dos frutos, de mudas e sementes da palmeira juçara, associadas à conservação pelo uso da espécie. Além disso, contando com agricultores familiares e comunidades tradicionais da floresta atlântica como agentes principais nessas ações, observando a não interferência no estoque de alimentos da fauna e a necessidade de repovoamento da espécie por meio de plantio de mudas ou lançamento de parte das sementes após o processamento dos frutos (Revista da Rede Juçara, 2011).

No Estado de São Paulo, nos municípios de Ubatuba, São Luiz do Paraitinga e Natividade da Serra, nos arredores do Parque Estadual da Serra do Mar, a polpa da juçara foi introduzida na alimentação dos alunos das fases iniciais ao Ensino Fundamental. A comercialização de sementes e o fornecimento de serviços para o plantio de mudas têm se demonstrado como novas possibilidades

de incremento da renda para os produtores. Além disso, valoriza a identidade cultural das populações daqueles locais, ao tempo que diminui a reconhecida pressão exercida ao longo de décadas pela exploração do palmito (Projeto Juçara, 2005; Costa et al., 2008; Guimarães e Souza, 2017).

Conforme constatado por Macedo et al. (1978), Yamazoe et al. (1986), Bovi et al. (1988) e Caldeira et al. (1996) a produtividade de frutos da palmeira juçara é afetada de forma negativa ou positiva pela alteração climática. A luminosidade, assim como os níveis de nutrientes e de umidade, também afeta a produtividade. As ocorrências de ventos fortes e eventos de chuvas torrenciais prejudicam a polinização e/ou provocam a queda das flores. Ademais, conforme já apontado por Reis (1995), MacFadden (2005) e Farias (2009), ocorre oscilação na produção de frutos em períodos sucessivos devido ao caráter de bianualidade da espécie.

Pesquisas realizadas com a palmeira juçara ao longo de vários anos têm demonstrado variação na produção de frutos nas diferentes regiões do Brasil e também quando comparada entre áreas com atributos florestais diferentes em uma mesma região. No município paulista de Eldorado, a média foi de 2,6 cachos por planta, nos chamados quintais agroflorestais (Barroso, 2009). Em consórcios de banana com no Estado de Santa Catarina, segundo MacFadden (2005) obteve-se resultados parecidos ao relatar a média de 2,49 infrutescência por palmeira, enquanto que numa área de floresta primária, nesse mesmo Estado, a média oscilou de 1,2 a 1,6 infrutescência por palmeira, resultados bem inferiores que os anteriores (Reis, 1995).

Em pesquisas conduzidas em Santa Catarina, Reis (1995) constatou que os cachos da juçara podem alcançar até 5 kg, chegando a ter em média 3,5 kg de frutos. De acordo com Barroso et al. (2010), no Vale do Ribeira, em São Paulo verificaram produtividade média de 4,45 kg por infrutescência. Na Região Serrana do Espírito Santo, entre os municípios de Domingos Martins e Venda Nova do Imigrante, pesquisas realizadas em 2014, pelo INCAPER apresentaram resultados preliminares demonstrando que cada cacho rendeu em torno de 4,6 kg de frutos, com a produção média de dois cachos por ano, podendo indicar alta produtividade da juçara na região, por ser superior aos valores encontrados em pesquisas anteriores (Guimarães et al., 2015; Teixeira et al., 2019).

Segundo informações de literatura e relatos de agricultores, a fase produtiva da palmeira juçara se inicia entre 6 e 10 anos de idade. Para os casos de

ocorrência em florestas, nas diversas regiões do território brasileiro, o número de plantas adultas varia de 8,5 a 625 palmeiras por hectare, densidade que oscila, sem dúvida, com as circunstâncias naturais que melhor atendem as exigências da espécie, considerando ainda os efeitos da exploração predatória de palmito que impacta o número de indivíduos. Pesquisas executadas pelo INCAPER demonstraram inicialmente que existem, em média, 275 palmeiras juçara adultas por hectare em remanescentes florestais moderadamente preservados na Região Serrana Capixaba (Guimarães e Souza, 2017).

Neste contexto, é possível estimar o volume de frutos de juçara potencialmente exploráveis em florestas nativas da Região Serrana do Espírito Santo. Partindo da capacidade produtiva de média de dois cachos por ano, com a produção de 4,6 kg de frutos por cacho, 275 palmeiras por hectare em fase de produção pode render $2.530 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Considerando a reprodução anual de 60% a 70% da população de palmeiras adultas (Mantovani e Morellato, 2000; Barroso et al., 2010) serão aproximadamente 1518 a 1771 kg de frutos $\text{ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Contudo, considerando a necessidade de manter um cacho por planta no momento da colheita, conforme Instrução Normativa 003/2013 do Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (2013), a produção seria de 759 a 885,5 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de floresta nativa.

Em levantamentos realizados nesses quintais no Vale do Ribeira, no Estado de São Paulo, a população média alcançou 877 plantas adultas por hectare, atingindo uma produtividade média de $5.364 \text{ kg de frutos ha}^{-1}$ (Barroso et al., 2010). Em sistemas agroflorestais planejados, a densidade de palmeiras pode alterar muito em função do arranjo produtivo, como espécies consorciadas, espaçamento, e finalidade do cultivo.

O sistema de produção de espécies nativas como a juçara é sustentável sob a perspectiva econômica, por exibir custo de produção unitário abaixo do valor pago pelo mercado ao agricultor, comprovado pela produtividade por hectare da espécie que é superior a produtividade mínima suficiente para atestar a sustentabilidade da atividade, conforme Tabela 4 a seguir:

Tabela 4. Tabela de viabilidade e sustentabilidade

Produto espécie	Nº Plantas hectare	Produtividade Esperada kg/ha/ano	Valor pago pelo produto (R\$/kg) ¹	Vida útil em produção (anos) ²	Custo de produção R\$/ha/ano		Custo unitário de produção (R\$/kg) ⁵	Produção mínima necessária por ha/ano (kg) ⁶
					Formação ³	Manutenção ⁴		
Juçara (fruto)	625 (4x4 m)	5.000	1,50	30	10.252,00	1.782,50	0,42	1.416

Fonte: Teixeira et al. (2019).

Notas: ¹ valor pago ao produtor rural; ² tempo médio de produção da cultura, em anos, com produtividade estável; ³ considera o somatório dos anos até a produção; ⁴ refere-se à manutenção da cultura durante a sua produção, avaliada a partir do período em que a produtividade representa mais de 50% da produtividade considerada estável; ⁵ calculado da seguinte forma: ((custo de formação / vida útil em produção) + custo de manutenção) / produtividade; ⁶ calculado da seguinte forma: (custo de formação / vida útil em produção) + custo de manutenção / valor pago pelo produto.

Entre as espécies nativas da Floresta Atlântica no estado do Espírito Santo, a palmeira juçara se apresenta como uma das poucas cultivadas com o propósito de atender a demanda do mercado capixaba de frutos e seus derivados, com uma área de, aproximadamente, 100 ha plantados. O mercado capixaba demanda 869.305 kg/ano desse fruto, considerando a demanda efetiva mais a demanda estimada pelas unidades de beneficiamento/comercialização. Destaca-se que esses montantes são efetivamente superiores aos relatados, devido à impedimentos de aferição de determinados volumes, seja pela falta de registros, seja pela discordância de determinadas unidades de beneficiamento em fornecer os dados, levando em consideração estratégias de mercado (Teixeira et al., 2019).

Para atender à essa demanda é necessário a implantação de novos sistemas produtivos, como plantios puros ou mistos por meio de sistemas agroflorestais, restauração de áreas de preservação permanente e reserva legal com exploração sustentável, nos quais cerca de 173,86 ha de área de produção são necessários, conforme tabela 5 a seguir:

Tabela 5. Área mínima necessária, para atender a demanda anual do mercado capixaba

Espécie	Nº plantas/ha	Produtividade (kg/ha/ano)	Demanda de compra/consumo kg/ano	Área de produção Necessária (ha) ¹
Palmeira juçara (fruto)	625	5.000	869.305	173,86

Fonte: Teixeira et al. (2019).

Notas: ¹ calculado da seguinte forma: demanda de compra/consumo / produtividade.

Informações de Teixeira et al. (2019) apontam que esse atual mercado demonstra potencial de crescimento com a possibilidade de incremento do consumo de produtos naturais. Tais produtos se apresentam como tendência de hábito alimentar de boa parte da população do Espírito Santo, que procura uma alimentação saudável e que leva em consideração aspectos ambientais. Para que isso se concretize é preciso que ocorra a ampliação da oferta dos produtos já oferecidos no mercado, a criação de produtos novos a base do fruto da juçara, além do aumento do número de unidades de beneficiamento e de comercialização. É verdadeira a promessa de aumento do consumo do fruto da juçara que, por apresentar características sensoriais, como cor, textura, aparência e sabor semelhante as do açaí, pode vir a substituir a demanda permanente desse produto no Estado do Espírito Santo, onde unidades de beneficiamento de frutas processam açaí devido à baixa oferta do fruto da palmeira juçara.

O consumo ocorre em unidades de beneficiamento/comercialização, fábricas de polpa de frutas, fábrica de doce, fábrica de licor, de processamento mínimo com venda *in natura* de polpa e de frutos, fábrica de sucos e fábrica de picolé/sorvete ou por meio da venda em pontos específicos como supermercados, hortifrutis, bancas, feiras, dentre outros (Teixeira et al., 2019).

2.6 SISTEMAS AGROFLORESTAIS

De acordo com a Instrução Normativa nº 05 de 2009 do Ministério do Meio Ambiente, o Sistema Agroflorestal (SAF) é definido como um “sistema de uso e ocupação do solo em que plantas lenhosas e perenes são manejadas em associação com plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas, culturas agrícolas e forrageiras, em uma mesma unidade de manejo. De acordo com o arranjo espacial

e temporal, com alta diversidade de espécies e interações entre estes componentes” apresenta-se similaridade com ecossistemas naturais, devido à sua complexa estrutura, alta biodiversidade e produção abundante de biomassa (Brasil, 2009).

Durante a vigência da Lei nº 4.771/1965, do antigo Código Florestal, somente em áreas de Reservas Legais (RLs) de pequenas propriedades era permitido o manejo agroflorestal sustentável, o que limitava consideravelmente a área cultivável daquelas propriedades. A partir da instituição da Lei nº 12.651/2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, conhecida como Novo Código Florestal definiu-se que propriedades rurais de pequeno porte podem fazer uso de plantios de sistemas agroflorestais em suas Áreas de Preservação Permanente (APPs) e de suas Reservas Legais (RLs), contando que estes sistemas sejam sujeitos a planos de manejo sustentáveis pelos órgãos estaduais do meio ambiente responsáveis (Guerra, 2012).

Os sistemas agroflorestais são classificados como atividade de utilidade pública, de interesse social e de baixo impacto ambiental, conforme disposto no artigo 3º do Novo Código Florestal, incisos VIII, IX e X, respectivamente, destacando-o como atividade de exploração e manejo florestal sustentável, respeitando os limites impostos pela legislação vigente, o que fortalece a conveniência de possibilitar a utilização deles na adequação e recuperação ambiental (Brasil, 2012). Portanto, com a nova legislação ambiental brasileira avista-se a possibilidade de adoção de sistemas agroflorestais diversificados para recompor áreas de reserva legal e preservação permanente, principalmente em pequenas propriedades rurais, assim como responder se estes sistemas têm capacidade de diminuir custos na restauração florestal e, ao mesmo tempo, apresentar eficiência ecológica similar aos plantios em que se faz uso exclusivo de espécies nativas dos respectivos biomas (Martins et al., 2019).

O SAF tem como objetivo preponderante intensificar a utilização da terra, combinando a produção florestal com a produção de alimentos, plantando diferentes espécies nativas que proporcionam produtos diversos em diferentes épocas do ano. Possibilita aumentar a rentabilidade do agricultor, mantendo a biodiversidade da propriedade, contribuindo dessa maneira para a resolução de questões socioeconômicas e problemas no uso dos recursos naturais (Marco e Coelho, 2003). Consistem, portanto, em plantios propositalmente biodiversos que,

observando a atividade de sucessão florestal, resultam em sistemas excelentes de domesticação da paisagem e de espécies (Venturieri, 2013), que podem vir a ser instrumentos de conservação ambiental e provedores de serviços ambientais (Steenbock e Vezzani, 2013; Ewert, 2014).

Dentro desse cenário, os sistemas agroflorestais se incluem em uma diversidade de sistemas antigos de cultivo praticados por povos tradicionais, caiçaras, caboclos e índios (Venturieri, 2013) mediante ciclos de roças, uso de coivara, técnicas de manejo da floresta, que promovem ao longo do tempo paisagens formadas por florestas secundárias em diferentes fases de regeneração e diversidade biológica (Siminski, 2011). Uma das espécies florestais mais utilizadas nestes sistemas de manejo no sul do Brasil é a *Euterpe edulis*, que é utilizada em consórcios com espécies exóticas como o pinus, eucalipto, cinamomo e palmeira real. São sistemas estabelecidos observando a forma que melhor se adequar às condições de cada produtor, podendo ser implantados a lanço, por sementes em cova ou por mudas, maximizando o uso da terra nos primeiros anos de desenvolvimento das espécies. com a possibilidade de produção de madeira certificada e produto florestal não madeireiro, como palmito, de acordo com Favreto (2010).

Segundo Godinho et al. (2014) a *E. edulis* pode ser usada em sistemas agroflorestais consorciada com outras espécies nativas, como a araucária, o jatobá, o araribá e o ipê-tabaco, como forma de potencializar o uso da terra durante a fase inicial de desenvolvimento da espécie e ainda gerar Produtos Florestais Madeireiros (PFM) e Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNM). Atualmente, um Sistema Agroflorestal com estas espécies, mais eucalipto, consorciadas com a palmeira juçara, está sendo conduzido em Victor Hugo, Município de Marechal Floriano ES, servindo ainda como unidade de pesquisa, como o propósito de procurar conhecer melhor o comportamento desses povoamentos florestais e proporcionar mais conhecimentos sobre técnicas de manejo e quais espécies são mais adequadas para a região Centro serrana do Espírito Santo.

Segundo Favreto (2010), a *E. edulis* é utilizada também para o povoamento de parcelas de terra denominadas quintais agroflorestais, normalmente entre outras espécies frutíferas, seja com objetivo de ornamentação ou para a comercialização de polpa dos frutos e obtenção de sementes, que também podem ser comercializadas ou disseminadas naturalmente. De acordo com este autor é uma

espécie utilizada em consórcio com banana, sendo a principal atividade e fonte de renda para mais de três mil famílias de agricultores, em bananais com solos de diferentes níveis de fertilidade, onde o manejo é efetuado por meio da manutenção da regeneração natural, desbastando e transplantando para áreas com menor quantidade de palmeiras.

Favreto et al. (2010) relatam que estes sistemas podem possuir algumas particularidades de caráter edafoclimáticos semelhantes a bordas de mata e clareiras, como amplitude térmica e luminosidade, entre outras condições bióticas e abióticas, diferentes daquelas do interior florestal que, dependendo do manejo e espécie pode conduzir ao êxito ou fracasso no estabelecimento e reprodução.

2.7 CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES SOMBREADORAS

2.7.1 *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze

Nomes populares: curi, Curiúva, pinheiro-do-paraná, pinheiro, pinho, cori, pinho-brasileiro, pinheiro-brasileiro, pinheiro-são-josé, pinheiro-macaco, pinheiro-caiová, pinheiro-das-missões. Sinonímia botânica – *Columbea angustifolia* Bertol. *Araucaria brasiliensis* A. Rich., *Araucaria brasiliensis* Lamb. Ex London (Lorenzi, 2008).

Características:

Possui forma piramidal quando jovem, distinguindo da árvore adulta que possui copa em formato de cálice, atingindo de 20 a 50 m de altura, com tronco retilíneo, podendo alcançar até 180 cm de diâmetro. Possuem folhas lisas, finas e pontiagudas com textura semelhante a couro, medindo de 3 a 6 cm de comprimento. Espécie em que os sexos se encontram separados em plantas diferentes. As plantas femininas e masculinas diferenciam-se, respectivamente, pela presença em seus ramos de cone ovulífero e de cone polínico. Os locais de incidência compreendem os Estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, em regiões de altitude acima de 900 metros e região Sul do Brasil e também na Argentina (regiões de Misiones) e pontualmente no Paraguai (em regiões acima de 500 m de altitude (Lorenzi, 2008).

Árvore de madeira leve (densidade 0,55 g cm⁻³), macia e pouco durável, servindo para molduras e ripas, forros para casas, caixotaria, brinquedos, cabos de

vassoura, estrutura de móveis, pás de sorvete, utensílios domésticos, palitos de fósforo, lápis, carretéis, etc. (Lorenzi, 2008). É bastante cultivada no Sul do Brasil, utilizado, tradicionalmente, em alguns tipos de sistemas agroflorestais, tais como arborização da cultura da mandioca, de pastagens e de outras culturas. Seu cultivo se destina à indústria de celulose e produção de madeira, assim como para a comercialização da semente. O pinhão representa uma importante fonte de alimento, tanto pelo caráter nutricional, como também por sua relevância socioeconômica, sendo bastante apreciado no Sul e em outras regiões do país (Lorenzi, 2008).

Pode ser ainda empregada em projetos de paisagismo, considerando suas características ornamentais. As sementes são naturalmente consumidas por várias espécies da fauna, passando por um processo de dispersão interessante promovido por uma ave, a gralha-azul, que tem o hábito de esconder os frutos sob o solo para o posterior consumo, acabando, de forma involuntária, plantando tais sementes (Lorenzi, 2008).

Planta perenifólia, pioneira e que necessita de total exposição solar, típica de regiões de altitude onde forma as chamadas “matas de pinhais”. Sucede naturalmente na forma de populações um tanto homogêneas, ocupando totalmente o dossel superior, ocorrendo, em seu sub-bosque, espécies arbóreas de porte menor (Lorenzi, 2008).

Nos meses de setembro-outubro encontra-se fértil, acontecendo nesses meses a produção de pólen no esporângio masculino e a polinização no ginostrobilo já formado nos meses de novembro do ano anterior. Nos meses de abril-maio acontece a maturação das sementes, tão somente vinte meses posteriormente a formação dos órgãos reprodutivos femininos. Um kg de sementes contém em torno de 150 unidades (Lorenzi, 2008).

2.7.2 *Hymenaea courbaril* L. varo *stilbocarpa* (Hayne) Y.T. Lee & Langenh.

Nomes populares - jatobá, jatai, jatai-amarelo, jataí-peba, jataí-vermelho, jitaí, farinha, jataíba, burandã, imbiúva, jatobá-miúdo e jatobá-da-catInga (SA)

Sinonímia botânica – *Hymenaea stilbocarpa* Hayne, *Hymenaea splendida* Vogel, *Hymenaea confertifolia* Hayne (Lorenzi, 2008).

Características:

Árvore composta de copa frondosa, atingindo de 15 a 20 metros de altura, com tronco de até 1 m de diâmetro, coberto por casca com ritidoma dotado de lenticelas. Folhas alternas, compostas de dois folíolos brilhantes e com consistência semelhante à do papel, sem pelos ou lisos, brilhantes, medindo de 6 a 14 cm de comprimento. Flores brancas, com simetria bilateral, com dois verticilos florais, cálice e corola, dispostas em racemos apicais curtos. Fruto indeiscentes, sublenhoso, de cor marrom, com 2 a 4 sementes duras envoltas por uma polpa farinácea, de cor amarela, de sabor adocicada e com forte odor (Lorenzi, 2008).

Espécie que perde parte dos folíolos durante o ano, que requer total exposição solar, seletiva xerófita, característica da floresta latifoliada semidecídua, que não exige umidade ou altos níveis de fertilidade do solo, geralmente ocorrendo em terrenos bem drenados. Floresce entre os meses de outubro e dezembro. O amadurecimento de seus frutos ocorre a partir do mês de julho, produzindo grande quantidade de sementes viáveis a cada ciclo (Lorenzi, 2008).

Possui madeira pesada (densidade 0,96 g/dm³), de média resistência ao ataque de organismos lignívoros sob condições naturais, porém, muito dura ao corte. Com alburno espesso, de coloração branco-amarelado e nitidamente diferenciado do cerne, podendo ser empregada na construção civil, como caibros, vigas, ripas, em acabamentos internos, como marcos de portas, tacos e tábuas para assoalhos, além de servir para cabos de ferramentas e confecção de artigos de esportes, peças torneadas, esquadrias e móveis (Lorenzi, 2008).

De fácil propagação, muito indicada para reposição florestal com espécies diversas e na arborização de grandes jardins e parques. Os frutos contêm uma farinha comestível e com alto valor nutricional, consumida tanto pelo homem como pelos animais silvestres. Verifica-se sua ocorrência nos Estados do Piauí se estendendo até o norte do Paraná na floresta latifoliada semidecídua, assim como na floresta pluvial, independente da fertilidade do solo (Lorenzi, 2008).

Para a obtenção de sementes, os frutos devem ser colhidos diretamente da árvore quando iniciarem a queda espontânea ou recolhê-los no chão após sua queda durante o mês de setembro. Em ambos os casos se deve os levar ao terreiro para secagem, quebrando-os, em seguida, para a liberação de sementes, que se encontram envolvidas pelo material farináceo existente dentro do fruto, que deve ser removido superficialmente. Um quilograma de sementes, assim preparadas

contém 250 unidades. Sua viabilidade em armazenamento é curta, não ultrapassa 4 meses (Lorenzi, 2008).

A produção de mudas é relativamente simples. Considerando que se trata de sementes grandes, elas podem ser semeadas diretamente em recipientes individuais ou em canteiros, contendo substrato argiloso e cobertas com cerca de 1 cm de substrato mais leve. O desenvolvimento das mudas é rápido, ficando prontas para serem levadas ao campo para plantio em menos de 6 meses, entretanto, o desenvolvimento das plantas no campo é lento (Lorenzi, 2008).

2.7.3 *Centrolobium tomentosum* Guillemain ex Benth.

Nomes populares – araribá, araribá-rosa, aribá, araruva, ararauba, carijá, iriribá-rosa, putumuju (BA) e tipiri (MG)

Características:

Árvore com altura de 10 a 22 metros, com tronco de 30 a 60 cm de diâmetro, revestido por casca acinzentada. Folhas compostas por folíolos em números ímpares, variando de 13 a 17, em formatos elípticos, de base arredondada e ápice cuneado a cuspidado, cobertos com pelos da cor de ferrugem na face inferior e pubescentes na superior, com venação camptódroma, de 6 a 11 cm de comprimento. Flores amarelas, apresentando um plano de simetria bilateral, possuindo os envoltórios cálice e corola, dispostas em panículas terminais e frutos sâmaras equinocárpicas (Lorenzi, 2008).

Ocorrem nos Estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo e norte do Paraná, na floresta semidecídua da bacia do Paraná. Madeira moderadamente pesada ($0,75 \text{ g cm}^{-3}$), com cerne muito decorativo, fibras revessas, porém dócil ao cepilho e à serra, flexível, um tanto dura, de longa durabilidade mesmo em condições adversas (Lorenzi, 2008).

Madeira utilizada em obras hidráulicas, internas e externas, própria para construção naval, dormentes, para confecção de portas, canoas, carrocerias, para marcenaria e carpintaria em geral. A árvore é ornamental, principalmente quando em flor. Pode ser empregada na arborização de ruas largas e principalmente de praças e parques. Seu único inconveniente para áreas de grande circulação é a existência de frutos espinhentos que são levados pelo vento a grandes distâncias (Lorenzi, 2008).

Planta pioneira e de rápido crescimento. É ótima para plantios mistos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente. Planta caducifólia, necessita de total exposição solar e adaptada às condições adversas de clima, característica de encostas pedregosas da floresta semidecídua da bacia do Paraná. Apesar de ocorrer no interior da floresta primária, apresenta caráter pioneiro, ocorrendo com grande vigor nos estágios iniciais da sucessão secundária (Lorenzi, 2008).

Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis que são amplamente disseminadas pelo vento. Floresce entre os meses de janeiro e março. Seus frutos amadurecem entre os meses de agosto e setembro. Os frutos devem ser recolhidos no chão após sua queda espontânea. Cada fruto contém de 1 a 3 sementes, que são praticamente impossíveis de serem retiradas do interior do fruto, devendo-se utilizá-lo diretamente para a semeadura como se fosse semente, sendo recomendável apenas cortar a asa para reduzir o volume e facilitar a cobertura no canteiro. Um kg de frutos sem as asas contém cerca de 110 unidades (Lorenzi, 2008).

2.7.4 *Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bureau

Nomes populares – ipê-tabaco, ipê-felpudo, bucho-de-carneiro, bucho-de-boi, bolsa-de-pastor, camarucu, ipê-boia, ipê-cabeludo, ipê-cumbuca, ipê-preto, ipê-uma, velame-do-mato e saco-de-carneiro. Sinonímia botânica – *Bignonia tuberculosa* Vell., *Jacaranda tuberculosa* (Vell.) Steud., *Zeyeria kuntzei* K. Schum.

Características:

Árvore com altura de até 15-23 metros, com tronco revestidos com casca suberosa e espessa (até 5 cm), de 40-60 cm de diâmetro. Folhas compostas digitadas, de 46-60 cm de comprimento, com pecíolo de 20-25 cm; folíolos denso-pubescentes, em número de 5, o maior com 20-25 cm de comprimento.

Inflorescência paniculada terminal, densamente revestida por pubescência ferrugínea e pulverulenta, com flores marrom-amareladas de cerca de 2 cm de comprimento. Os frutos são cápsulas comprimidas, tomentosas, com sementes membranáceas aladas. Ocorrem nos estados do Espírito Santo e Minas Gerais até o norte do Paraná, nas florestas pluvial atlântica e semidecídua da bacia do Paraná.

Possui madeira leve, resistente, flexível e de alta durabilidade natural; alburno espesso e claro. A madeira apresenta qualidade regular, própria para obras internas, construção civil, cabos de ferramentas e de instrumentos agrícolas, papel e lenha. A árvore é muito ornamental, sendo por demais interessante para o paisagismo pela elegância de sua copa. Pela facilidade de multiplicação e rapidez de crescimento, não pode faltar nos reflorestamentos heterogêneos destinados à recomposição de áreas degradadas (Lorenzi, 2008).

Planta semidecídua, heliófita, pioneira, encontrada principalmente em solos de média a alta fertilidade. Ocorre tanto em formações secundárias como no interior da mata primária densa. Apresenta frequência rara em toda sua área de dispersão. Floresce durante os meses de novembro-janeiro. A maturação dos frutos ocorre no período de julho a setembro. A obtenção de sementes é feita com a colheita dos frutos diretamente da árvore quando iniciarem a abertura espontânea, deixando-os ao sol para completarem sua abertura e a liberação das sementes, sendo necessário cobri-los com uma tela para evitar que sejam levadas pelo vento durante a secagem. Um kg de sementes contém aproximadamente 15.000 unidades (Lorenzi, 2008).

2.7.5 Eucalipto

Nome popular – Eucalipto cloeziana

Gênero – *Eucalyptus*; Espécie – *Eucalyptus cloeziana*

Pertencente à família *Myrtaceae*, compreende 70 gêneros e 3000 espécies de árvores e arbustos. O Eucalipto é caracterizado por árvores com elevada taxa de crescimento, plasticidade, fuste de formato retilíneo, adaptadas às mais variadas condições de uso, desrama natural e madeira com variações nas propriedades tecnológicas (Oliveira, 1999).

O Eucalipto cloeziana é uma árvore perene, considerada de grande porte podendo atingir até 1,5 m de diâmetro e 55 m de altura, apresentando ramos bem desenvolvidos, sendo flexíveis os de menores portes. A espécie possui folhas simples com inserção foliar alternada, sem a presença de estípulas, tendo o pecíolo achatado, medindo de 1,0 - 1,5 cm de comprimento. Além disso, a lâmina foliar é

lanceolada (8,0 - 13,0 cm × 1,0 – 3,0 cm), acuminada no ápice, discolor, com nervuras pinadas (Clarke et al., 2009).

O período de floração ocorre de novembro a fevereiro na Austrália, as flores são brancas, hermafroditas, regulares com pedicelo medindo de 1,0 – 4,0 mm e os botões florais tem a forma globular a ovoide, dividido em hipanto hemisférico. O fruto é uma cápsula hemisférica a globular, incluído em um hipanto amadeirado (5,0 – 10,0 mm × 6,0 – 12,0 mm), que se abre em 3 - 4 válvulas, com muitas sementes. As sementes apresentam formato cúbico ou alongado com coloração castanho-amarelada (Clarke et al., 2009).

O Eucalipto cloeziana é uma espécie endêmica ocorrendo naturalmente no Estado de Queensland, Austrália, em latitudes entre 16°S e 27°S (Boland et al., 2006; Flores et al., 2016), sendo mais concentrada no distrito de Gympie (Coleta..., 1982). As unidades de cultivo com melhores desempenhos são também encontrados em Gympie (Golfari, 1975; Guimarães et al., 1983), onde o clima é quente e subúmido a húmido, com temperatura média do mês mais quente entre 29 e 34°C, e a média das mínimas do mês mais frio, entre 5 e 18°C. A precipitação pluviométrica média anual oscila de 550 a 2300 mm, acumulando-se no verão (Jovanovic e Booth, 2002).

O *E. cloeziana* possui madeira de coloração amarela-avermelhada e, em função do comprimento de onda, resulta na cor “cinza-oliva”, devido a curva de reflectância conseguida encontrar-se próxima às curvas dessas últimas cores (Camargos e Gonzalez, 2001; Gonzalez et al., 2006).

A madeira do *E. cloeziana* preenche os requisitos para sua utilização na construção civil (Golfari et al., 1978; Boland et al., 2006). Em virtude da forma retilínea do tronco, é muito utilizada em telhados com estrutura à vista, em razão de beleza de sua madeira, sendo utilizada também na produção de caibros, vigas e tesouras.

Devido à sua elevada durabilidade natural e alta relação entre cerne e alburno, sua madeira é utilizada também na fabricação de decks, cruzetas, mourões, dormentes, playgrounds, porteiros, pontes e postes, considerando que a madeira do *E. cloeziana* é especialmente apropriada para os processos de tratamento preservativo (Golfari et al., 1978; Boland et al., 2006; Borges, 2008; Vivian, 2011).

É bastante indicado para utilização na produção de postes para eletrificação rural, por causa do seu vigoroso e rápido crescimento, resistência da madeira, além do fuste reto e bastante cilíndrico (Moura, 2003). Ressaltando que no Brasil, as empresas que utilizam a madeira de eucalipto com finalidade de produção de postes devem seguir a norma ABNT NBR 16.202 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2013).

Ademais, sua madeira pode ser empregada na indústria moveleira de maior valor agregado (Golfari et al., 1978; Boland et al., 2006; Gonzalez et al., 2006; Leite, 2014). Os produtos de maior valor agregado (PMVA) agrupam móveis e seus componentes, chamados de *clear blocks*, que consistem em peças com pequenas dimensões, de madeira limpa, sem nó, sem defeitos e sem medula, utilizadas para a fabricação de janelas, molduras, painel colado lateral, pisos e portas (Leite, 2014).

3. TRABALHOS

3.1 BIOMETRIA DE PALMEIRA JUÇARA EM SISTEMAS DE CONSÓRCIO COM ESPÉCIES ARBÓREAS E CAFÉ

BIOMETRY OF PALM TREES JUÇARA IN CONSORTIUM SYSTEMS WITH TREE AND COFFEE SPECIES

RESUMO

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar variáveis biométricas das plantas de palmeira juçara por meio de biometrias semestrais, dos 6 aos 24 meses de idade, em sistema agroflorestal de juçara consorciada com espécies arbóreas e cafeeiro. Os tratamentos foram: araucária, jatobá, araribá, ipê-tabaco e eucalipto. Cada parcela experimental foi composta por 100 árvores, 100 palmeiras e 200 cafeeiros, distribuídos em 10 linhas com 10 árvores, 10 palmeiras e 20 cafeeiros, totalizando 600 m² por parcela e 1,2 ha no total. As biometrias foram avaliadas conforme delineamento de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. Avaliou-se diâmetro de coleto, altura, diâmetro de copa, número de folhas, número de plantas e taxa de sobrevivência. Observou-se que nas médias das variáveis biométricas por idade houve um incremento de 11,13 mm no diâmetro

de coleta entre os 6 e 24 meses de idade das plantas, sendo a maior média no tratamento araribá, com 18,40 mm e a menor a do Eucalipto, com 14,23 mm. Aos 24 meses, a média da altura de todos os tratamentos foi de 24,71 cm, não diferindo entre os tratamentos. As médias de diâmetro de copa das plantas foram de 38,55 cm, 41,09 cm, 58,74 cm e 75,19 cm, aos 6, 12, 18 e 24 meses, respectivamente. O araribá apresentou a maior média do diâmetro de copa com 61,05 cm e o eucalipto, a menor, com 46,80 cm, aos 24 meses de idade. Quanto ao número de folhas, aos 24 meses as plantas tinham 3,27 f/p. As médias do número de plantas por parcela diminuíram ao longo dos 24 meses. A maior taxa de sobrevivência foi do eucalipto, com 83,46% e a menor foi do ipê-tabaco, com 47,50%, aos 24 meses de idade. Jatobá, araribá e ipê-tabaco apresentaram maior desenvolvimento, e o eucalipto, a maior taxa de sobrevivência.

Palavras-chave: *Euterpe edulis*; Floresta Atlântica; Sistema agroflorestal.

ABSTRACT

The work was carried out with the objective of evaluating the biometrics of juçara palm plants through semi-annual evaluations, from 6 to 24 months of age, in juçara agroforestry system with tree and coffee species. each experimental plot was composed of 100 trees, 100 palm trees and 200 coffee trees, distributed in 10 lines with 10 trees, 10 palm trees and 20 coffee trees, totaling 600 m² per plot and 1.2 ha in total. Biometrics were evaluated according to a randomized block design, with 5 treatments and 4 repetitions. Collet diameter, height, crown diameter, number of leaves, number of plants and survival rate were evaluated. It was observed that in the mean of the biometric variables by age there was an increase of 11.13 mm in the diameter of the collection in the plants of 24 months. In the treatment, the highest average was from Araribá, measuring 18.40 mm and the lowest from Eucalyptus, with 14.23 mm. In the mean height for age, the average of plants at 24 months was 24.71 cm, statistically different from the other ages that did not show any difference between them. The height averages in the 5 treatments were statistically equal. The average canopy diameter of the plants were 38.55 cm, 41.09 cm, 58.74 cm and

75.19 cm, at 6, 12, 18 and 24 months, respectively. Araribá had the highest average of canopy diameter with 61.05 cm and eucalyptus, the smallest, with 46.80 cm. As for the number of leaves, the highest average was at 24 months, 3.27 f / p; the other averages are the same, the lowest being 2.67 f / p.; in the treatments, the jatobá differed from the araucaria by the significance test, the other averages proved to be the same. The average number of plants per plot decreased over 24 months. The highest survival rate was eucalyptus, with 83.46% and the lowest was ipê-tobacco, with 47.50%. Jatobá, araribá and ipê-tabaco showed greater development, while eucalyptus, the highest survival rate.

Keywords: *Euterpe edulis*; Atlantic Forest; Agroforestry system.

INTRODUÇÃO

A palmeira juçara (*Euterpe edulis* Martius) é uma espécie abundante nas florestas onde ocorre sendo importante pela grande quantidade de flores e frutos que produz, de elevado interesse econômico, valor cultural e ecológico (Favreto et al., 2010; Guimarães e Souza, 2017). É considerada uma das espécies vegetais mais importante da Floresta Atlântica, evidenciando-se pela elevada densidade de indivíduos adultos e jovens, o que indica sua potencialidade de restauração em remanescentes florestais, em razão do alto número de propágulos que produz (Schorn et al., 2012). Ademais, é uma espécie com grande potencial econômico para ser explorado na forma de polpa de fruta e para o consumo *in natura*, de maneira similar ao uso da polpa de açaí (Mortara e Valeriano, 2001; Guimarães e Souza, 2017; Silva et al., 2019).

Classificada como uma espécie esciófita, a germinação e o desenvolvimento da palmeira juçara é altamente influenciado pelos fatores ambientais. Ocupante das áreas de sub-bosque das matas, requer alta disponibilidade de água no solo, alta umidade do ar e de baixa luminosidade, necessitando de espécies sombreadoras que proporcione as condições favoráveis ao seu crescimento (Campanili e Prochnow, 2006).

Os sistemas agroflorestais são plantios propositalmente biodiversos, resultando em sistemas excelentes de domesticação de espécies (Venturieri, 2013)

que possuem características edafoclimáticas semelhantes a bordas de matas e clareiras (Favreto et al., 2010). A *E. edulis* é uma das espécies mais utilizadas em sistemas agroflorestais no sul do Brasil, sendo consorciada com espécies exóticas, frutíferas, dentre outras, em sistema de manejo chamado de quintais florestais (Favreto et al., 2010). Segundo Godinho et al. (2014) a palmeira *E. edulis* pode ser usada em sistemas agroflorestais consorciada com outras espécies nativas, como a araucária, o jatobá, o araribá e o ipê-tabaco, como forma de potencializar o uso da terra durante a fase inicial de desenvolvimento da espécie e ainda gerar Produtos Florestais Madeireiros (PFM) e Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNM).

Considerando a escassez de pesquisas e de metodologias para a orientação de estudos sobre a palmeira juçara em sistemas de consórcio com espécies arbóreas, objetivou-se com este trabalho, avaliar a biometria das plantas de juçara em sistema de consórcio com espécies arbórea e café (Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2012).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Sítio Highland situado no distrito de Victor Hugo, no município de Marechal Floriano, ES, região Central Serrana, no território das montanhas e das águas do Espírito Santo. O Clima é tropical de altitude, com terras de temperaturas amenas durante a maior parte do ano com média de 18,6°C, variando de 9,3°C a 28°C (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 2020), (Figura 1).

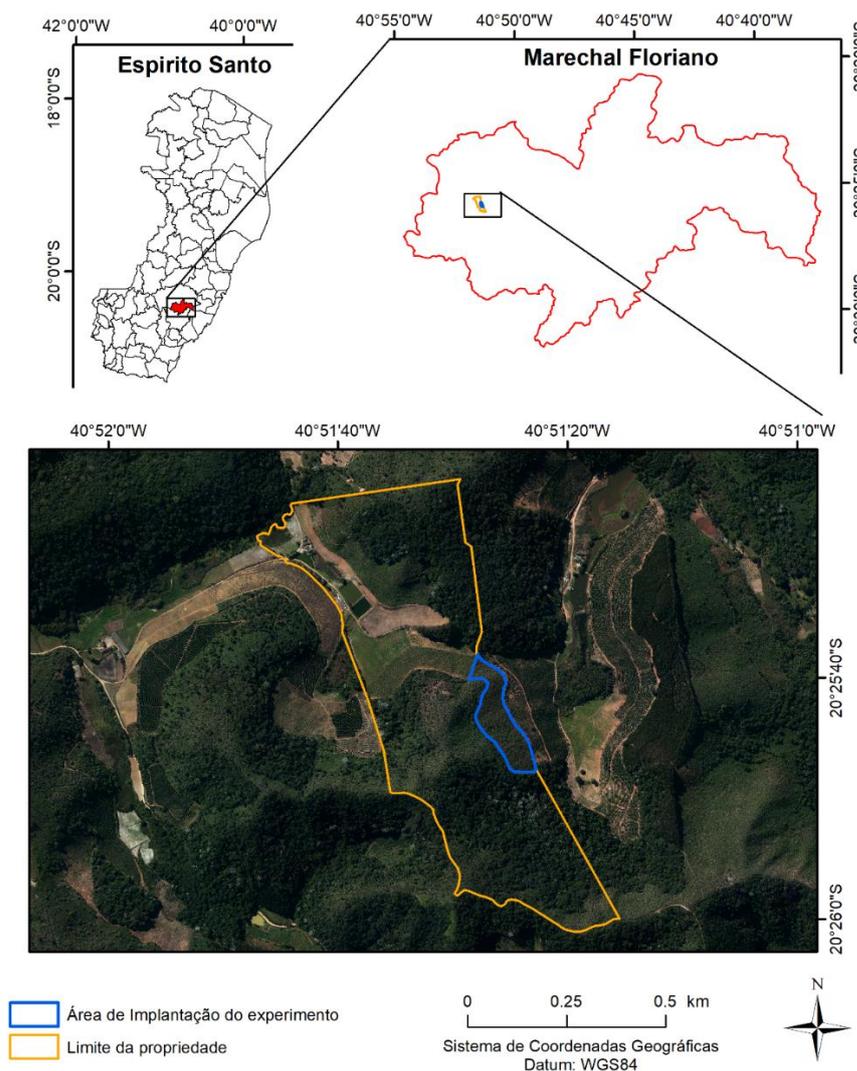


Figura 1 - Fotografia aérea da propriedade e local de instalação do experimento.
Fonte: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (2020).

O índice de precipitação pluviométrica em Marechal Floriano é de 1.525 mm anuais bem distribuídos, sendo os períodos mais chuvosos os de novembro a abril e os menos chuvosos em junho, julho e agosto (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 2019). De acordo com a classificação de Köppen o clima é o Cfb (Alvares et al., 2013). A região é dotada de uma declividade acentuada, com valores acima de 30%. O solo é basicamente Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico arenoso e areno-argiloso (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006), sendo sua composição química expressas abaixo (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química e textural do solo na profundidade de 0 a 20 cm do solo no local do experimento, Marechal Floriano, ES

Atributos do solo	Local - Marechal Floriano
pH	5,60
P Mehlich 1 (mg dm ⁻³)	5,90
K (mg dm ⁻³)	59,10
Na (mg dm ⁻³)	15,50
Ca (cmol _c dm ⁻³)	3,35
Mg (cmol _c dm ⁻³)	1,42
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,20
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	7,13
SB (cmol _c dm ⁻³)	4,99
t (cmol _c dm ⁻³)	5,19
CTC (cmol _c dm ⁻³)	12,11
V (%)	41,24
m (%)	4,69
ISNa (%)	1,36
MO (dag kg ⁻¹)	4,63
P-rem (mg L ⁻¹)	8,68
Zn (mg dm ⁻³)	2,63
Fe (mg dm ⁻³)	127,09
Mn (mg dm ⁻³)	5,88
Cu (mg dm ⁻³)	0,43
B (mg dm ⁻³)	0,91
Areia grossa (g kg ⁻¹)	447,00
Areia fina (g kg ⁻¹)	130,00
Silte (g kg ⁻¹)	116,00

*Média de quatro repetições. pH em água - Relação 1:2,5; P - Na - K - Fe - Zn - Mn - Cu - Extrator Mehlich-1; Ca - Mg - Al - Extrator KCL - 1mol.L⁻¹; H + Al - Correlação com pH SMP; B - Extrator água quente; SB - Soma de bases trocáveis; t - Capacidade de troca catiônica efetiva; T - Capacidade de troca catiônica a pH 7 (CTC); V - Índice de saturação em bases; m = Índice de saturação em alumínio; ISNa - Índice de saturação em sódio; MO - Matéria orgânica (C.org x 1,724); P-rem - Fósforo remanescente ou de equilíbrio.

Fonte: Do autor (2020).

A principal fonte hídrica é o Braço-Sul do Rio Jucú e seu afluente Rio Fundo. A área do estudo está localizada em cota de 940m de altitude (Latitude 40°51'25,99"W – Longitude 20°25'43,11"S).

O povoamento florestal foi em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 parcelas experimentais, onde as parcelas constituíram os seguintes tratamentos: araucária (*Araucaria angustifolia*) consorciada com palmeira juçara (*E. edulis*) e cafeeiro arábica (*Coffea arabica*); jatobá (*Hymenaea courbaril*) consorciado com palmeira juçara e cafeeiro arábica; araribá (*Centrolobium tomentosum*) consorciado com palmeira juçara e cafeeiro

arábica; ipê tabaco (*Zeyheria tuberculosa*) consorciada com palmeira juçara e cafeeiro arábica; eucalipto (*Eucalyptus cloeziana*) consorciado com palmeira juçara e cafeeiro arábica.

Em fevereiro de 2016 foram plantadas as espécies que compuseram os tratamentos no espaçamento de 3 m x 2 m, nas entrelinhas dos cafeeiros. As mudas de palmeira juçara foram produzidas no viveiro de mudas do INCAPER PCPDI Serrano e após um ano de formação, em fevereiro de 2018, foram plantadas no campo nas mesmas linhas dos cafeeiros, também espaçamento de 3 m x 2 m. Os cafeeiros de lavoura antiga, no espaçamento de 3 m x 1 m foram recepados e não foram avaliados, sendo mantidos na área para proporcionar melhores condições microclimáticas de crescimento para as árvores e palmeiras. Cada parcela experimental foi composta por 100 árvores, 100 palmeiras e 200 cafeeiros, distribuídos em 10 linhas com 10 árvores, 10 palmeiras e 20 cafeeiros, totalizando 600 m² por parcela e 1,2 ha no total.

Iniciou-se as biometrias em agosto de 2018, sendo realizadas semestralmente até fevereiro de 2020, totalizando quatro avaliações biométricas. As medições foram obtidas foram: diâmetro de coleto, altura de planta, diâmetro de copa, número de folhas, número de plantas por parcela e taxa de sobrevivência de plantas. Para isso, utilizou-se paquímetro digital e trena. Para a mensurações dos dados foi considerada uma bordadura dupla, sendo a parcela útil de seis linhas com seis palmeiras, totalizando 36 plantas úteis.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As plantas de juçara atingiram aos 24 meses do plantio, diâmetro de coleto médio de 22,95 mm, com um incremento médio de 3,71 mm a cada semestre. Para a variável diâmetro de coleto, a análise de variância revelou que não houve interação entre os fatores idade e tratamento, apenas ocorrendo efeito isolado. As médias de diâmetro de coleto das palmeiras dos tratamentos araribá e eucalipto foram diferentes, demonstrando uma variação de 22,98% entre elas. Para altura, o fator tratamento, não teve diferença. Na análise das médias do diâmetro de copa não houve interação significativa, apenas observou-se efeito isolado nessa variável

quantos aos fatores considerados, apresentando diferença estatística, indicando que pelo menos uma média difere das demais. Em relação aos tratamentos, apenas o araribá teve diferença com araucária, porém com jatobá, eucalipto e ipê-tabaco indicaram semelhança entre si. A análise de variância apontou que para a variável número de folhas não houve interação significativa, mas houve efeito isolado relacionados aos fatores idade e tratamento. O aumento da média do número de folhas das plantas com idade de 6 meses para as plantas de 24 meses foi de 18,04% (Figura 2). Nos tratamentos percebeu-se diferença entre o jatobá e araucária para a mesma variável (Tabela 2).

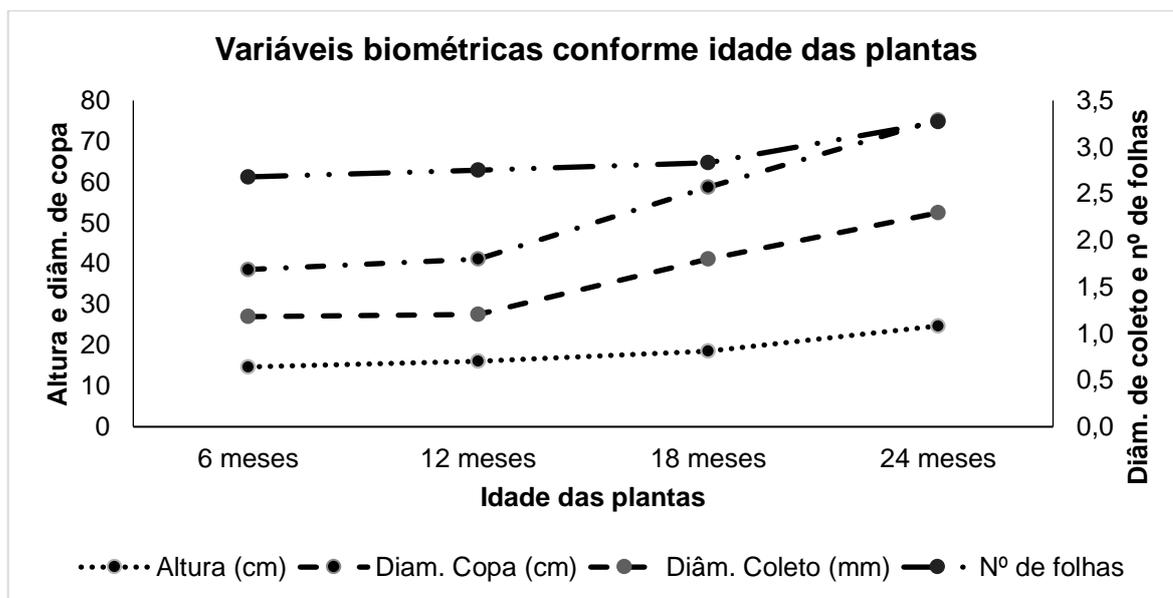


Figura 2. Altura de plantas, em cm, diâmetro de copa, em cm, diâmetro do coleto, em mm e número de folhas de juçara em função da idade da planta.

Tabela 2. Altura de plantas, em cm, diâmetro de copa, em cm, diâmetro do coleto, em mm e número de folhas de juçara do tipo de consórcio com espécies vegetais

Tratamento	Diâmetro do coleto (mm)	Altura das plantas (cm)	Diâmetro da copa (cm)	Nº de folhas por planta
Araucária	15,08 ab	17,26 a	46,80 b	2,64 b
Jatobá	18,12 ab	21,38 a	60,65 ab	3,18 a
Araribá	18,40 a	19,85 a	61,06 a	3,11 ab
Ipê-tabaco	15,18 ab	17,38 a	48,56 ab	2,71 ab
Eucalipto	14,23 b	16,55 a	49,90 ab	2,78 ab
CV %	28,43	30,79	26,12	18,08

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

Com relação ao número de plantas por parcela e percentagem de sobrevivência, a análise de variância não apresentou interação significativa entre os fatores de variação, indicado apenas efeito isolado quanto aos mesmos. As médias dos números de plantas com idades de 6 e 24 meses tiveram uma variação de 43,37%.

Com relação ao fator tratamento, as médias das variáveis número de plantas e percentagem de sobrevivência, o tratamento com eucalipto apresentou os maiores valores. Em contrapartida, os menores valores foram obtidos no tratamento com o ipê-tabaco, que não diferiu significativamente do tratamento com araucária (Tabela 3).

Tabela 3. Número de plantas de juçara por parcela e percentagem de sobrevivência em função do tipo de consórcio durante quatro avaliações

Tratamento	Nº plantas/parcela	% sobrevivência
Araucária	19,06 bc	52,95 bc
Jatobá	21,87 b	60,76 b
Araribá	23,94 b	66,49 b
Ipê-tabaco	15,19 c	42,19 c
Eucalipto	29,68 a	82,46 a
CV %	23,23	23,23

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

Diferentemente de outras espécies, como observado neste trabalho, a palmeira juçara é apontada como uma planta de crescimento lento, tendo seu risco de extinção agravado devido a esta característica (Centro Nacional de Conservação da Flora, 2012). Segundo Neuburger et al. (2010) e Monteiro et al. (2018), a despeito do crescimento das plantas de palmeira juçara ser mais demorado em locais com maiores índices de sombreamento, Tsukamoto Filho et al. (2001) afirmaram que há uma tendência de maior sobrevivência das plantas em áreas com maior luminosidade, conforme constatado no presente estudo no tratamento com eucalipto, que foi igual para a primeira sugestão e diferente quanto à segunda.

A luminosidade e déficit hídrico juntos se manifestam como importantes fatores ambientais, limitadores do crescimento inicial da juçara (Tsukamoto Filho et al., 2001). Nesse contexto, foi observado maior crescimento em altura, diâmetro do coleto e número de folhas, em condições de menor luminosidade e maior disponibilidade hídrica, nas palmeiras dos tratamentos com jatobá e araribá. Os autores supracitados afirmam que as plantas em fases distintas respondem de maneiras diversas aos fatores ambientais externos. Apontam as plantas com até seis meses como as menos exigentes em luminosidade que aquelas com idade variando dos 18 a 30 meses após o plantio.

Em sistemas agroflorestais, assim como em florestas o crescimento e a mortalidade das palmeiras de juçara estão relacionados à disponibilidade de nutrientes no solo, herbivoria, densidade de plantas e luminosidade (Favreto et al., 2010). No trabalho em tela, os resultados observados diferiram dos apresentados por Tsukamoto Filho et al. (2001). As biometrias mostraram diferenças com relação ao diâmetro de coleto e número de folhas entre os tratamentos com o araribá e o eucalipto, que proporcionaram maior e menor luminosidade, respectivamente, sendo a média de diâmetro de coleto maior com o araribá, enquanto que a altura das plantas foram iguais nos cinco tratamentos que conferem às plantas de juçara níveis de luminosidade diferentes. Com relação à taxa de sobrevivência foi verificado no presente estudo um maior número de plantas vivas nos tratamentos com o eucalipto.

Segundo Favreto et al. (2010) não há consenso quanto às taxas de crescimento da palmeira juçara e eficiência de algumas práticas de manejo. Contudo, identificam a espécie, dentre as nativas da floresta atlântica, que

apresentam o crescimento mais rápido quando é manejada em comparação ao crescimento daquelas observadas em florestas naturais, tornando seu cultivo interessante em consórcios, sobretudo até, aproximadamente, até os quatro primeiros anos do plantio, considerando sua viabilidade econômica nos sistemas de produção, como alternativa às monoculturas e diversificar as atividades nas propriedades rurais.

CONCLUSÕES

As palmeiras juçara possuem crescimento lento, respondendo de maneira diferente às condições de sombreamento impostas.

As plantas de juçara consorciadas com eucalipto tiveram a maior taxa de sobrevivência e com ipê-tabaco a menor.

Não foi verificada diferença na altura das plantas de juçara em função da espécie de consorcio utilizada. O araribá promoveu maior diâmetro de coleto e maior diâmetro de copa de juçara após 24 meses de avaliação.

Plantas de juçara consorciadas com jatobá tiveram a maiores números de folhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., Sparovek, G. (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22 (6):711-728.
- Campanili, M., Prochnow, M. (2006) *Mata Atlântica: uma rede pela floresta*. Brasília: RMA, 322p.
- Centro Nacional de Conservação da Flora (2012) *Euterpe edulis Mart.* <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Euterpe%20edulis> em 10/05/2019 página mantida pelo Centro Nacional de Conservação da Flora.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2006) Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro, 306p.
- Favreto, R., Mello, R.S.P., Baptista, L.R.M. (2010) Growth of *Euterpe edulis* Martius (*Arecaceae*) under forest and agroforestry in southern Brazil. *Agrofor. Syst.* 80:303-313.

- Godinho, T. de O., Caldeira, M.V.W., Rocha, J.H.T., Caliman, J.P., Trazzi, P.A. (2014) Quantificação de biomassa e nutrientes na serapilheira acumulada em trecho de floresta estacional semidecidual submontana, ES. *Cerne*, 20 (1):11-20.
- Guimarães, L.A.O.P., Souza, R.G. (2017) *Palmeira juçara: patrimônio natural da Mata Atlântica no Espírito Santo*. Vitória: Incaper, 68p.
- Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (2019) *Dados médios da série histórica da estação meteorológica localizada no município de Domingos Martins/ES*. Vitória: Incaper. https://meteorologia.incaper.es.gov.br/graficos-da-serie-historica-domingos_martins em 10/02/2020 página mantida pela Incaper.
- Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (2020) *Dados médios da série histórica da estação meteorológica localizada no município de Domingos Martins/ES*. Vitória: Incaper. https://meteorologia.incaper.es.gov.br/graficos-da-serie-historica-domingos_martins em 10/05/2020 página mantida pela Incaper.
- Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2012) *Ortofoto mosaico cedido pelo IEMA Vitória ES*. Vitória: IEMA. <https://geobases.es.gov.br/links-para-mapas1215> em 10/05/2020 página mantida pelo IEMA.
- Monteiro, C.B., Mengarda, L.H.G., Canal, G.B., Ferreira, M.F.S., Ferreira, A., Gonçalves, E.O. (2018) Crescimento acumulado em altura, diâmetro do colo e sobrevivência de mudas de juçara (*Euterpe edulis* Martius) sob sombreamento intenso e moderado. *Anais do Congresso Latino-americano de Agroecologia, 6, Congresso Brasileiro de Agroecologia, 10, Seminário de Agroecologia do Distrito Federal e Entorno, 5*, Brasília: Associação Brasileira de Agroecologia, 13 (1):1-7.
- Mortara, M.O., Valeriano, D.M. (2001) Modelagem da distribuição potencial do palmiteiro (*Euterpe edulis* Mart.) a partir de variáveis topográficas. *Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 10*, Foz do Iguaçu: INPE, p.459-471.
- Neuburger, M., Souza, T.V., Paulilo, M.T. (2010) *Crescimento inicial de plantas Euterpe edulis* Mart. em diferentes condições de luz, água e nutrientes. *Rodriguésia*, 61 (2):157-165.
- Schorn, L.A., Gasper, A.L., Meyer, L., Vibrans, A.C. (2012) Síntese da estrutura dos remanescentes florestais em Santa Catarina. In: Vibrans, A.C., Sevegnani, L., Gasper, A.L., Lingner, D.V. (eds.) *Diversidade e conservação dos remanescentes florestais: inventário florístico florestal de Santa Catarina*. Blumenau: Edifurb, v.1, p.125-140.
- Silva, M.G.C.P.C., Barretto, W.S., Serôdio, M.H. (2019) *Comparação nutricional da polpa dos frutos de juçara e de açaí*. Ilhéus: Cepec/Ceplac, 3p.

Tsukamoto-Filho, A.A., Macedo, R.L.G., Venturini, N., Morais, A.R. (2001) Aspectos fisiológicos e silviculturais do palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius) plantado em diferentes tipos de consórcios no município de Lavras, MG. *Revista Cerne*, 7(1):54-68.

Venturieri, G.A. (2013) Indigenous strategies used to domesticate plants in Brazilian Amazon. *In*: Levin, S.A. (ed.) *Encyclopedia of biodiversity*. Waltham: Academic, v.4, p.279-292.

3.2 ASPECTOS FISIOLÓGICOS E COMPOSIÇÃO MINERAL DE PALMEIRA JUÇARA CONSORCIADA COM ESPÉCIES ARBÓREAS E CAFÉ

PHYSIOLOGICAL ASPECTS AND MINERAL COMPOSITION OF PALM TREES JUÇARA CONSORTIUM WITH TREE SPECIES AND COFFEE

RESUMO

O presente estudo foi realizado em um sistema agroflorestal (SAF) com o objetivo de avaliar os aspectos fisiológicos do crescimento e desenvolvimento vegetal, bem como o estado nutricional da palmeira juçara. As variáveis fisiológicas avaliadas foram: concentração interna de carbono (C_i), condutância estomática (g_s), taxa de fotossíntese líquida (A), taxa de transpiração (E) e eficiência no uso da água (A/E), realizadas aos 18 e 24 meses após o plantio. O povoamento florestal foi de blocos ao acaso, com cinco tratamentos, Araucária (*Araucaria angustifolia*); Jatobá (*Hymenaea courbaril*); araribá (*Centrolobium tomentosum*); ipê tabaco (*Zeyheria tuberculosa*) e eucalipto (*Eucalyptus cloeziana*) e quatro repetições, sendo no total de 20 parcelas, que constituíram os tratamentos, totalizando 600 m² por parcela e 1,2 ha no total. Para as variáveis C_i e g_s houve interação entre os fatores tratamento e época e apenas no tratamento com ipê-tabaco não teve diferença da concentração interna de CO₂ nas plantas de juçara analisadas. Para os demais tratamentos, a C_i verificada no mês de março de 2020 foi maior que a de setembro

de 2019. Para as variáveis A , E e A/E não houve interação, mas efeito isolado do fator época. A concentração interna de carbono, taxa de fotossíntese líquida, a taxa de transpiração e condutância estomática de plantas de juçara aumenta com o acréscimo da disponibilidade hídrica, sendo que os tratamentos com araribá e ipê-tabaco apresentaram de forma geral, os melhores resultados. O tratamento com ipê-tabaco teve o melhor estado nutricional das palmeiras, considerando conjuntamente todos os nutrientes avaliados, sendo que as avaliações conjuntas de janeiro de 2020 tiveram resultados superiores às avaliações de setembro de 2019.

Palavras-chave: *Euterpe edulis*; Sistemas Agroflorestais; Fotossíntese; Trocas gasosas.

ABSTRACT

The present study was carried out in an agroforestry system (AFS) with the aim of evaluating the physiological aspects of plant growth and the nutritional status of juçara palm trees. The physiological variables evaluated were internal carbon concentration (C_i), stomatal conductance (g_s), net photosynthesis rate (A), transpiration rate (E) and water use efficiency (A/E), performed at 18 and 24 months after planting. The forest stand was in random blocks, with five treatments, Araucaria (*Araucaria angustifolia*); Jatobá (*Hymenaea courbaril*); araribá (*Centrolobium tomentosum*); tobacco ipê (*Zeyheria tuberculosa*) and eucalyptus (*Eucalyptus cloeziana*) and four replications, with a total of 20 plots, which constituted the treatments, totaling 600 m² per plot and 1.2 ha in total. For the variables C_i and g_s there was an interaction between the factors treatment and season and only in the treatment with ipê-tobacco there was no difference in the internal concentration of CO₂ in the analyzed juçara plants. For the other treatments, the C_i verified in March 2020 was higher than in September 2019. For variables A , E and A/E there was no interaction, but an isolated effect of the time factor. The internal carbon concentration, net photosynthesis rate, transpiration rate and stomatal conductance of juçara plants increase with the increase in water availability, and the treatments with araribá and ipe-tobacco showed, in general, the

best results. The treatment with ipê-tobacco had the best nutritional status of palm trees, considering together all the nutrients evaluated, and the joint evaluations in January 2020 had better results than the evaluations in September 2019.

Key words: *Euterpe edulis*; Agroforestry systems; Photosynthesis. Gas exchange. Carbon sequestration.

INTRODUÇÃO

Os sistemas agroflorestais (SAFs) surgem como um modelo de produção agroecológica de alimentos, de madeiras e de serviços ambientais; combinando espécies arbóreas, frutíferas e/ou madeireiras, de maneira concomitante ou em sequência temporal. Ademais, proporciona benefícios ecológicos e econômicos, principalmente ao estilo de agricultura familiar, apresentando como vantagens principais, quando comparada à agricultura convencional. Contribui para o melhor aproveitamento de áreas disponíveis nas propriedades rurais, a recuperação da fertilidade do solo, o aumento da biodiversidade, o provimento de adubos verdes e o controle de plantas invasoras (Paludo e Costabeber, 2002). Dentro dessa concepção, os SAFs podem contribuir com o processo de sequestro de carbono devidos seus atributos estruturais estratificado e diversificado no uso de espécies vegetais (Meier et al., 2011).

A palmeira juçara (*Euterpe edulis* Martius), espécie frutífera nativa da floresta atlântica, é uma das espécies utilizadas em sistemas agroflorestais, sendo empregada nestes sistemas de manejo no sul e sudeste do Brasil, em consórcios com espécies arbóreas exóticas e nativas (Favreto, 2010; Godinho et al., 2014). Assim, é possível potencializar o uso da terra durante a fase inicial de desenvolvimento da espécie e gerar Produtos Florestais Madeireiros (PFM) e Produtos Florestais Não Madeireiros. A preocupação com a sua extinção tem levado à valorização da juçara para a produção de frutos e extração da polpa, bastante similar à dos frutos do açazeiro, produzido na Amazônia (Farias, 2009). Contudo, as plantas estão sujeitas às mais diversas influências ambientais.

Independente das discussões sobre a tolerância ou necessidade de sombreamento nos três primeiros anos do plantio da palmeira juçara, estudos

comprovam que os níveis de luminosidade e as condições de umidade do solo são fatores determinantes na limitação do crescimento das plantas, que possuem um melhor desenvolvimento à meia sombra na fase inicial da vida, mas apresentam crescimento acelerado com o aumento da luminosidade a partir do quarto ano do plantio. O que se pode afirmar com segurança é que a palmeira juçara necessita de um certo nível de umidade para sobreviver (Guimarães e Souza, 2017).

Geralmente, a água, como fator essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas, funciona como um dos principais reagentes metabólicos (Taiz e Zeiger, 2017). Sendo assim, em circunstâncias de déficit hídrico, as palmeiras exibem determinada intolerância à condição, apresentando respostas que buscam a sua preservação. Dentre tais respostas, no aspecto morfológico, é provável que se observe uma redução no crescimento vegetativo, no diâmetro, no número de folhas emitidas, menor produção de matéria seca e até mortalidade de plantas (Mar et al., 2013; Silvestre et al., 2016, 2017; Oliveira et al., 2017). A adaptação fisiológica necessária à sobrevivência provoca uma diminuição da taxa de assimilação de CO₂, da condutância estomática e da taxa de transpiração como forma de evitar a desidratação e, por consequência, a mortalidade de plantas (Silvestre et al., 2016).

Resultados de pesquisa envolvendo aspectos fisiológicos e nutricionais da palmeira juçara são escassos. Procurando complementar essa lacuna, o experimento conduzido em sistema agroflorestal (SAF) de juçara em consórcio com araucária, jatobá, araribá, ipê-tabaco e eucalipto, além do cafeeiro foi realizado com o objetivo de avaliar os aspectos fisiológicos do crescimento vegetal e o estado nutricional das palmeiras juçara em diferentes tratamentos e épocas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Sítio Highland situado no distrito de Victor Hugo, no município de Marechal Floriano, ES, região Central Serrana, no território das montanhas e das águas do Espírito Santo. O Clima é tropical de altitude, com temperaturas amenas durante a maior parte do ano, com média de 18,6°C, variando de 9,3°C a 28°C (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 2020).

A principal fonte hídrica é o Braço-Sul do Rio Jucú e seu afluente Rio Fundo. A área do estudo está localizada em cota de 940 m de altitude, com uma área total de 1,2 ha (Latitude 40°51'25,99"W – Longitude 20°25'43,11"S).

O índice de precipitação pluviométrica é de 1.525 mm anuais bem distribuídos, sendo os meses mais chuvosos de novembro a abril e os meses menos chuvosos são junho, julho e agosto (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 2019). De acordo com a classificação de Köppen o clima é o Cfb (Alvares et al., 2013). A região é dotada de uma declividade acentuada, com valores acima de 30%. O solo é basicamente Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico arenoso e areno-argiloso (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006). O resultado da análise química e textural dos solos foi utilizado para a sua caracterização, sendo realizadas de acordo com a metodologia descrita pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2009), sendo sua composição química expressa na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química e textural do solo na profundidade de 0 a 20 cm do solo no local do experimento, Marechal Floriano, ES

Atributos do solo	Local - Marechal Floriano
pH	5,60
P Mehlich 1 (mg dm ⁻³)	5,90
K (mg dm ⁻³)	59,10
Na (mg dm ⁻³)	15,50
Ca (cmol _c dm ⁻³)	3,35
Mg (cmol _c dm ⁻³)	1,42
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,20
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	7,13
SB (cmol _c dm ⁻³)	4,99
t (cmol _c dm ⁻³)	5,19
CTC (cmol _c dm ⁻³)	12,11
V (%)	41,24
m (%)	4,69
ISNa (%)	1,36
MO (dag kg)	4,63
P-rem (mg L)	8,68
Zn (mg dm ³)	2,63
Fe (mg dm ³)	127,09
Mn (mg dm ³)	5,88
Cu (mg dm ³)	0,43
B (mg dm ³)	0,91
Areia grossa (g kg)	447,00
Areia fina (g kg)	130,00
Silte (g kg)	116,00

*Média de quatro repetições. pH em água - Relação 1:2,5; P - Na - K - Fe - Zn - Mn - Cu - Extrator Mehlich-1; Ca - Mg - Al - Extrator KCL - 1mol.L⁻¹; H + Al - Correlação com pH SMP; B - Extrator água quente; SB - Soma de bases trocáveis; t - Capacidade de troca catiônica efetiva; T - Capacidade de troca catiônica a pH 7 (CTC); V - Índice de saturação em bases; m = Índice de saturação em alumínio; ISNa - Índice de saturação em sódio; MO - Matéria orgânica (C.org x 1,724); P-rem - Fósforo remanescente ou de equilíbrio.

O povoamento florestal foi de blocos ao acaso, com 5 tratamentos e 4 repetições, totalizando 20 parcelas experimentais, sendo instalado em experimento no esquema de parcelas sub-subdivididas, onde as parcelas constituíram os tratamentos: araucária (*Araucaria angustifolia*) consorciada com palmeira juçara (*Euterpe edulis*) e café arábica (*Coffea arabica*); jatobá (*Hymenaea courbaril*) consorciado com palmeira juçara e cafeeiro arábica; araribá (*Centrolobium tomentosum*) consorciado com palmeira juçara e cafeeiro arábica; ipê tabaco (*Zeyheria tuberculosa*) consorciada com palmeira juçara e cafeeiro arábica; eucalipto (*Eucalyptus cloeziana*) consorciado com palmeira juçara e cafeeiro arábica.

Cada parcela foi composta por 100 árvores, 100 palmeiras e 200 pés de cafeeiro, distribuídas em 10 linhas com 10 árvores, 10 palmeiras e 20 cafeeiros. O espaçamento foi de 3 x 2 m entre as árvores e entre as palmeiras e de 3 x 1 m entre os cafeeiros, totalizando 600 m² por parcela e 1,2 ha no total.

Para as mensurações foi considerada uma bordadura dupla, sendo a parcela útil de 6 linhas com 6 árvores, totalizando 36 árvores úteis e 6 linhas com 6 palmeiras, totalizando 36 palmeiras úteis. As plantas de cafés não foram avaliadas, as mesmas só se mantiveram na área para proporcionar melhores condições microclimáticas de crescimento para as árvores e palmeiras. As mudas das árvores e das palmeiras foram plantadas na mesma linha de plantio do cafeeiro, evitando-se modificar a acessibilidade nos tratamentos. Esta disposição das árvores e das palmeiras nos tratamentos facilitou os tratos culturais nas entrelinhas de plantio, como realizado em plantios comerciais.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso (DBC), no esquema de parcelas sub-subdividida, tendo o tratamento associado à parcela, a subparcela associada à época e a sub-subparcela associada ao horário, sendo que cada planta avaliada representou uma repetição. Foram quantificadas as seguintes variáveis fisiológicas: concentração interna de carbono (C_i , em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , em $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de fotossíntese líquida (A , em $\mu\text{mol de CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e a taxa de transpiração (E , em $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$). As avaliações das trocas gasosas foram realizadas em duas épocas e dois horários; sendo duas avaliações realizadas em setembro de 2019 e outras duas em março de 2020, sempre na região mediana da última folha completamente expandida, sempre às 08h00min e às 12h00min. Os resultados apresentados são as médias das duas leituras em cada horário. Além das variáveis analisadas foi também calculada a eficiência instantânea no uso da água EUA, mediante a razão entre os valores da taxa de fotossíntese líquida e da taxa de respiração (A/E) [$(\mu\text{mol de CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}) / (\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})$]. As determinações das trocas gasosas foram realizadas por meio de um analisador de gás infravermelho (IRGA), modelo LCProSD da ADC BioScientific Ltda, com fluxo de ar de 300 mL min^{-1} e fonte de luz acoplada de $1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Durante o período em que foram realizadas as avaliações das trocas gasosas, a temperatura média foi de 17,8°C na primeira avaliação e de 19,9°C na

segunda avaliação e a umidade relativa do ar média foi de 77,5% e 82%, respectivamente.

Nos meses de setembro de 2019 e março de 2020 foram coletados cinco folíolos de folhas plenamente expandidas em cada parcela. O material colhido foi acondicionado em sacos de papel, para posterior preparação, por meio de lavagem com água deionizada, colocado para secar em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 65°C e na sequência foram trituradas em moinho do tipo Willey e peneiradas a 20 *mesh* e homogeneizadas. Posteriormente, realizou-se as determinações dos teores dos nutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) molibdênio (Mo) e níquel (Ni).

Para a determinação dos teores de N, os materiais foram submetidos a digestão sulfúrica pelo método colorimétrico de Nessler (Jackson, 1965). Para os demais, as amostras foram submetidas a digestão de ácido nítrico (HNO₃) e concentrado de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) em sistema de digestão aberta (Peters, 2005) além de quantificados em espectrômetro de emissão atômica com fonte de indução de plasma acoplada, modelo ICPE-9000 da marca Shimadzu®.

Os dados foram submetidos às análises de variância pelo teste F. As médias obtidas para as espécies foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Pela análise de variância observou-se que as variáveis C_i e g_s tiveram interação entre espécies florestais e as épocas das avaliações. A concentração interna de CO₂ nas plantas de juçara foram superiores, quando as plantas estavam em consórcio com a espécie florestal ipê-tabaco, na primeira época de avaliação, setembro de 2019 (Tabela 2).

No período de maior disponibilidade de água, março de 2020, com 161,2 mm de precipitação, as plantas dos diferentes tratamentos tiveram um aumento na condutância estomática, contribuindo com o aumento do carbono assimilado e da transpiração. Em setembro de 2019, com 33,8 mm de precipitação, a condutância estomática não apresentou diferença entre os tratamentos. Contudo, na avaliação

de março 2020, as plantas de juçara em consórcio com araucária, araribá, ipê-tabaco e eucalipto apresentaram maiores condutâncias estomáticas em relação a primeira época de avaliação. Em relação a avaliação de março de 2020, as plantas de juçara consorciadas com jatobá apresentaram a menor condutância estomática quando comparadas com as consorciadas com araucária e araribá.

No período de menor índice pluviométrico, em setembro de 2019, as plantas apresentaram limitação na abertura estomática, comprometendo o processo fotossintético (Bartels e Sunkar, 2005). Essa limitação, segundo Flexas e Medrano (2002), retrata a principal causa da diminuição da taxa fotossintética e assimilação de CO₂ (*A*) e da transpiração (*E*) sob condições de escassez de água, diminuindo, dessa forma, a velocidade dos demais processos fisiológicos, com menor crescimento da planta (Tabela 2) (Silva et al., 2016).

Tabela 2. Concentração interna do carbono (*c_i*), em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, e Condutância estomática (*g_s*), em mol de H₂O $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de plantas de palmeira juçara em função do tipo de consórcio com espécie vegetal

Tratamento	Época			
	Set/2019	Mar/2020	Set/2019	Mar/2020
	C _i ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)		g _s (mol de H ₂ O $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	
Araucária	182,88 bB	303,81 aA	0,028 bA	0,062 aA
Jatobá	197,31 bB	271,88 aA	0,024 aA	0,037 aB
Araribá	198,69 bB	312,38 aA	0,023 bA	0,065 aA
Ipê-tabaco	277,75 aA	304,87 aA	0,025 bA	0,047 aAB
Eucalipto	198,88 bB	306,94 aA	0,018 bA	0,045 aAB
CV%	18,60%		36,31%	

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

Em março de 2020, as plantas analisadas em todos os tratamentos apresentaram valores iguais estatisticamente na concentração interna de CO₂, sendo maiores que a concentração interna de CO₂ que as encontradas em setembro de 2019, exceto o tratamento ipê-tabaco. Em setembro de 2019, o ipê-tabaco teve a maior concentração interna de CO₂ do que os demais tratamentos. A condutância estomática em março de 2020 foi maior para todos os tratamentos, com exceção do jatobá que foi igual estatisticamente, quando comparados com os valores observados em setembro de 2019, confirmando as explicações de Silva et

al. (2010), afirmando que a condutância estomática está intimamente associada à taxa de assimilação líquida de CO₂, sendo que os baixos valores podem estar relacionados à abertura limitada dos estômatos. A correlação entre assimilação de CO₂ e a condutância estomática podem ser explicadas em virtude da alta concentração de gás carbônico nos sítios de carboxilação das plantas, conforme relatam Campostrini e Yamanishi (2001). Em condições de baixa condutância estomática, a fixação de carbono é diminuída, de maneira a prejudicar o metabolismo e transporte de carboidratos ao longo dos tecidos (Bel, 1992).

Em palmeiras, a sensibilidade da taxa de assimilação líquida de CO₂ frente a deficiência hídrica é verificada em espécies como pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth), açai (*Euterpe oleracea* Mart.), coqueiro-anão (*Cocos nucifera* L.), buriti (*Mauritia vinífera* Mart.) e dendê (*Elaeis guineenses* Jacq.), retratando a redução do crescimento e o acúmulo de massa seca, de acordo com Chaves et al. (2009). Segundo Tavares (2017), em ambientes sombreados, espécies como a juçara podem investir mais em folhas como forma de aumentar a captação de luz, melhorando, assim, os processos fisiológicos.

Os resultados apresentados na Tabela 3 demonstram diferenças estatísticas para as variáveis taxa de fotossíntese líquida (*A*) e taxa de transpiração (*E*) nas plantas analisadas nos meses de setembro de 2019 e março de 2020, respectivamente. A taxa de fotossíntese líquida foi maior na primeira avaliação e o contrário foi observado para a taxa de transpiração, com maiores valores observados no mês de março de 2020 nas plantas de juçara, refletindo em uma melhor eficiência no uso da água, considerando a temperatura média e o índice pluviométrico. A relação da taxa fotossintética e a transpiração das plantas foram superiores no mês de março (Tabela 3).

Tabela 3. Taxa de fotossíntese líquida (A , em $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e a taxa de transpiração (E , em $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); A/E - eficiência instantânea no uso da água em palmeira juçara em função da época de avaliação

Época	A $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	E $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	A/E
Set/19	2,57 a	0,58 b	4,57 a
Mar/20	2,07 b	0,87 a	2,43 b
C.V%	45,68	35,0	35,51

Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

Para a variável A , houve efeito isolado para os fatores tratamento e horário, Tabela 4 e Tabela 5.

Na avaliação da concentração interna de carbono, o tratamento com ipê-tabaco apresentou o melhor resultado com diferença para os tratamentos araucária e jatobá, porém sem diferença estatística para os tratamentos com araribá e eucalipto. Para taxa de fotossíntese líquida e condutância estomática, o tratamento com araucária teve o melhor resultado com diferença para os tratamentos com jatobá e com eucalipto, porém sem diferença para os tratamentos com araribá e com ipê-tabaco. Na taxa de transpiração não foi observado diferença entre os tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4. Taxa de fotossíntese líquida (A , em $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e a taxa de transpiração (E , em $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); A/E - eficiência instantânea no uso da água em palmeira juçara em função do tipo de consórcio utilizado

Tratamento	A $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	E $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	A/E
Araucária	3,12 a	0,796 a	4,16 a
Jatobá	1,88 b	0,723 a	2,80 b
Araribá	2,38 ab	0,780 a	3,52 ab
Ipê-tabaco	2,27 ab	0,729 a	3,16 ab
Eucalipto	1,95 b	0,591 a	3,88 ab
CV%	45,68	35,10	35,51

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

No fator horário, a taxa de transpiração e a condutância estomática não apresentaram diferença estatística entre os horários avaliados, sendo que taxa de fotossíntese líquida, concentração interna de carbono e uso eficiente da água apresentaram diferenças entre o horário de oito e doze horas (Tabela 5).

Tabela 5. Concentração interna de carbono (C_i , em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de fotossíntese líquida (A , em $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de transpiração (E , em $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , em $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e eficiência instantânea no uso da água (A/E) em palmeira juçara em função do horário do dia

Horário	C_i $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	A $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$	E $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$	g_s $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$	A/E
8 h	242,09 b	2,72 a	0,717 a	0,040 a	4,04 a
12 h	268,99 a	1,92 b	0,731 a	0,035 a	2,97 b
C.V%	18,60	45,68	35,10	36,31	35,51

Médias seguidas de letra distinta na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

Na composição mineral das plantas, a análise de variância indicou que houve diferenças significativas para os teores de N, P, Ca, Mg e Mn entre os tratamentos, para os demais elementos minerais avaliados não foi observado diferença.

O tratamento com ipê-tabaco apresentou resultados estatisticamente superiores para os nutrientes P, K, Ca e S, porém, sem diferença estatística com a araribá e jatobá.

Os tratamentos com espécies da família botânica leguminosae, araribá e jatobá, apresentaram valores maiores de nitrogênio. Tais valores de N podem ser explicados pela possível associação simbiótica das leguminosas com bactérias fixadoras de nitrogênio, que pode incorporar mais de $500 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N ao sistema solo-planta, que, em conjunto com o fósforo são os nutrientes que mais limitam o desenvolvimento vegetal (Siqueira e Franco, 1988).

Para os teores de fósforo, apenas o tratamento com eucalipto foi inferior estatisticamente ao ipê-tabaco. Para cálcio os tratamentos com jatobá e araribá apresentaram diferença estatística para o tratamento com eucalipto. Na avaliação do magnésio, apenas os tratamentos com araucária e jatobá apresentaram

diferença estatística, sendo que para manganês a diferença estatística foi entre jatobá e eucalipto (Tabela 6).

Tabela 6. Teores de macronutrientes em folhas de palmeira juçara, em g kg⁻¹ de matéria seca, em função do tipo de consórcio

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
g kg ⁻¹ de matéria seca						
Araucária	16,3 bc	1,87 ab	9,76 a	4,90 ab	2,44 a	2,30 a
Jatobá	18,5 ab	1,89 ab	10,01 a	4,18 b	1,99 b	2,35 a
Araribá	19,0 a	1,95 ab	9,43 a	4,22 b	2,15 ab	2,35 a
Ipê-tabaco	17,7 abc	2,11 a	10,40 a	5,12 ab	2,04 ab	2,56 a
Eucalipto	15,9 c	1,77 b	9,15 a	5,35 a	2,20 ab	2,57 a
Média	17,48	1,92	9,75	4,75	2,16	2,43
CV%	10,88	11,32	10,32	10,33	13,24	11,97

Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. Obs: média de duas épocas de amostragem

Para avaliação de nitrogênio, fosforo e enxofre, os valores encontrados na avaliação de janeiro 2020 apresentaram resultados superiores estatisticamente à avaliação de setembro de 2019. Potássio, cálcio e magnésio não apresentaram diferença estatística (Tabela 7).

Tabela 7. Teores de macronutrientes em folhas de palmeira juçara, em g kg⁻¹ de matéria seca, em função da época de amostragem

Época	N	P	S
g kg ⁻¹ de matéria seca			
Jan/20	19,5 a	1,99 a	2,53 a
Set/19	15,5 b	1,84 b	2,3 b
C.V%	10,32	11,31	11,96

Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

Na avaliação de micronutrientes, Mn, Mo, Ni e Fe apresentaram valores estatisticamente superiores para a avaliação de setembro de 2019, sendo que na avaliação de janeiro de 2020, Cu e Zn foram superiores estatisticamente em relação à avaliação de setembro de 2019. O molibdênio não apresentou diferença significativa entre as épocas avaliadas (Tabela 8).

Tabela 7. Teores de micronutrientes em folhas de palmeira juçara, em mg kg⁻¹ de matéria seca, em função da época de amostragem

Época	Fe	Cu	Mn	Ni	Zn
	mg kg ⁻¹ de matéria seca				
Set/19	146,5 a	7,64 b	33,64 a	1,94 a	27,95 b
Jan/20	115,4 b	10,67 a	14,20 b	0,92 b	33,44 a
C.V.%	36,77	16,80	52,08	94,58	15,90

Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade

Com relação aos teores de micronutrientes nos diferentes tratamentos, não se encontrou estudo de composição mineral em folhas de juçara em sistemas de consórcio para que se pudessem fazer comparações. No presente estudo, apenas o manganês apresentou diferença estatística entre as médias do jatobá e do eucalipto (Tabela 9).

Tabela 9. Teores de micronutrientes em folhas de palmeira juçara, em mg kg⁻¹ de matéria seca, em função do tipo de consórcio

Tratamento	Fe	Cu	Mn	Mo	Ni	Zn
	mg kg ⁻¹ de matéria seca					
Araucária	153,8 a	9,69 a	20,3 ab	1,33 a	2,39 a	33,71 a
Jatobá	119,0 a	8,71 a	16,4 b	1,21 a	1,06 a	27,62 a
Araribá	112,6 a	9,69 a	19,5 ab	1,20 a	1,29 a	29,37 a
Ipê-tabaco	127,3 a	9,34 a	28,3 ab	1,30 a	1,34 a	33,30 a
Eucalipto	142,0 a	8,35 a	35,2 a	1,30 a	1,06 a	29,47 a
C.V.%	36,80	16,80	52,08	31,19	94,58	15,90

Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

Plantas de juçara com 2 anos de plantio, apresentaram, em g/kg de matéria seca de folhas: N = de 15,9 a 19,0; P = 1,77 a 2,11; K = 9,15 a 10,40; Ca = 4,18 a 5,35; Mg = 1,99 a 2,44; S = 2,30 a 2,57;

Plantas de juçara com 2 anos de plantio, apresentaram, em mg/kg de matéria seca de folhas: Fe = de 119 a 153,8; Cu = 8,35 a 9,69; Mn = 16,4 a 35,2; Mo = 1,20 a 1,33; Ni = 1,06 a 2,39; Zn = 27,60 a 33,70.

CONCLUSÕES

Plantas de palmeira juçara apresentam valores diferentes nas concentrações internas do carbono, na condutância estomática e na taxa de fotossíntese líquida de plantas de juçara em função do consórcio utilizado.

Os teores de N, P, Ca, Mg e Mn variaram nas folhas de palmeira juçara em função da espécie utilizada no sistema consórcio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., Sparovek, G. (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22 (6):711-728.
- Bartels, D., Sunkar, R. (2005) Drought and salt tolerance in plants. *Crit. Rev. Plant Sci.* 24 (1):23-58.
- Bel, V.A.J.E. (1992) Mechanism of sugar transfer. *In: Baker, N.R., Thomas, H. (eds.) Crop photosynthesis*. Amsterdam: Elsevier Science, p.177-211.
- Campostrini, E., Yamanishi, O.K. (2001) Influence of mechanical root restriction on gas-exchange of four papaya genotypes. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 13 (2):129-138.
- Chaves, M.M., Flexas, J., Pinheiro, C. (2009) Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Ann. Bot.* 103:551-560.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2006) Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro, 306p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2009) *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 627p.
- Farias, M. (2009) *Reinventando a relação humano: Euterpe edulis: do palmito ao açai*. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Florianópolis – SC, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 85p.
- Favreto R. (2010) *Aspectos etnoecológicos e ecofisiológicos de Euterpe edulis Mart. (Arecaceae)*. Tese (Doutorado em Botânica) – Porto Alegre – RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 143p.

- Flexas, J., Medrano, H. (2002) Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plants: stomatal and non-stomatal limitations revisited. *Ann. Bot.* 89 (2):183-189.
- Godinho, T. de O., Caldeira, M.V.W., Rocha, J.H.T., Caliman, J.P., Trazzi, P.A. (2014) Quantificação de biomassa e nutrientes na serapilheira acumulada em trecho de floresta estacional semidecidual submontana, ES. *Cerne*, 20 (1):11-20.
- Guimarães, L.A.O.P., Souza, R.G. (2017) *Palmeira juçara: patrimônio natural da Mata Atlântica no Espírito Santo*. Vitória: Incaper, 68p.
- Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (2019) *Dados médios da série histórica da estação meteorológica localizada no município de Domingos Martins/ES*. Vitória: Incaper. https://meteorologia.incaper.es.gov.br/graficos-da-serie-historica-domingos_martins em 10/02/2020 página mantida pela Incaper.
- Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (2020) *Dados médios da série histórica da estação meteorológica localizada no município de Domingos Martins/ES*. Vitória: Incaper. https://meteorologia.incaper.es.gov.br/graficos-da-serie-historica-domingos_martins em 10/05/2020 página mantida pela Incaper.
- Jackson, M.L. (1965) *Soil chemical analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 498p.
- Mar, C.C., Conceição, H.E.O., Santos, A.B.R., Viegas, I.J.M., Silva, S.N. (2013) Produção de massa seca e área foliar do açaizeiro sob déficit hídrico. *Revista Agroecossistemas*, 5 (2):14-23.
- Meier, M., Teixeira, H.M., Ferreira, M.G., Ferrari, E.A., Lopes, S.I., Lopes, R., Cardoso, I.M. (2011) Sistemas agroflorestais em áreas de preservação permanente. *Revista Agriculturas: experiências em agroecologia*, 8 (2):12-17.
- Oliveira, R.M., Bertholdi, A.A.S., Engel, V.L., Passos, J.R.S., Almeida, L.F.R. (2017) Water deficit responses of *Euterpe edulis* Martius seedlings at different growth stages. *Scientia Forestalis*, 45 (113):101-108.
- Paludo, R., Costabeber, J.A. (2012) Sistemas agroflorestais como estratégia de desenvolvimento rural em diferentes biomas brasileiros. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 7 (2):63-76.
- Peters, J.B. (2005) *Wisconsin procedures for soil testing, plant analysis and feed & forage analysis: plant analysis*. Madison: University of Wisconsin, 304p.
- Silva, A.C., Leonel, S., Souza, A.P., Domingos, J.R., Ducatti, C. (2010) Trocas gasosas e ciclo fotossintético da figueira 'Roxo de Valinhos'. *Ciência Rural*, 40 (6):1270-1276.

- Silva, A.R.A., Bezerra, F.M.L., Lacerda, C.F., Araújo, M.E.B., Lima, R.M.M., Souza, C.H.C. (2016) Establishment of young “dwarf green” coconut plants in soil affected by salts and under water deficit. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 38 (3). <https://www.scielo.br/j/rbf/a/wDqbqNkCH4mfXW4rwFZBt4L/?lang=en> em 10/02/2019 página mantida pela Scielo.
- Silvestre, W.V.D., Pinheiro, H.A., Souza, R.O.R.M., Palheta, L.F. (2016) Morphological and physiological responses of açai seedlings subjected to different watering regimes. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 20 (4):364-371.
- Silvestre, W.V.D., Silva, P.A., Palheta, L.F., Oliveira Neto, C.F., Souza, R.O.R. M., Festucci-Buselli, R.A., Pinheiro, H.A. (2017) Differential tolerance to water deficit in two açai (*Euterpe oleracea* Mart.) plant materials. *Acta Physiol. Plant.* 39 (4). <https://link.springer.com/article/10.1007/s11738-016-2301-9> em 10/02/2020 página mantida pela Springer.
- Siqueira, J.O., Franco, A.A. (1988) *Biotechnologia do solo: fundamentos e perspectivas*. Brasília: MEC/ESAL/FAEPE/ABEAS, 236p.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2017) *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 888p.
- Tavares, R.F. de M. (2017) *Crescimento e fisiologia de açai e juçara cultivados sob estresse hídrico*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, UENF, 88p.

3.3 PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO MINERAL DA SERRAPILHEIRA EM SISTEMAS DE CONSÓRCIO DE PALMEIRA JUÇARA COM ESPÉCIES ARBÓREAS E CAFÉ

PRODUCTION AND MINERAL COMPOSITION OF LITTER IN PALM JUÇARA CONSORTIUM SYSTEMS WITH TREE AND COFFEE SPECIES

RESUMO

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de estudar o acúmulo da serapilheira e os nutrientes nela contidos em sistema agroflorestral de palmeira juçara com espécies arbóreas e café, localizado em Victor Hugo, distrito de Marechal Floriano no Estado do Espírito Santo (ES). Para realização do cálculo, as amostras foram pesadas individualmente e depois misturadas por parcelas formando 20 amostras compostas para as análises. Determinou-se os teores de Macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) e micronutrientes (Fe, Cu, Ni, Mn, Mo, Zn) da serapilheira coletada. O acúmulo de serapilheira mostrou-se variável no tempo, com maior volume ocorrendo no mês mais seco e de menor temperatura média do ar, contendo $11,37 \text{ Mg ha}^{-1}$, com média de $8,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ de serapilheira nos três anos de coleta. Verificou-se que as condições climáticas e o tratamento influenciaram no acúmulo de serapilheira, contudo, mesmo nas épocas de menores acúmulos a espessura da camada de material poderia fornecer nutrientes para as plantas de palmeira juçara e proteger o solo.

Palavras-chave: Macronutrientes; Micronutrientes; Sistemas agroflorestrais; ciclagem de nutrientes.

ABSTRACT

The present work was carried out with the objective of studying the deposition and accumulation of litter and the nutrients contained therein in an agroforestry system of juçara palm with tree species and coffee, located in Victor Hugo, district of Marechal Floriano, Brazil. The litter sampling was carried out in 20 parcels, 10 samples were collected in each one with the aid of 0.25 mx 0.25 m metal template, thrown on the material layer, totaling 200 simple samples, followed by collections at alternate points in lines and between the lines on the diagonal of the plots and considering a double border. The study of the litter accumulated in the SAF according to the completely randomized design, with 5 treatments and 4 repetitions, 150 m² per plot and the volume collected calculated in megagram per hectare per year of collection. To perform the calculation, the samples were weighed individually and then mixed in plots, forming 20 samples composed for the analysis. The contents of Macronutrients (N, P, K, Ca, Mg, S) and micronutrients (Fe, Cu, Ni, Mn, Mo Zn) of the collected litter were determined. The litter accumulation was variable over time, with greater volume occurring in the driest month and with the lowest average air temperature, containing 11.37 Mg ha⁻¹, with an average of 8.0 Mg ha⁻¹ of litter in the three years of collection. Nitrogen and iron were the macro and micronutrients, respectively, which had the highest levels. It was found that the climatic conditions influenced the litter accumulation, however, but even in times of smaller accumulations, the thickness of the material layer was able to supply nutrients to the juçara palm plants and protect the soil.

Key words: Macronutrients; Micronutrients; Agroforestry systems; nutrient cycling.

INTRODUÇÃO

Os Sistemas Agroflorestais conciliam espécies florestais, com culturas agrícolas e/ ou animais, concomitante ou sequencialmente, com as espécies interagindo ecologicamente, restabelecendo aspectos dos ecossistemas florestais como a biodiversidade, recompondo funções ecológicas como a ciclagem de

nutrientes e a proteção do solo, em que o arranjo de espécies busca, em alguns casos, minimizar a oferta de luz, na escala vertical, maximizando valores socioeconômicos (Abdo et al., 2008; Ewert et al., 2016). Em um sistema agroflorestal, a serapilheira é composta por elementos vegetais, como galhos, folhas, flores e sementes, assim como resíduos e fezes de animais, conforme a composição do SAF. As folhas apresentam uma taxa de decomposição mais elevada que a dos galhos e outros materiais, representando maior volume da serapilheira, além de apresentarem relativamente maior concentração de nutrientes que os demais componentes (Cabianchi, 2010; Costa et al., 2010).

O acúmulo de serapilheira é afetada por fatores bióticos, como o tipo de vegetação, a deciduidade, o estágio sucessional, pelos organismos do solo, como a fauna, bactérias e actomicetos dentre outros, que influencia o conjunto da dinâmica da camada acumulada da superfície do solo (O'Connell e Sankaran, 1997; Wedderburn e Carter, 1999) e fatores abióticos, como a altitude e latitude, a precipitação, a temperatura, a luminosidade, o relevo, a disponibilidade hídrica os atributos do solo (Figueiredo Filho et al., 2003). Segundo Caldeira et al. (2008) a composição de espécies, a intensidade da cobertura florestal, o tipo do povoamento, a época da coleta, o local, os distúrbios naturais como o fogo e ataque de insetos, também influenciam na deposição da serapilheira.

A serapilheira se apresenta com potencialidade para revelar a qualidade de sítio, retratando o conjunto de atributos físicos, químicos e biológicos de um local específico. Dessa forma, a produção de serapilheira é a restituição de nutrientes em ecossistemas florestais e representam a rota mais importante, de movimentação no sistema solo-planta-solo, do ciclo biogeoquímico de nutrientes (Villa et al., 2016). Compõe uma parte significativa da cadeia trófica do solo. Quando acumulada, assume importância na recuperação e manutenção da fertilidade e na atividade biológica, assim como na formação de um microclima benéfico, influenciando continuamente a biomassa microbiana e a população da macrofauna (Ashford et al., 2013; Cunha Neto et al., 2013).

A definição das espécies arbóreas que irão compor o arranjo dos Sistemas Agroflorestais (SAFs) é uma etapa importante, por considerar aspectos ecológicos e socioeconômicos têm a função que transcende a decomposição de matéria orgânica via serapilheira e a prestação de serviços ambientais. Espécies como palmeira juçara, araucária, jatobá, araribá, ipê-tabaco e eucalipto são

caracterizadas como de interesse econômico por serem responsáveis pela comercialização dos produtos madeireiros e não-madeireiros, como madeira, frutos, sementes e palmitos que decorrem do sistema implantado (Souza e Piña-Rodrigues, 2013).

Os SAFs propõem sustentabilidade por meio de interações energéticas, a biodiversidade do sistema e a ciclagem de nutrientes, mediante a mineralização da biomassa pelo procedimento da decomposição resultada pela ação de organismos do solo, condições ambientais, como a temperatura e umidade e as propriedades bioquímicas do material orgânico, que são importantes no processo de decomposição (Bauer et al., 2016; Cunha et al., 2018). Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar acúmulo e a composição mineral da serapilheira em sistemas de consórcio de palmeira juçara com espécies arbóreas e café na região serrana do ES.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada em cota de 940 m de altitude, com uma área total de 1,2 ha (Latitude 40°51'25,99"W – Longitude 20°25'43,11"S). O clima é tropical de altitude, com terras de temperaturas amenas durante a maior parte do ano e temperatura média de 18,6°C, variando de 9,3°C a 28°C (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 2020).

O índice de precipitação pluviométrica é de 1.525,60 mm anuais bem distribuídos, sendo os meses mais chuvosos de novembro a abril e os meses menos chuvosos são junho, julho e agosto (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 2019). De acordo com a classificação de Köppen o clima é o Cfb (Alvares et al., 2013). A região é dotada de uma declividade acentuada. O solo é basicamente Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico arenoso e areno-argiloso (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006). A principal fonte hídrica é o Braço-Sul do Rio Jucú e seu afluente Rio Fundo.

Na Figura 1, são apresentados os dados de temperatura e precipitação relativa do ar da Estação Meteorológica de Domingos Martins (ES) correspondente ao período de coletas de dados, obtidos no site do INCAPER. A distância da estação meteorológica para o Sítio Highland é de, aproximadamente 30 km.

Durante os meses de coletas da serapilheira que foram: setembro de 2016, março de 2017 e janeiro de 2020, a temperatura média foi de 18,1°C na primeira coleta, de 20,2°C na segunda coleta e de 21,7°C na terceira coleta, respectivamente, seguindo na mesma ordem, os índices pluviométricos que foram 78,4 mm, 113,6 mm e 364,6 mm, (Figura 1).

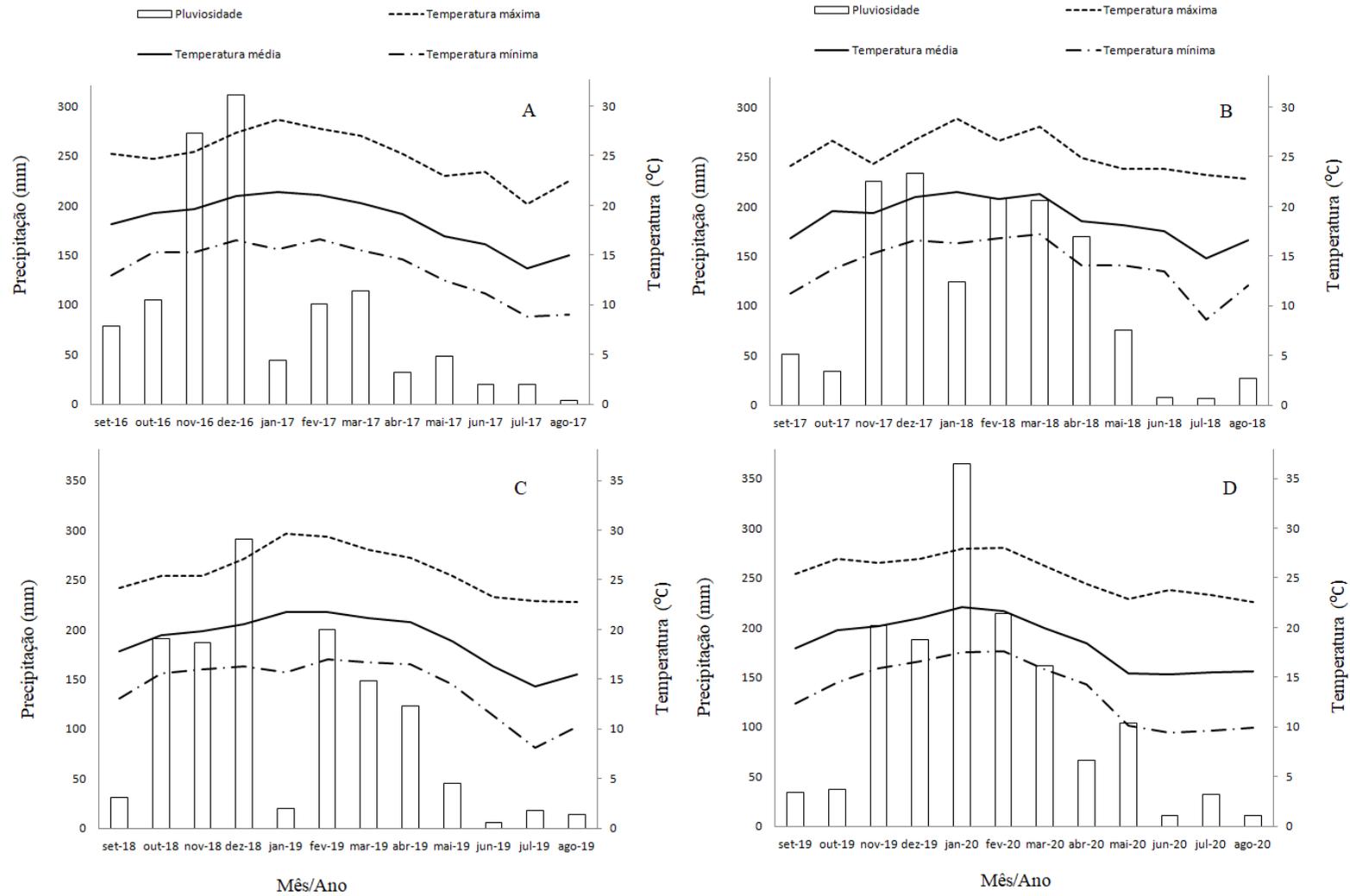


Figura 1 - Dados da temperatura e precipitação, 2016 – 2020.
 Fonte: Elaborada pelo autor (2020), com os dados meteorológicos fornecidos pelo Incaper.

O estudo da serapilheira acumulada no SAF foi conforme o delineamento em bloco casualizado, totalizando 20 parcelas experimentais, sendo 600 m² por parcela e 1,2 ha no total. Foram montados cinco tratamentos, tais quais: T1: Araucária consorciada com Palmeira Juçara e Café Arábica; T2: Jequitibá consorciado com Palmeira juçara e Café Arábica; T3: Araribá consorciado com Palmeira Juçara e Café Arábica; Ipê-Tabaco consorciado com Palmeira Juçara e Café Arábica e; T5: Eucalipto consorciado com Palmeira Juçara e Café Arábica). Também se realizou quatro repetições, sendo cada parcela útil, exclusivamente para coleta de serapilheira, composta por 6 linhas com 6 árvores, totalizando 36 árvores e 6 linhas com 6 palmeiras, totalizando 36 palmeiras, em áreas de 216 m² por parcela.

Para as amostragens e posterior mensurações dos dados considerou-se uma bordadura dupla, onde coletou-se aos seis, doze e quarenta e oito meses do plantio das árvores, 10 amostras da serapilheira em cada uma das 20 parcelas, num total de 200 amostras. Para as amostragens seguiu-se um sistema de coleta alternado de linhas e entrelinhas, na diagonal das parcelas, com o auxílio de gabarito de metal de 0,25 m x 0,25 m e área de 0,0625 m²/ponto. Além do gabarito de metal, utilizou-se facão, marreta, canetas e sacos plásticos e de papel para identificação das amostras e acondicionamento das mesmas.

As amostragens da serapilheira foram realizadas nos meses de: setembro de 2016, março de 2017 e janeiro de 2020, em 20 parcelas (10 m x 15 m), sendo as duas primeiras processadas no Laboratório do Incaper Centro-Serrano, Domingos Martins (ES) e guardadas em estufa com temperatura controlada.

No local do experimento, em fevereiro de 2020, as amostras foram acondicionadas em sacolas plásticas separadamente e identificadas, para seu transporte, no dia seguinte, para os Laboratórios de Ciência Florestal do *campus* Ibatiba (ES), do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), sendo transferidas para sacos de papel pardo de 2 quilos, igualmente identificados e, posteriormente, secas em estufa de circulação e renovação a 65°C para o processo de dessecação até atingir massa seco constante, para finalmente proceder à pesagem das amostras e obtenção do peso de cada amostra. As 10 amostras simples de cada parcela foram misturadas, formando 20 amostras compostas por ano de amostragem. Após a mistura das amostras, elas passaram ainda por um processo de limpeza por

peneiramento para a retirada total de terra para sua pesagem, sendo calculada em megagrama por hectare (Mg ha^{-1}).

Para a determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Ni, Mn, Mo e Zn, as amostras foram transportadas em agosto de 2020, ao Laboratório do Centro de Ciências e Tecnologia Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF-, onde passaram mais 72 horas em estufa a 65°C para serem moídas em micro moinho tipo Willey, peneiradas a 20 *mesh* e homogêneas para a realização das análises químicas.

Os teores de nitrogênio (N) amoniacal foram determinados após a digestão do material com ácido sulfúrico, por espectrofotometria, utilizando-se reagente tipo Nessler e tartarato de sódio para o desenvolvimento da cor. Os teores foliares de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), cobre (Cu), níquel (Ni), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn) foram determinados após digestão aberta com ácido nítrico concentrado e peróxido de hidrogênio e quantificados em plasma (ICPE-9000) da marca Shimadzu®.

Os dados coletados foram submetidos às análises de variância pelo teste F. As médias obtidas para as espécies foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A biomassa serapilheira acumulada teve valores variáveis, em virtude das distintas particularidades de caráter edáficos da área do experimento e do mecanismo dos processos de produção e taxa de decomposição, assim como da variabilidade temporal (Godinho et al., 2014).

A biomassa de serapilheira acumulada teve diferença entre as épocas de amostragem e tratamentos utilizados. Observou-se uma diminuição na biomassa, da primeira para a última amostragem devido à influência dos resíduos da limpeza da área para a implantação do experimento. Quanto ao fator época, a média da coleta de serapilheira realizada em setembro de 2016, época mais seca, diferiu estatisticamente das médias coletadas no mês de março de 2017 e janeiro de 2020, estação chuvosa, sendo essas duas últimas sem diferença estatística (Tabela 1).

Tabela 1. Estimativa da produção de biomassa de serapilheira, em g cm^{-2} , no sistema de consórcio entre palmeira juçara e espécies florestais em função da época de amostragem

Produção de biomassa de serapilheira (em g cm^{-2})		
Época	Setembro/2016	70,54 a
	Março/2017	43,60 b
	Janeiro/2020	36,61 b
Média		50,25
CV %		27,35

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

Com relação aos tratamentos, pela análise de variância não se observou interação significativa, porém, constatou-se diferença estatística entre as médias de serapilheira da araucária e do eucalipto, tendo esse último acumulado 48,1% a mais de material. As médias dos tratamentos jatobá, araribá e ipê-tabaco se revelaram iguais entre si (Tabela 2).

Tabela 2. Estimativa da produção de biomassa de serapilheira, em g cm^{-2} , no sistema de consórcio entre palmeira juçara em função da espécie florestal utilizada no consórcio

Tratamento	Produção de biomassa de serapilheira g cm^{-2}
Araucária	39,46 b
Jatobá	50,22 ab
Araribá	53,32 ab
Ipê-tabaco	51,10 ab
Eucalipto	57,13 a
CV %	27,35

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

A variação na biomassa de serapilheira coletada a cada ano por unidade de área possibilita identificar tendência sazonal no seu acúmulo, constatando um maior volume no mês de setembro, seguido pelo mês de março e janeiro em ordem decrescente em milímetros de precipitação. As médias calculadas para cada coleta feitas em setembro de 2016, março de 2017 e janeiro de 2020 foram de 11,28 Mg ha^{-1} , 6,97 Mg ha^{-1} e 5,85 Mg ha^{-1} , respectivamente, resultando em uma média de

8,0 Mg ha⁻¹, entre períodos secos e chuvosos. Os valores encontrados neste estudo vão ao encontro dos valores descritos por O'Connell e Sankaran (1997) que em determinadas regiões da América do Sul, para florestas tropicais naturais oscilam de 3,1 a 15,5 Mg ha⁻¹ e também descrito por Godinho et al. (2014), em região de floresta estacional semidecidual submontana, no estado do Espírito Santo, encontrou valores médios de 5,5 Mg ha⁻¹.

Além desses valores, Caldeira et al. (2013), em estudos similares sobre biomassa de serapilheira acumulada em diferentes coberturas florestais, e em diferentes épocas, apresentam volumes aproximados de biomassa. Conforme se observa na Tabela 3, observa-se um valor média bem próximo de outros estudos com outros tipos de vegetação florestal parecidos, sem entrar no mérito sobre estágio sucessional das áreas estudadas mostradas na Tabela 3.

Tabela 3. Biomassa de serapilheira acumulada, em Mg ha⁻¹, em SAFs e diferentes tipologias florestais brasileiras

Tipologia Florestal	Características	Local	Acumulada Mg ha ⁻¹	Fonte
Sistema Agroflorestal	Consórcio	Marechal Floriano, ES	8,0	Resultados obtidos neste estudo
Sistema Agroflorestal	Consórcio	Viçosa, MG	8,7	Arato et al. (2013)
Floresta Estacional Semidecidual	Floresta secundária	Cachoeiro de Itapemirim, ES	5,5	Godinho et al. (2014)
Floresta Estacional Semidecidual	Floresta secundária	Cachoeiro de Itapemirim, ES	7,5	Gonçalves (2008)
Floresta Estacional Semidecidual	Mata nativa	Alegre, ES	8,2	Caldeira et al. (2013)
Reflorestamento	Eucalipto acácia	Alegre, ES	12	Caldeira et al. (2013)
Sistema Agroflorestal	Consórcio	Belterra, PA	8,4	Rebêl et al. (2016)
Reflorestamento	Espécies diversas	Alegre, ES	9,7	Caldeira et al. (2013)
Floresta Ombrófila Mista Montana	Floresta Secundária	General Carneiro, PR	8,0	Caldeira et al. (2013)
Floresta Estacional Semidecidual	Floresta Secundária	Botucatu, SP	6,2	Vital et al. (2004)

Na avaliação do acúmulo de serapilheira por tratamento, as médias calculadas por tratamento nos três anos de estudo demonstraram valores aproximados daqueles apresentados em tipologias florestais diversas como as apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Estimativa da produção de biomassa de serapilheira, em Mg ha^{-1} , no sistema de consórcio entre palmeira juçara em função da espécie florestal utilizada no consórcio

Treatamento	Produção de biomassa de serapilheira em Mg ha^{-1}
Araucária	6,0
Jatobá	8,0
Araribá	8,5
Ipê-tabaco	8,2
Eucalipto	9,1
CV %	27,35

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

Não foram encontrados estudos que indicassem a quantificação do acúmulo de serapilheira das mesmas espécies utilizadas no presente sistema agroflorestal contudo de forma isolada. Schumacher et al. (2004), em estudo de quantificação de serapilheira em Floresta de Araucária com 17 anos, em Pinhal Grande no estado do Rio Grande do Sul (RS), encontraram valores médios de 6,9 Mg ha^{-1} . Backes et al. (2005), em estudo realizado em Floresta Ombrófila Mista, município de São Francisco de Paula, estado do Rio Grande do Sul, relatam volume de serapilheira de 6,0 Mg ha^{-1} .

Para efeito de comparação utilizou-se dados de estudo realizado no Parque Estadual Mata dos Godoy, Estado do Paraná e apresentado por Pimenta et al. (2011) sobre acúmulo de serapilheira em floresta estacional semidecidual. Naquele estudo, o volume de serapilheira foi estimado em 8,2 Mg ha^{-1} , valor muito próximo ao encontrado no consórcio com araribá neste experimento. Utilizou-se também dados de estudo realizado por Caldeira et al. (2020), em áreas com outras leguminosas (*Tephrosia cândida* e *Mimosa velloziana*), que apresentaram valores médios de biomassa de serapilheira variando de 7,66 Mg ha^{-1} a 8,02 Mg ha^{-1} .

O ipê-tabaco, como espécie semidecídua, e que tem os estados do Espírito Santo e Minas Gerais até o norte do Paraná como locais de ocorrência (Lorenzi,

2008), apresentou média de biomassa de serapilheira acumulada $8,5 \text{ Mg ha}^{-1}$, valor próximo daqueles apresentados em estudos com locais e plantas com características semelhantes, não sendo encontrado estudo de acúmulo de serapilheira exclusivo com essa espécie, como no trabalho ora apresentado.

A média de biomassa de serapilheira calculada nas parcelas de palmeira juçara consorciadas com eucalipto, foram as mais expressivas, conforme indicado na Tabela 3. Estudos realizados por Bellote et al. (2008), com eucalipto em diferentes sistemas de manejo de resíduos florestais, apresentaram médias de $9,3 \text{ Mg ha}^{-1}$, aos 36 meses de idade das árvores.

Os SAFs biodiversos estão entre os sistemas produtivos que mais se aproximam das florestas naturais em bom estado de conservação em matéria de provimento de serviços ecossistêmicos e manutenção da taxa de biodiversidade. Portanto, são referências que devem ser cada vez mais adotados e integrados no panorama multifuncional dos sítios e fazendas para o aprimoramento dos processos ecológicos sem perturbar a função produtiva da propriedade rural (Santos, 2017).

Para os teores de macronutrientes, a análise de variância revelou que não houve interação significativa entre época e tratamentos, contudo, observou-se diferença estatística entre as médias quanto a esses fatores. Os teores médios de macronutrientes na serapilheira podem ser observados na Tabela 3, dispostos na seguinte ordem decrescente: $\text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{K} > \text{S} > \text{P}$.

O macronutriente que teve o maior teor médio foi o Nitrogênio, nas três épocas e em todos os tratamentos. Aplicou-se teste de significância para as médias dentro de época e constatou-se que a média da variável N da serapilheira coletada em março de 2017 difere estatisticamente das médias de setembro de 2016 e em janeiro de 2020, sendo encontrado um teor mais elevado na segunda coleta.

Observou-se também que não houve interação significativa e diferença crescente entre as médias desse nutriente, porém, sem diferença estatística quanto a esse nutriente, contudo, esses dados podem ser objeto de estudos futuros. Pela análise de variância constatou-se efeito isolado entre os fatores, sem interação entre eles.

A variação nos teores de nutrientes na serapilheira pode ocorrer para uma mesma espécie, em função do local, das peculiaridades da planta e de cada elemento dentro do espaçamento de plantio iguais (Schumacher et al., 2004).

Resultados de estudos apresentados por Caldeira et al. (2020), em plantios de leguminosas e em área restaurada com espécies nativas da Floresta Atlântica, demonstram médias de teores de macronutrientes na seguinte ordem: $Ca > N > Mg > K > P$, enquanto estudos realizados em áreas com Floresta Atlântica ou em restauração (Caldeira et al., 2013; Godinho et al., 2014; Klippel et al., 2016). A ordem decrescente de grandeza dos teores de macronutrientes em plantios de leguminosas e em área restaurada com espécies nativas da Floresta Atlântica foi $N > Ca > Mg > K > P$, aproximando-se da ordem de grandeza de teores obtidos neste estudo.

Em estudo de caracterização de serapilheira sob solo de cerrado, mata, pinus e eucalipto, Wangen et al. (2013), apresentam a seguinte ordem de grandeza de teores de macronutrientes: $S > N > Ca > Mg > P > K$, demonstrando que pode se inferir que os teores de nutrientes estão estreitamente associados às espécies, às condições ambientais de solo e clima, influenciando no metabolismo da planta e na mobilidade de cada nutriente em seu interior, Caldeira et al. (2010), que se manifestam em aspectos de ciclagem de tais nutrientes.

Conforme mencionam Read e Lawrence (2003), em regiões tropicais observa-se maiores concentrações de N e P na serapilheira na época de maiores índices pluviométrico, possivelmente em consequência da movimentação desses nutrientes na planta na estação seca, ao mesmo tempo em que Macedo et al. (2008) descrevem que ocorrem diferenças no aporte de nutrientes na serapilheira na época de chuva e na seca. Dizem ainda, que na época chuvosa estoques maiores de N são observados na serapilheira em decomposição, ocorrendo o mesmo com o P na época seca.

Quanto ao teor de cálcio, observou-se que as médias em setembro de 2016 e janeiro de 2020, foram iguais estatisticamente. Apresentaram médias maiores com diferença estatística em relação à média de março de 2017. Quanto ao teor de magnésio as médias das avaliações realizadas em março de 2017 e em janeiro de 2020 foram iguais, estatisticamente. Observou-se que a maior média nos teores de magnésio ocorreu em setembro de 2016, estatisticamente diferente das outras duas épocas. Pela análise de variância observou-se diferença significativa nas concentrações de N, P, K, Ca e Mg em função da época e não demonstrou diferença estatística para o S. Segundo Boerger et al. (2005), na fase de senescência as folhas têm mais propensão de conter maiores concentrações

relativas de Ca e Mg quando comparados aos teores de N, P e K, nutrientes que são deslocados pela planta quando expostas a estresse hídrico.

Verificou-se, nas amostras de serapilheira coletadas, variações nos teores de N, P, K, Ca e Mg em função da época de amostragem (Tabela 5). Entre os tratamentos com as espécies florestais utilizadas no consórcio, os teores de N e P apresentaram resultados diferentes, sendo que, de modo geral, os menores teores foram obtidos quando o consórcio foi com o eucalipto (Tabela 5). Os teores de K, Ca, Mg e S não variaram em função do tipo de consórcio utilizado.

Tabela 5. Teores de macronutrientes na serapilheira, em g kg^{-1} de matéria seca, em função da época de amostragem e da espécie utilizada no consórcio com palmeira juçara em Marechal Floriano, estado do Espírito Santo

		N	P	K	Ca	Mg	S
		g kg^{-1} de matéria seca					
Época	Set/2016	11,22 b	0,80 a	1,93 a	8,32 a	3,06 a	1,02 a
	Mar/2017	13,21 a	0,78 a	1,39 b	8,04 a	2,20 b	1,02 a
	Jan/2020	12,46 ab	0,42 b	1,22 b	5,58 b	2,38 b	1,10 a
Tratam.	Araucária	13,12 a	0,78 a	1,77 a	7,11 a	2,78 a	1,15 a
	Jatobá	11,67 ab	0,68 ab	1,43 a	7,85 a	2,45 a	1,02 a
	Araribá	13,14 a	0,65 ab	1,56 a	8,23 a	2,59 a	1,05 a
	Ipê-tabaco	12,55 ab	0,67 ab	1,34 a	6,60 a	2,55 a	1,05 a
	Eucalipto	10,99 b	0,58 b	1,47 a	6,77 a	2,37 a	0,94 a
	Média	12,29	0,67	1,51	7,31	2,55	1,05
	CV (%)	13,87	21,38	31,51	23,75	22,44	21,66

Médias seguidas por letras diferentes para as épocas e os tratamentos, na coluna, diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

Com relação aos teores de micronutrientes na serapilheira, a análise de variância revelou que não houve interação significativa entre época e tratamentos. Observou-se efeito isolado quanto ao fator época, com exceção para o Zn (Tabela 4). Quanto aos tratamentos ocorreu o inverso, ou seja, apenas o Zn apresentou diferença estatística entre as médias, sendo as médias do ipê-tabaco diferente estatisticamente do eucalipto, enquanto as médias da araucária, jatobá e araribá não apresentaram diferença estatística entre si.

Constatou-se que entre as médias dos teores de Manganês não apresentaram diferença estatística dentro dos fatores em estudo.

Os aportes médios de micronutrientes na serapilheira estudada ocorreram em ordem decrescente Fe > Mn > Zn > B > Cu > Ni > Mo (Tabela 6 e 7).

Tabela 6. Teores de micronutrientes na serapilheira, em mg kg⁻¹ de matéria seca, em função da época de amostragem e da espécie utilizada no consórcio com palmeira juçara em Marechal Floriano, estado do Espírito Santo

		Fe	Mn	B	Cu	Ni	Zn
		mg kg ⁻¹ de matéria seca					
Época	Set/2016	5811 a	55,18 a	42,49 a	20,22 a	3,53 a	35,15 a
	Mar/2017	4749 a	52,93 a	28,79 b	15,33 b	2,44 b	34,25 a
	Jan/2020	1909 b	49,86 a	24,65 b	14,99 b	1,50 c	33,66 a
Tratam.	Araucária	5017 a	55,75 a	36,18 a	18,94 a	2,95 a	35,78 ab
	Jatobá	4413 a	54,42 a	35,47 a	18,29 a	2,58 a	32,48 ab
	Araribá	3735 a	51,65 a	30,54 a	17,52 a	2,36 a	33,36 ab
	Ipê-tabaco	3819 a	51,16 a	30,19 a	16,03 a	2,34 a	41,87 a
	Eucalipto	3797 a	50,31 a	27,49 a	13,46 a	2,22 a	28,29 b
	Média	4157	52,65	32,31	16,84	2,49	34,35
	CV %	45,27	22,80	34,03	30,08	42,15	25,94

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

Tabela 7. Teores de molibdênio na serapilheira, em mg kg⁻¹ de matéria seca, em função da época de amostragem e da espécie utilizada no consórcio com palmeira juçara em Marechal Floriano, estado do Espírito Santo

Tratamento	Época		
	Set/2016	Mar/2017	Jan/2020
Araucária	0,19 Aa	0,18 Aa	0,34 Aa
Jatobá	0,20 Aa	0,15 Aa	0,28 Aa
Araribá	0,28 Aa	0,24 Aa	0,17 Aa
Ipê-tabaco	0,24 Aa	0,21 Aa	0,18 ABa
Eucalipto	0,24 Aa	0,17 Aa	0,04 Bb
	CV%	45,17	

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

Quanto ao Molibdênio ocorreu interação entre os fatores, somente em janeiro de 2020. Observou-se que no tratamento com o eucalipto o teor de molibdênio apresentou a menor média em relação aos demais tratamentos, os quais não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 7).

Estudos de teores de micronutrientes em SAFs de palmeira juçara com espécies arbóreas e café não foram encontrados. Comparando a ordem de aporte médio destes nutrientes encontrada na serapilheira neste estudo diferiu daqueles encontrados por Wangen et al. (2013), em serapilheira de solos sob vegetação de cerrado, de mata, de pinus e de eucalipto que, em geral foi $Fe > Mn > B > Zn > Cu$. Diferiu também da ordem encontrada por Caldeira et al. (2007) em uma Floresta Ombrófila Mista Montana no município de General Carneiro, RS, foi: $Fe > Mn > Zn > B > Cu$, assim como da ordem encontrada por Godinho et al. (2014) em trecho de floresta estacional semidecidual submontana, em Cachoeiro de Itapemirim (ES) que foi: $Fe > Mn > Zn > B > Cu$.

Segundo Wangen et al. (2013), os níveis de nutrientes na serapilheira sofrem influência, dentre outros fatores, da constituição delas (folhas, ramos, cascas, etc), e da composição florística, considerando que a quantidade e o tipo de elementos acumulados variam com a parte da planta e espécie, assim como a mobilidade de cada elemento no floema e com a época de coleta da serapilheira (estação chuvosa e seca). Explicam que os elementos apresentam diferença de mobilidade, movendo-se com maior facilidade para as partes jovens da planta, anteriormente a senescência, ou são lixiviados com maior facilidade após senescência, em comparação a outros menos móveis.

Os teores elevados de Fe na serapilheira, em relação aos outros micronutrientes podem ser explicados, basicamente, pela possível presença de partículas de solo com altos teores desse elemento junto à serapilheira ou ainda pelos seus maiores teores médios nas folhas, comparadas a outras partes da planta, como casca, galhos e madeira (Caldeira et al., 2007, 2008), uma vez que o material analisado, visivelmente, continha mais folhas. Estudo desenvolvido por Caldeira et al. (2013), com biomassa e nutrientes da serapilheira em diferentes coberturas vegetais, sendo elas em mata nativa; Reflorestamento com eucalipto e acácia; Reflorestamento com espécies diversas, o teor médio de Fe foi de 4.566,35 $mg\ kg^{-1}$, enquanto nesse estudo foi de 4.156,23 $mg\ kg^{-1}$, considerando épocas secas e chuvosas.

Estudo realizado por Wangen et al. (2013), de composição química de serapilheira sob vegetação de cerrado, mata, pinus e eucalipto, na região do Triângulo Mineiro, apresentou média de teor Fe na ordem de 21.169,60 mg kg⁻¹, valor muito superior aos teores dos estudos apresentados anteriormente.

Mesmo não apresentando diferença estatística entre as três coletas, os mais altos teores de Mn, com médias de 52 mg kg⁻¹, somente inferiores ao teor de Fe, podem ser explicados com base à sua mobilidade na planta, mesmo após a senescência (Kirkbi e Römheld, 2007), assim como, ao seu elevado teor nas folhas de algumas espécies, de acordo com Caldeira et al. (2008). Caldeira et al. (2013) e Wangen et al. (2013) nos estudos citados acima, demonstraram médias de manganês com valores de 107,2 mg kg⁻¹ e 475,42 mg kg⁻¹, muito superiores das médias calculada neste estudo, que foi mais de duas vezes menos que um e mais de nove vezes que o outro.

O terceiro micronutriente com maior teor na serapilheira foi o boro, o que pode estar relacionado à imobilidade desse elemento ou mobilidade limitada no tecido vegetal, o que pode favorecer seu acúmulo, sobretudo, nas folhas mais velhas, conforme análises de Caldeira et al. (2007) e Kirkbi e Römheld (2007). Não se observou interação, mas houve efeito isolado para época, sendo a maior média obtida no período mais seco de 52,29 mg kg⁻¹. Esse teor de boro ficou próximo ao encontrado em estudos desenvolvidos por Caldeira et al. (2020), com serapilheira e nutrientes acumulados sobre o solo em plantios de leguminosas e em área restaurada com espécies nativas da Floresta Atlântica, que foi de 60,9 mg kg⁻¹.

Sob outra perspectiva, o Zn, que é considerado de baixa mobilidade (Kirkby e Römheld, 2007), ocorreu em maiores teores, em relação ao B. Não apresentou interação significativa, contudo, diferentemente deste, suas médias não apresentaram diferença estatística para épocas e diferiu estatisticamente quanto aos tratamentos. Enquanto Caldeira et al. (2020), demonstram teor médio de 26 mg kg⁻¹, e Wangen et al. (2013) estimou em 23,15 mg kg⁻¹ o teor médio de zinco, o presente estudo obteve média de 34,47 mg kg⁻¹ desse nutriente.

O Cobre que é considerado relativamente pouco móvel no tecido vegetal foi o micronutriente que apresentou a mais baixa concentração na serapilheira, como considerou Kirkbi e Römheld (2007), sendo somente maior que o Ni. É provável que o mesmo mostre mobilidade maior na senescência, ou que ocorra teores mais baixos nos órgãos das plantas que compõem a serapilheira.

Confrontando as médias dos teores de cobre apresentados por Wangen et al. (2013) e Caldeira et al. (2020), observou-se que nos estudos realizados pelos dois autores, o teor médio de cobre foi o nutriente com o menor valor, 11,95 mg kg⁻¹ e 10,96 mg kg⁻¹, respectivamente, valores inferiores à 16,85 mg kg⁻¹ do presente estudo.

Quanto ao Ni, não se encontrou trabalhos com teores desse nutriente para comparações. Não apresentou interação, tendo ocorrido efeito isolado entre as épocas, sendo as três diferentes estatisticamente entre si e a época mais seca com a maior média.

CONCLUSÕES

O acúmulo de serapilheira mostrou-se variável nas diferentes épocas do ano, ocorrendo maior acúmulo na época mais seca e de menor temperatura do ar.

A serapilheira em sistema agroflorestal de palmeira juçara com espécies arbóreas apresentou teores médios de nutrientes na seguinte ordem: N > Ca > Fe > Mg > K > S > P > Mn > Zn > B > Cu > Ni > Mo.

Os teores de Mn e Mo não apresentaram diferenças entre si nas diferentes épocas e tratamentos, enquanto B, Ni e Zn, não apresentaram diferença estatística entre si quanto aos tratamentos.

O tipo de consórcio não influenciou nos teores de potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, boro, cobre, manganês, molibdênio, níquel da serapilheira acumulada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdo, M.T.V.N., Valeri, S.V., Martins, A.L.M. (2008) Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. *Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária*, 12:50-59.
- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., Sparovek, G. (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22 (6):711-728.

- Arato, G.D., Martins, S.V., Ferrari, S.H. de S. (2003) Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. *Revista Árvore*, 27:715-721.
- Ashford, O.S., Foster, W.A., Turner, B.L., Sayer, E.J., Sutcliffe, L., Tanner, E.V.J. (2013) Litter manipulation and the soil arthropod community in a lowland tropical rainforest. *Soil Biol. Biochem.* 62:5-12.
- Backes, A., Prates, F.L., Viola, M.G. (2005) Produção de serapilheira em Floresta Ombrófila Mista, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, 19 (1):155-160.
- Bauer, D., Santos, E.L., Schimitt, J.L. (2016) Avaliação da decomposição de serapilheira em dois fragmentos de Caatinga no Sertão Paraibano. *Pesquisas, Botânica*, 69:307-318.
- Bellote, A.F.J., Dedecek, R.A., Silva, H.D. (2008) Nutrientes minerais, biomassa e deposição de serapilheira em plantio de *Eucalyptus* com diferentes sistemas de manejo de resíduos florestais. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 56:31-41.
- Boerger, M.R.T., Wisniewski, C., Reissmann, C.B. (2005) Nutrientes foliares de espécies arbóreas de três estádios sucessionais de floresta ombrófila densa no sul do Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, 19 (1):167-181.
- Cabianchi, G.M. (2010). *Ciclagem de nutrientes via serapilheira em um fragmento ciliar do rio Urupá, Rondônia*. Dissertação (Mestrado em Ciência) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, 101p.
- Caldeira, M.V.W., Marques, R., Soares, R.V., Balbinot, R. (2007) Quantificação de serrapilheira e de nutrientes: floresta ombrófila mista Montana – Paraná. *Revista Acadêmica*, 5 (2):101-116.
- Caldeira, M.V.W., Schumacher, M.V., Vieira, M., Gonçalves, E.O., Godinho, T.O. (2010) Ciclagem de nutrientes, via deposição e acúmulo de serapilheira, em ecossistemas florestais. In: Chichorro, J.F., Garcia, G.O., Bauer, M.O., Caldeira, M.V.W. (eds.) *Tópicos em ciências florestais*. Visconde do Rio Branco: Suprema, cap.2, p.57-82.
- Caldeira, M.V.W., Silva, R.D., Kunz, S.H., Zorzanelli, J.P.F., Castro, KC, Godinho, TO. (2013) Biomassa e nutrientes da serapilheira em diferentes coberturas florestais. *Comunicata Scientiae*, 4 (2):111-119.
- Caldeira, M.V.W., Sperandio, H.V., Godinho, T. de O., Klippel, V.H., Delarmelina, W.M., Gonçalves, E. de O., Trazzi, P.A. (2020) Serapilheira e nutrientes acumulados sobre o solo em plantios de leguminosas e em área restaurada com espécies nativas da Floresta Atlântica. *Adv. For. Sci.* 7:961-971.
- Caldeira, M.V.W., Vitorino, M.D., Shaadt, S.S., Moraes, E., Balbinot, R. (2008) Quantificação de serrapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. *Ciências Agrárias*, 29 (1):53-68.

- Costa, C. C. A., Camacho, R. G.V., Macedo, I.D., Silva, P.C.M. (2010) Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na FLONA de Açú-RN. *Revista Árvore*, 34 (2):259-265.
- Cunha, G.M., Tintori, J.L., Moreira, G.R., Silva, D.M., Pivattto, G.L. (2018) Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em Sistema Agroflorestal com cafeeiro no Sul do Estado do Espírito Santo. *Cadernos de Agroecologia*, 13 (1):1-5.
- Cunha Neto, F.V., Leles, P.S.S., Pereira, M.G., Bellumath, V.G.H., Alonso, J.M. (2013) Acúmulo e decomposição da serapilheira em quatro formações florestais. *Ciência Florestal*, 23 (3):379-387.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2006) Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro, 306p.
- Ewert, M., Venturieri, G.A., Steenbock, W., Seoane, C.E.S. (2016) Sistemas agroflorestais multiestratos e a legislação ambiental brasileira: desafios e soluções. *Desenvolvimento e Meio ambiente*, 36:95-114.
- Figueiredo Filho, A., Moraes, G.F., Schaaf, L.B., Figueiredo, D.J. (2003) Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma floresta ombrófila mista localizada no sul do Paraná. *Ciência Florestal*, 13 (1):11-18.
- Godinho, T. de O., Caldeira, M.V.W., Caliman, J.P., Prezotti, L.C., Watzlawick, L.F., Azevedo, H.C.A., Rocha, J.H.T. (2013) Biomassa, macronutrientes e carbono orgânico na serapilheira depositada em trecho de floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. *Scientia Forestalis*, 41 (97):131-144.
- Godinho, T. de O., Caldeira, M.V.W., Rocha, J.H.T., Caliman, J.P., Trazzi, P.A. (2014) Quantificação de biomassa e nutrientes na serapilheira acumulada em trecho de floresta estacional semidecidual submontana, ES. *Cerne*, 20 (1):11-20.
- Gonçalves, M.A.M. (2008) *Avaliação da serapilheira em fragmento de floresta atlântica no sul do estado do Espírito Santo*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Vitória – ES, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Alegre, 85p.
- Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (2019) *Dados médios da série histórica da estação meteorológica localizada no município de Domingos Martins/ES*. Vitória: Incaper. https://meteorologia.incaper.es.gov.br/graficos-da-serie-historica-domingos_martins em 10/02/2020 página mantida pela Incaper.
- Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (2020) *Dados médios da série histórica da estação meteorológica localizada no município de Domingos Martins/ES*. Vitória: Incaper. https://meteorologia.incaper.es.gov.br/graficos-da-serie-historica-domingos_martins em 10/05/2020 página mantida pela Incaper.

- Kirkby, E.A., Römheld, V. (2007) Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções absorção e mobilidade. *Informações Agronômicas*, 118:1-24.
- Klippel, V.H., Pezzopane, J.E.M., Caldeira, M.V.W., Silva, G.F. da, Castro, K.C. (2016) Acúmulo de serapilheira e nutrientes em área com diferentes metodologias de restauração florestal. *Comunicata Scientiae*, 7 (2):241-250.
- Lorenzi, H. (2008) *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v.1, 385p.
- Macedo, M.O., Resende, A.S., Garcia, P.C., Boddey, R.M., Jantalia, C.P., Urquiaga, S. (2008) Changes in soil C and N stocks and nutrient dynamics 13 years after recovery of degraded land using leguminous nitrogen-fixing trees. *For. Ecol. Manag.* 255 (5/6):1516-1524.
- O'Connell, A.M., Sankaran, K.V. (1997) Organic matter accretion, decomposition and mineralisation. In: Nambiar, E.K.S., Brown, A.G. (eds.) *Management of soil, nutrients and water in tropical plantations forests*. Canberra: ACIAR; Melbourne: CSIRO, p.443-480.
- Pimenta, J.A., Rossi, L.B., Torezan, J.M.D., Cavalheiro, A.L., Bianchini, E. (2011) Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de um reflorestamento e de uma floresta estacional semidecidual no sul do Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, 25 (1):53-57.
- Read, L., Lawrence, D. (2003) Litter nutrient dynamics during succession in dry tropical forest of the Yucatan: regional and seasonal effects. *Ecosystems*, 6 (8):747-761.
- Rebêlo, A.G. de M., Capucho, H.L.V., Pauletto, D., Paiva Neto, V. (2016) Acúmulo de serapilheira em três sistemas agroflorestais no oeste do Pará. *Anais do Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais*, 10, Belém: UFPA, p.1-3.
- Santos, P.Z.F. (2017). *O potencial dos sistemas agroflorestais para o incremento da biodiversidade e provisão de serviços ecossistêmico na Mata Atlântica*. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Rio de Janeiro – RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, 57p.
- Schumacher, M.V., Brun, E.J., Hernandez, J.I., König, F.G. (2004). Produção de serapilheira em uma Floresta de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande-RS. *Árvore*: 28:29-37.
- Souza, M.C.S. de, Piña-Rodrigues, F.C.M. (2013) Desenvolvimento de espécies arbóreas em sistemas agroflorestais para recuperação de áreas degradadas na floresta ombrófila densa, Paraty, RJ. *Revista Árvore*, 37 (1):89-98.
- Villa, E.B., Pereira, M.G., Alonso, J.M., Beutler, S.J., Leles, P.S.D.S. (2016) Aporte de serapilheira e nutrientes em área de restauração florestal com diferentes espaçamentos de plantio. *Floresta e Ambiente*, 23 (1):90-99.

- Vital, A.R.T., Guerrini, I.A., Franken, W.K., Fonseca, R.C.B. (2004) Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. *Revista Árvore*, 28:793-800.
- Wangen, D.R.B., Castilhano Neto, A., Shimamoto, G.F., Duarte, I.N., Almeida, R.F. (2013) Caracterização química de serapilheira de solos sob vegetação de cerrado, mata, pinus e eucalipto. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, 9 (17):618.
- Wedderburn, M.E., Carter, J. (1999) Litter decomposition by four functional tree types for use in silvopastoral systems. *Soil Biol. Biochem.* 31 (1):455-461.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

A palmeira juçara (*Euterpe edulis* Martius) nativa da Floresta Atlântica, tem se tornado uma espécie de enorme relevância nos manejos produtivos agroflorestais, sobretudo, nas pequenas propriedades, como fonte de geração de renda para os agricultores familiares de várias regiões do Brasil, com a possibilidade de recuperação ambiental, seja nas Áreas de Preservação Permanente ou na Reserva Legal, e ainda como estratégia de diversificação da produção. Devido ao seu alto valor ecológico-econômico tem sido objeto de pesquisas, como forma de se conhecer melhor sobre seu cultivo, considerando suas exigências com relação à luminosidade, umidade relativa do ar e alta disponibilidade de água. Nesse cenário, foram desenvolvidos três estudos com o objetivo de produzir informações quanto ao crescimento, aspectos fisiológicos, composição mineral das palmeiras juçara, produção de serapilheira e sua composição mineral em Sistema Agroflorestal de palmeira juçara com espécies arbóreas e café arábica. No primeiro estudo, objetivou-se avaliar as variáveis biométricas das plantas de palmeira juçara por meio de avaliações semestrais, dos 6 aos 24 meses de idade, em Sistema Agroflorestal de juçara com espécies arbóreas e café. Foi avaliado o diâmetro de coleto, altura, diâmetro de copa, número de folhas, número de plantas e taxa de sobrevivência. As palmeiras dos seis aos 24 meses do plantio tiveram um incremento médio de 11,13 mm no diâmetro de coleto e que o araribá apresentou a maior média e o eucalipto a menor média dessa variável, 18,40 mm e 14,23 mm, respectivamente. Nas médias de

altura dentro de idade, a média das plantas aos 24 meses foi de 24,71 cm, diferente estatisticamente das demais idades que não apresentaram diferença entre si. As médias de altura nos cinco tratamentos foram iguais estatisticamente. As médias de diâmetro de copa das plantas foram de 38,55 cm, 41,09 cm, 58,74 cm e 75,19 cm, aos 6, 12, 18 e 24 meses, respectivamente. As palmeiras do tratamento araribá apresentou a maior média do diâmetro de copa com 61,05 cm e o eucalipto, a menor, com 46,80 cm. Quanto ao número de folhas, a maior média foi aos 24 meses, 3,27 folhas/planta; as demais médias foram iguais estatisticamente. Nos tratamentos o jatobá diferiu da araucária pelo teste de significância, sendo as demais médias sem diferença estatística. As médias do número de plantas por parcela diminuíram ao longo dos 24 meses. A maior taxa de sobrevivência foi do eucalipto, com 83,46% e a menor foi do ipê-tabaco, com 47,50% sendo que o Jatobá, araribá e ipê-tabaco apresentaram maior desenvolvimento, enquanto o eucalipto, a maior taxa de sobrevivência. No segundo estudo, objetivou-se avaliar os aspectos fisiológicos do crescimento vegetal e o estado nutricional das palmeiras juçara. As variáveis observadas foram: concentração interna de carbono, condutância estomática, taxa de fotossíntese líquida, taxa de transpiração e eficiência no uso da água (A/E), realizadas aos 18 e 24 meses após o plantio. Para as variáveis C_i e g_s houve interação entre os fatores de tratamento e época em que apenas o ipê-tabaco não apresentou diferença da concentração interna de CO_2 nas plantas de juçara analisadas. Para os demais tratamentos, a C_i verificada no mês de março de 2020 foi maior que a de setembro de 2019. Para as variáveis A , E e A/E não houve interação, mas efeito isolado do fator época. A concentração interna de carbono, taxa de fotossíntese líquida, a taxa de transpiração e condutância estomática de plantas de juçara aumentou com o acréscimo da disponibilidade hídrica, sendo que os tratamentos com araribá e ipê-tabaco apresentaram de forma geral, os melhores resultados. O tratamento com ipê-tabaco apresentou o melhor estado nutricional, considerando conjuntamente todos os nutrientes avaliados, sendo que as avaliações conjuntas de janeiro de 2020 apresentaram resultados superiores às avaliações de setembro de 2019. Na composição mineral dos folíolos das palmeiras, os macronutrientes foram encontrados na seguinte ordem decrescente: $N > K > Ca > S > Mg > P$ e os Micronutrientes: $Fe > Zn > Mn > Cu > Ni > Mo$. No terceiro estudo, objetivou-se avaliar a deposição, o acúmulo da serapilheira e os nutrientes nela contidos. O

acúmulo de serapilheira mostrou-se variável no tempo, com maior volume ocorrendo no mês mais seco e de menor temperatura média do ar, contendo 11,37 Mg ha⁻¹, com média de 8,0 Mg ha⁻¹ de serapilheira nos três anos de coleta. Na composição mineral da serapilheira os teores de nutrientes foram encontrados na seguinte ordem decrescente: N > Ca > Fe > Mg > K > S > P > Mn > Zn > B > Cu > Ni > Mo.

As principais conclusões retiradas dos trabalhos foram:

- a) As palmeiras juçara possuem crescimento lento, respondendo de maneira diferente às condições de sombreamento impostas, embora as médias de altura não diferiram estatisticamente.
- b) As plantas submetidas ao tratamento com eucalipto tiveram a maior taxa de sobrevivência, 82,46% e as do tratamento com ipê-tabaco a menor, 42,19%.
- c) Embora as plantas dos diferentes tratamentos não tenham diferença significativa na altura, as plantas consorciadas com araribá tiveram a maior média de diâmetro de coleto e diâmetro de copa.
- d) As plantas consorciadas com jatobá tiveram a maior média de números de folhas.
- e) Ocorreu diferenças nas concentrações internas do carbono, na condutância estomática e na taxa de fotossíntese líquida de plantas de juçara em função do consórcio utilizado.
- f) Os teores de N, P, Ca, Mg e Mn variaram nas folhas de juçara em função do consórcio utilizado.
- g) O acúmulo de serapilheira mostrou-se variável nas diferentes épocas do ano, ocorrendo maior acúmulo na época de mais seca e de menor temperatura do ar.
- h) A serapilheira em Sistema Agroflorestal de palmeira juçara com espécies arbóreas apresentou teores médios de nutrientes na seguinte ordem decrescente: N > Ca > Fe > Mg > K > S > P > Mn > Zn > B > Cu > Ni > Mo.
- i) Os teores de Mn e Mo não apresentaram diferenças entre si nas diferentes épocas e tratamentos, enquanto B, Ni e Zn, não apresentaram diferença estatística entre si, quanto aos tratamentos.

- j) O tipo de tratamento não influenciou nos teores de potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, boro, cobre, manganês, molibdênio, níquel da serapilheira acumulada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdo, M.T.V.N., Valeri, S.V., Martins, A.L.M. (2008) Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. *Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária*, 12:50-59.
- Al-Jaber, N.A., Awaad, A.S., Moses, J.E. (2011) Review on some antioxidant plants growing in Arab world. *J. Saudi Chem. Soc.* 15:293-307.
- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., Sparovek, G. (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22 (6):711-728.
- Andrade, J.C.P. (2015) Manejo florestal no estado do Espírito Santo: o cultivo da palmeira Juçara (*Euterpe edulis*) como alternativa econômica e ambiental. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 79p.
- Andrade, J.C.P., Marques, A.C., Barbosa, C.R., Leite, T. (2014) *Plano de negócios para o fruto da palmeira Juçara (Euterpe edulis)*. Vitória: Projeto Corredores Ecológicos, Trabalho não publicado.
- Arato, G.D., Martins, S.V., Ferrari, S.H. de S. (2003) Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. *Revista Árvore*, 27:715-721.
- Ashford, O.S., Foster, W.A., Turner, B.L., Sayer, E.J., Sutcliffe, L., Tanner, E.V.J. (2013) Litter manipulation and the soil arthropod community in a lowland tropical rainforest. *Soil Biol. Biochem.* 62:5-12.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2013) *NBR 16202: postes de eucalipto preservado para redes de distribuição*. Rio de Janeiro, 65p.

- Backes, A., Prates, F.L., Viola, M.G. (2005) Produção de serapilheira em Floresta Ombrófila Mista, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, 19 (1):155-160.
- Barroso, R.M. (2009) *Aspectos etnobotânicos e etnoecológicos da palmeira juçara (Euterpe Edulis Martius) e a produção de frutos e polpa em quintais de comunidades quilombolas do Vale do Ribeira, SP*. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Florianópolis – SC, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 98p.
- Barroso, R.M., Klier, V.A., Hanazaki, N.A. (2010) Palmeira-juçara (*Euterpe edulis* Mart.) em quintais quilombolas do Vale do Ribeira: manejo de populações e produção de frutos e polpa. In: Silva, R.B., Ming, L.C. (orgs.) *Polo de biotecnologia da Mata Atlântica: relatos de pesquisa e outras experiências vividas no vale do Ribeira*. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel, p.125-138.
- Bartels, D., Sunkar, R. (2005) Drought and salt tolerance in plants. *Crit. Rev. Plant Sci.* 24 (1):23-58.
- Bauer, D., Santos, E.L., Schimitt, J.L. (2016) Avaliação da decomposição de serapilheira em dois fragmentos de Caatinga no Sertão Paraibano. *Pesquisas, Botânica*, 69:307-318.
- Bel, V.A.J.E. (1992) Mechanism of sugar transfer. In: Baker, N.R., Thomas, H. (eds.) *Crop photosynthesis*. Amsterdam: Elsevier Science, p.177-211.
- Bellote, A.F.J., Dedecek, R.A., Silva, H.D. (2008) Nutrientes minerais, biomassa e deposição de serapilheira em plantio de *Eucalyptus* com diferentes sistemas de manejo de resíduos florestais. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 56:31-41.
- Boerger, M.R.T., Wisniewski, C., Reissmann, C.B. (2005) Nutrientes foliares de espécies arbóreas de três estádios sucessionais de floresta ombrófila densa no sul do Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, 19 (1):167-181.
- Boland, D., Brooker, M.H., Chippendale, G.M., Hall, N., Hyland, B.P.M., Johnston, R.D., Kleining, D.A., McDonald, M.W., Turner, J.D. (2006) *Forest trees of Australia*. Melbourne: CSIRO, 736p.
- Borges, C.C. (2008) *Potencial de uso de cruzetas de madeira tratada*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Curitiba – PR, Universidade Federal do Paraná – UFPR, 107p.
- Borges, G. da S.C., Gonzaga, L.V., Jardini, F.A., Mancini Filho, J., Heller, M., Micke, G., Costa, A.C.O., Fett, R. (2013) Protective effect of *Euterpe edulis* M. on Vero cell culture and antioxidant evaluation based on phenolic composition using HPLC–ESI–MS/MS. *Food Res. Int.* 51:363-369.
- Bourscheid, K., Siminski, A., Fantini, A.C., Mac Fadden, J. (2011) *Euterpe edulis* – palmito juçara. In: Coradin, L., Siminski, A., Reis, A. (eds.) *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro - região sul*. Brasília: MMA, p.179-183.

- Bovi, M.L.A., Godoy G. Jr., Sães, L.A. (1988) Pesquisas com os gêneros *Euterpe* e *Bactris* no Instituto Agronômico de Campinas. *Encontro Nacional de Pesquisadores em Palmito*, 1, Curitiba: Embrapa-CNPQ, p.1-18.
- Bovi, M.L.A., Godoy G. Jr., Sães, L.A., Mori, E.E.M. (1992) *Subsídios para o sistema de manejo auto-sustentado do palmito*. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 25p.
- Brasil (2000) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 01, de 07 de janeiro de 2000. Aprova o regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. *Diário Oficial da União*, Brasília, 10 jan. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/vigilancia-agropecuaria/ivegetal/bebidas-arquivos/in-no-1-de-7-de-janeiro-de-2000.doc/view> em 10/02/2020 página mantida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Brasil (2005) Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria de Desenvolvimento Territorial *Marco referencial para apoio ao desenvolvimento de territórios rurais*. Brasília, 30p.
- Brasil (2006) Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 22 dez. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm em 10/02/2020 página mantida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Brasil (2008) Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008. Lista Nacional das Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção. *Diário Oficial da União*, 185:75-83.
- Brasil (2009) Instrução Normativa nº 5. Procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das áreas de preservação permanentes e da reserva legal. *Diário Oficial da União*, 172:65-66.
- Brasil (2012) Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 28 maio, p.1.
- Cabianchi, G.M. (2010). *Ciclagem de nutrientes via serapilheira em um fragmento ciliar do rio Urupá, Rondônia*. Dissertação (Mestrado em Ciência) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, 101p.
- Caldeira, M.V.W., Chitolina, P.C., Selle, G.L., Oliveira, O.S., Watzlawick, L.F. (1996) Efeito de diferentes níveis de sombreamento no palmito em viveiro. *Agropecuária Catarinense*, 9 (1):36-37.

- Caldeira, M.V.W., Marques, R., Soares, R.V., Balbinot, R. (2007) Quantificação de serrapilheira e de nutrientes: floresta ombrófila mista Montana – Paraná. *Revista Acadêmica*, 5 (2):101-116.
- Caldeira, M.V.W., Schumacher, M.V., Vieira, M., Gonçalves, E.O., Godinho, T.O. (2010) Ciclagem de nutrientes, via deposição e acúmulo de serapilheira, em ecossistemas florestais. *In: Chichorro, J.F., Garcia, G.O., Bauer, M.O., Caldeira, M.V.W. (eds.) Tópicos em ciências florestais*. Visconde do Rio Branco: Suprema, cap.2, p.57-82.
- Caldeira, M.V.W., Silva, R.D., Kunz, S.H., Zorzanelli, J.P.F., Castro, KC, Godinho, TO. (2013) Biomassa e nutrientes da serapilheira em diferentes coberturas florestais. *Comunicata Scientiae*, 4 (2):111-119.
- Caldeira, M.V.W., Sperandio, H.V., Godinho, T. de O., Klippel, V.H., Delarmelina, W.M., Gonçalves, E. de O., Trazzi, P.A. (2020) Serapilheira e nutrientes acumulados sobre o solo em plantios de leguminosas e em área restaurada com espécies nativas da Floresta Atlântica. *Adv. For. Sci.* 7:961-971.
- Caldeira, M.V.W., Vitorino, M.D., Shaadt, S.S., Moraes, E., Balbinot, R. (2008) Quantificação de serrapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. *Ciências Agrárias*, 29 (1):53-68.
- Camargos, J.A.A., González, J.C. (2001) A colorimetria aplicada como instrumento na elaboração de uma tabela de cores de madeira. *Brasil Florestal*, 20 (71):30-41.
- Campanili, M., Prochnow, M. (2006) *Mata Atlântica: uma rede pela floresta*. Brasília: RMA, 322p.
- Campanili, M., Schaffer, W.B. (2010) *Mata Atlântica: manual de adequação ambiental*. Brasília: MMA/SBF, 96p.
- Campostrini, E., Yamanishi, O.K. (2001) Influence of mechanical root restriction on gas-exchange of four papaya genotypes. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 13 (2):129-138.
- Cardoso, A.L., Di Pietro, P.F., Vieira, F.G.K., Boaventura, B.C.B., Liz, S. de, Borges, G. da S.C., Fett, R., Andrade, D.F. de, SILVA, E.L. da (2015) Acute consumption of juçara juice (*Euterpe edulis*) and antioxidant activity in healthy individuals. *J. Funct. Foods*, 17:152-162.
- Cardoso, L.M., Leite, J.P.V., Peluzio, M. do C.G. (2011) Efeitos biológicos das antocianinas no processo aterosclerótico. *Revista Colombiana de Ciências Químico Farmacêuticas*, 40:116-138.
- Carvalho, P.E. (1993) *Silvicultura de espécies nativas do Brasil*. Curitiba: Embrapa, 705p.

- Castro, E.R., Galetti, M. (2004) Frugivoria e dispersão de sementes pelo lagarto *teiú Tupinambis merianae* (Reptilia: Teiidae). *Papéia Avulsos de Zoologia*, 44 (6):91-97.
- Centro Nacional de Conservação da Flora (2012) *Euterpe edulis Mart.* <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Euterpe%20edulis> em 10/05/2019 página mantida pelo Centro Nacional de Conservação da Flora.
- Chaves, M.M., Flexas, J., Pinheiro, C. (2009) Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Ann. Bot.* 103:551-560.
- Clarke, B., Mcleod, I., Vercoe, T. (2009) *Trees for farm forestry: 22 promising species*. Canberra: Rural Industries Research and Development Corporation, 239p.
- Coleta de sementes na Austrália, de espécies/procedências selecionadas de Eucalyptus, para melhoramento e conservação genética (1982). Belo Horizonte: PNPf; Brasília: Embrapa, 104p.
- Companhia Nacional de Abastecimento (2013) *Conjuntura mensal: juçara (fruto)*. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 4p.
- Companhia Nacional de Abastecimento (2015) *Proposta de preços mínimos safra 2015/2016: produtos da sociobiodiversidade*. Brasília, v.2, 159p.
- Companhia Nacional de Abastecimento (2016) *Conjuntura mensal: juçara (fruto)*. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 4p.
- Companhia Nacional de Abastecimento (2019) *Boletim da sociobiodiversidade*. Brasília, v.3, 56p.
- Conte, R., Fantini, A.C., Nodari, R.O., Reis, A., Guera, M.P. (1999) Manejo do palmitreiro. *In: Reis, A., Reis, M.S. (eds.) Euterpe edulis Martius: biologia, conservação e manejo sustentado*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, p.48-52.
- Corner, E.J.H. (1966) *The natural history of palms*. Berkeley: University of Berkeley, 404p.
- Costa, C.C.A., Camacho, R.G.V., Macedo, I.D., Silva, P.C.M. (2010) Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na FLONA de Açú-RN. *Revista Árvore*, 34 (2):259-265.
- Costa, E.A.D., Gonçalves, C., Moreira, S.R., Corbellini, L.M. (2008) Produção de polpa e sementes de palmeira juçara: alternativa de renda para a mata atlântica. *Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária*, 1 (2):61-66.
- Cravo Filho, R.F., Navas, R., Gonçalves, E.M. (2017) Características físico-químicas e fenóis totais em frutos de juçara em diferentes condições ambientais. *Revista Agro@ambiente On-Line*, 11 (4):331-335.

- Cunha, G.M., Tintori, J.L., Moreira, G.R., Silva, D.M., Pivattto, G.L. (2018) Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em Sistema Agroflorestal com cafeeiro no Sul do Estado do Espírito Santo. *Cadernos de Agroecologia*, 13 (1):1-5.
- Cunha Junior, L.C., Nardini, V., Khatiwada, B.P., Teixeira, G.H. de A., Walsh, K.B. (2015) Classification of intact açai (*Euterpe oleracea* Mart.) and juçara (*Euterpe edulis* Mart) fruits based on dry matter content by means of near infrared spectroscopy. *Food Control*, 50:630-636.
- Cunha Neto, F.V., Leles, P.S.S., Pereira, M.G., Bellumath, V.G.H., Alonso, J.M. (2013) Acúmulo e decomposição da serapilheira em quatro formações florestais. *Ciência Florestal*, 23 (3):379-387.
- Dias, N.C.S., Marques, K.F., Alves, M.C., Souza, J.R.C.L., Souza, T.S.S. de, Ferreira, A. (2016) Caracterização química das antocianinas do fruto de Juçara (*Euterpe Edulis* Martius). *Anais do Encontro Latino Americano de Iniciação Científica*, 20, *Encontro Latino Americano de Pós-Graduação*, 16, *Encontro de Iniciação à Docência*, 6, São José dos Campos: Univap, p.1-4.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2006) Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro, 306p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2009) *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. 2. ed. Brasília: Embrapa informação Tecnológica, 627p.
- Ewert, M. (2014) *Incentivos e limites da legislação ambiental brasileira para os sistemas agroflorestais: o caso Cooperafloresta*. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Florianópolis – SC, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 128p.
- Ewert, M., Venturieri, G.A., Steenbock, W., Seoane, C.E.S. (2016) Sistemas agroflorestais multiestratos e a legislação ambiental brasileira: desafios e soluções. *Desenvolvimento e Meio ambiente*, 36:95-114.
- Fadini, R.F., Fleury, M., Donatti, C.I., Galetti, M. (2009) Effects of frugivore impoverishment and seed predators on the recruitment of a keystone palm. *Acta Oecol.* 35 (2):188-196.
- Falcão, A.P., Chaves, E.S., Kuskoski, E.M., Fett, R., Falcão, D., Bordignon-Luiz, M.T. (2007) Índice de polifenóis, antocianinas totais e atividade antioxidante de um sistema modelo de geléia de uvas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 27:637-642.
- Fantini, A.C., Guries, R.P. (2007) Forest structure and productivity of palmitero (*Euterpe edulis* Martius) in the Brazilian Mata Atlântica. *For. Ecol. Manag.* 242 (2/3):185-194.

- Farias, M. (2009) *Reinventando a relação humano: Euterpe edulis: do palmito ao açai*. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Florianópolis – SC, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 85p.
- Favreto R. (2010) *Aspectos etnoecológicos e ecofisiológicos de Euterpe edulis Mart. (Arecaceae)*. Tese (Doutorado em Botânica) – Porto Alegre – RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 143p.
- Favreto, R., Mello, R.S.P., Baptista, L.R.M. (2010) Growth of *Euterpe edulis* Martius (*Arecaceae*) under forest and agroforestry in southern Brazil. *Agrofor. Syst.* 80:303-313.
- Figueiredo Filho, A., Moraes, G.F., Schaaf, L.B., Figueiredo, D.J. (2003) Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma floresta ombrófila mista localizada no sul do Paraná. *Ciência Florestal*, 13 (1):11-18.
- Fisch, S.T.V., Nogueira, L.R., Mantovani, W. (2000) Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. na Mata Atlântica: reserva ecológica do Trabiçu, Pindamonhangaba - SP. *Revista Biociências*, 6:31-37.
- Flexas, J., Medrano, H. (2002) Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plants: stomatal and non-stomatal limitations revisited. *Ann. Bot.* 89 (2):183-189.
- Flores, T.B., Alvares, C.A., Souza, V.C., Stape, J.L. (2016) *Eucalyptus no Brasil: zoneamento climático e guia para identificação*. Piracicaba: IPEF, 448p.
- Galetti, M., Aleixo, A. (1998) Effects of palm heart harvesting on frugivores in the Atlantic forest of Brazil. *J Appl Ecol.* 35 (2):286-293.
- Godinho, T. de O., Caldeira, M.V.W., Caliman, J.P., Prezotti, L.C., Watzlawick, L.F., Azevedo, H.C.A., Rocha, J.H.T. (2013) Biomassa, macronutrientes e carbono orgânico na serapilheira depositada em trecho de floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. *Scientia Forestalis*, 41 (97):131-144.
- Godinho, T. de O., Caldeira, M.V.W., Rocha, J.H.T., Caliman, J.P., Trazzi, P.A. (2014) Quantificação de biomassa e nutrientes na serapilheira acumulada em trecho de floresta estacional semidecidual submontana, ES. *Cerne*, 20 (1):11-20.
- Godinho, T. de O., Silva, N.B. da, Moreira, S.O. (2016) Avaliação de fertilidade do solo em cafezais visando a implantação de povoamentos florestais. *Encontro Latino Americano de Iniciação Científica*, 20, *Encontro Latino Americano de Pós-Graduação*, 16, *Encontro de Iniciação à Docência*, 6, São José dos Campos: Univap, p.1-6.
- Golfari, L. (1975) *Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais para reflorestamento*. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 65p.
- Golfari, L., Caser, R.L., Moura, V.P. (1978) *Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil*. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 66p.

- Gonçalez, J.C., Breda, L. de C.S., Barros, J.F.M., Macedo, D.G., Janin, G., Costa, A.F. da, Vale, A.T. do (2006) Características tecnológicas das madeiras de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e *Eucalyptus cloeziana* F. Muell visando ao seu aproveitamento na indústria moveleira. *Ciência Florestal*, 16 (3):329-341.
- Gonçalves, M.A.M. (2008) *Avaliação da serapilheira em fragmento de floresta atlântica no sul do estado do Espírito Santo*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Vitória – ES, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Alegre, 85p.
- Guerra, M.P., Nodari, R.O., Reis, A. (1984) Considerações sobre o palmitero no sul do Brasil. *Insula*, 14:171-180.
- Guerra, S.C.S. (2012) O novo código florestal brasileiro e os sistemas agroflorestais: implicações e considerações sobre as áreas de preservação permanente e reservas legais. *Congresso Brasileiro de Reflorestamento Ambiental*, 2, Vitória: UFES, p.1-3.
- Guimarães, D.P., Moura, V.P.G., Rezende, G.C., Mendes, C.J., Magalhães, J.G.R., Assis, T.F. de, Almeida, M.R. de, Resende, M.E.A. de, Silva, F.V. da (1983) *Avaliação silvicultural, dendrométrica e tecnológica de espécies de Eucalyptus*. Brasília: Embrapa-CPAC, 73p.
- Guimarães, L.A.O.P., Souza, R.G. (2017) *Palmeira juçara: patrimônio natural da Mata Atlântica no Espírito Santo*. Vitória: Incaper, 68p.
- Guimarães, L.A.O.P., Souza, R.G. de, Dorzenoni, R.R., Mendonça, G.C. (2015) Produção e maturação de frutos da palmeira juçara: primeiros resultados para a Região Serrana do Espírito Santo. *Encontro Latino Americano de Iniciação Científica*, 19, São José dos Campos: UNIVAP, p.1-3.
- Henderson, A. (2000a) The genus *Euterpe* in Brazil. In: Reis, M.S., Reis, A. (eds.) *Euterpe edulis Martius: biologia, conservação e manejo sustentado*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, p.1-22.
- Henderson, A. (2000b) The genus *Euterpe* in Brazil. *Sellowia*, 49 (52):1-22.
- Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (2019) *Dados médios da série histórica da estação meteorológica localizada no município de Domingos Martins/ES*. Vitória: Incaper. https://meteorologia.incaper.es.gov.br/graficos-da-serie-historica-domingos_martins em 10/02/2020 página mantida pela Incaper.
- Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (2020) *Dados médios da série histórica da estação meteorológica localizada no município de Domingos Martins/ES*. Vitória: Incaper. https://meteorologia.incaper.es.gov.br/graficos-da-serie-historica-domingos_martins em 10/05/2020 página mantida pela Incaper.

- Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (2013) *Instrução Normativa nº 003, de 31 de julho de 2013*. <http://www.idaf.es.gov.br/comunicacao/idafnamidia/Instru%C3%A7%C3%A3o%20Normativa%20003%20de%2031%20julho%202013.pdf> em 10/02/2020 página mantida pela Incaper.
- Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2012) *Ortofoto mosaico cedido pelo IEMA Vitória ES*. Vitória: IEMA. <https://geobases.es.gov.br/links-para-mapes1215> em 10/05/2020 página mantida pelo IEMA.
- Instituto Nacional Pesquisas Espaciais (2011) *Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2008- 2010: relatório parcial*. São Paulo, 122p.
- Jackson, M.L. (1965) *Soil chemical analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 498p.
- Jovanovic, T., Booth, T.H. (2002) *Improved species climatic profiles*. Canberra: Rural Industries Research and Development Corporation, 74p.
- Kirkby, E.A., Römheld, V. (2007) Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções absorção e mobilidade. *Informações Agrônomicas*, 118:1-24.
- Klippel, V.H., Pezzopane, J.E.M., Caldeira, M.V.W., Silva, G.F. da, Castro, K.C. (2016) Acúmulo de serapilheira e nutrientes em área com diferentes metodologias de restauração florestal. *Comunicata Scientiae*, 7 (2):241-250.
- Leite, M.K. (2014) *Caracterização tecnológica da madeira de Corymbia maculata, Eucalyptus cloeziana e E. resinífera para a aplicação no design de Produtos de Maior Valor Agregado (PMVA)*. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, 135p.
- Lorenzi, H. (2008) *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v.1, 385p.
- Lorenzi, H., Souza, H.M., Costa, J.T.M., Cerqueira, V.B.N. (1996) *Palmeiras no Brasil: nativas e exóticas*. Nova Odessa: Plantarum, 303p.
- Macedo, J.H.P., Rittershofer, F.O., Dessewffy, A. (1978) *A silvicultura e a indústria do palmito*. Porto Alegre: Secretaria do Estado do Rio Grande do Sul, 61p.
- Macedo, M.O., Resende, A.S., Garcia, P.C., Boddey, R.M., Jantalia, C.P., Urquiaga, S. (2008) Changes in soil C and N stocks and nutrient dynamics 13 years after recovery of degraded land using leguminous nitrogen-fixing trees. *For. Ecol. Manag.* 255 (5/6):1516-1524.
- MacFadden, J.A. (2005) *Produção de açaí a partir do processamento dos frutos do palmito (Euterpe edulis Martius) na Mata Atlântica*. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Florianópolis – SC, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 100p.

- Malacrida, C.R., Motta, S. da (2006) Antocianinas em suco de uva: composição e estabilidade. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 24:59-82.
- Mantovani, A., Morellato, L.P.C. (2000) Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral do palmito. *In: Reis, M.S. dos, Reis, A. (orgs.) Euterpe edulis Martius – (Palmito) biologia, conservação e manejo*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, p.23-38.
- Maquiné (2005) Prefeitura Municipal. *Cartilha cultivo e manejo da palmeira juçara*. Maquiné: ANAMA/FEPAGRO/PGDR.
- Mar, C.C., Conceição, H.E.O., Santos, A.B.R., Viegas, I.J.M., Silva, S.N. (2013) Produção de massa seca e área foliar do açazeiro sob déficit hídrico. *Revista Agroecossistemas*, 5 (2):14-23.
- Marco, P.J.R. de, Coelho, F.M. (2003) Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures, pollination and production. *Biodivers. Conserv.* 13:1245-1255.
- Martins, E.M., Silva, E.R., Campello, E.F.C., Lima, S.S., Nobre, C.P., Correia, M.E.F., Resende, A.S. (2019) O uso de sistemas agroflorestais diversificados na restauração florestal na Mata Atlântica. *Ciência Florestal*, 29 (2):632-648.
- Martins, S.V., Souza, M.N. (2009) *Cultivo do palmito-juçara (Euterpe edulis Mart.): produção de palmito e restauração florestal*. Viçosa: Aprenda Fácil, 107p.
- Martins-Corder, M.P., Saldanha, C.W. (2006) Germinação de sementes e crescimento de plântulas de diferentes progênies de *Euterpe edulis Mart.* *Revista Árvore*, 30 (5):693-699.
- Meier, M., Teixeira, H.M., Ferreira, M.G., Ferrari, E.A., Lopes, S.I., Lopes, R., Cardoso, I.M. (2011) Sistemas agroflorestais em áreas de preservação permanente. *Revista Agriculturas: experiências em agroecologia*, 8 (2):12-17.
- Monteiro, C.B., Mengarda, L.H.G., Canal, G.B., Ferreira, M.F.S., Ferreira, A., Gonçalves, E.O. (2018) Crescimento acumulado em altura, diâmetro do colo e sobrevivência de mudas de juçara (*Euterpe edulis Martius*) sob sombreamento intenso e moderado. *Anais do Congresso Latino-americano de Agroecologia*, 6, *Congresso Brasileiro de Agroecologia*, 10, *Seminário de Agroecologia do Distrito Federal e Entorno*, 5, Brasília: Associação Brasileira de Agroecologia, 13 (1):1-7.
- Moreira, A.B. (2013) *Mensuração da palmeira juçara (Euterpe edulis Martius) como subsídio para o manejo da produção de frutos*. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, 117p.
- Moreira, S.L.S., Prates Júnior, P., Fernandes, R.B.A., Cunha, A.C.M.M., Campos, A.N.R. (2016) Growth and nutrients uptake in *Euterpe edulis Martius* inoculated

- with arbuscular mycorrhizal fungi. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 46 (2):169-176.
- Mortara, M.O., Valeriano, D.M. (2001) Modelagem da distribuição potencial do palmitreiro (*Euterpe edulis* Mart.) a partir de variáveis topográficas. *Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 10, Foz do Iguaçu: INPE, p.459-471.
- Moura, V.P.G. (2003) *O germoplasma de Eucalyptus cloezina F. Muell. no Brasil*. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 9p.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca G.A.B., Kent, J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nat.* 403:853-845.
- Neuburger, M., Souza, T.V., Paulilo, M.T. (2010) *Crescimento inicial de plantas Euterpe edulis* Mart. em diferentes condições de luz, água e nutrientes. *Rodriguésia*, 61 (2):157-165.
- Nile, S.H., Park, S.W. (2014) Edible berries: review on bioactive components and their effect on human health. *Nutrition*, 30:134-144.
- O'Connell, A.M., Sankaran, K.V. (1997) Organic matter accretion, decomposition and mineralisation. In: Nambiar, E.K.S., Brown, A.G. (eds.) *Management of soil, nutrients and water in tropical plantations forests*. Canberra: ACIAR; Melbourne: CSIRO, p.443-480.
- Oliveira, J.T. (1999) Caracterização da madeira de sete espécies de eucaliptos para a construção civil: avaliações dendrométricas das árvores. *Scientia Florestalis*, 56:113-124.
- Oliveira, R.M., Bertholdi, A.A.S., Engel, V.L., Passos, J.R.S., Almeida, L.F.R. (2017) Water deficit responses of *Euterpe edulis* Martius seedlings at different growth stages. *Scientia Florestalis*, 45 (113):101-108.
- Paludo, G.F., Silva, J.Z. da, Reis, M.S. (2012) Estimativas de produção de frutos de palmitreiro (*Euterpe edulis* Mart.) a partir da densidade de indivíduos. *Revista Biodiversidade Brasileira*, 2 (2):92-102.
- Paludo, R., Costabeber, J.A. (2012) Sistemas agroflorestais como estratégia de desenvolvimento rural em diferentes biomas brasileiros. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 7 (2):63-76.
- Pará (2015) Secretaria Estadual de Desenvolvimento Agropecuário e de Pesca. *Programa estadual de qualidade do açaí - PE*. http://www.sagri.pa.gov.br/posts/view/371/programa_estadual_de_qualidade_d_o_acai_peqa em 10/05/2019 página mantida pela Secretaria Estadual de Desenvolvimento Agropecuário e de Pesca.
- Pereira, D.C.S. (2017) *Frutos da palmeira-juçara: contextualização, tecnologia e processamento*. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Rio Pomba – MG, Instituto Federal Sudeste de Minas – IF Sudeste, 100p.

- Peters, J.B. (2005) *Wisconsin procedures for soil testing, plant analysis and feed & forage analysis: plant analysis*. Madison: University of Wisconsin, 304p.
- Pimenta, J.A., Rossi, L.B., Torezan, J.M.D., Cavalheiro, A.L., Bianchini, E. (2011) Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de um reflorestamento e de uma floresta estacional semidecidual no sul do Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, 25 (1):53-57.
- Portinho, J.A., Zimmermann, L.M., Bruck, M.R. (2012) Efeitos benéficos do açai. *Int. J. Natrorol.* 5 (1):15-20.
- Projeto Juçara. *Manejo sustentável*. São Paulo, [2005]. <http://www.projetojuçara.org.br/manejo-sustentavel> em 10/05/2019 página mantida pelo Projeto Juçara.
- Queiroz, M.H. Biologia do fruto, da semente e da germinação do palmito *Euterpe edulis* Martius - *Arecaceae*. In: Reis, M.S., Reis, A. (2000) *Euterpe edulis Martius: biologia, conservação e manejo sustentado*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, p.39-59.
- Read, L., Lawrence, D. (2003) Litter nutrient dynamics during succession in dry tropical forest of the Yucatan: regional and seasonal effects. *Ecosystems*, 6 (8):747-761.
- Rebêlo, A.G. de M., Capucho, H.L.V., Pauletto, D., Paiva Neto, V. (2016) Acúmulo de serapilheira em três sistemas agroflorestais no oeste do Pará. *Anais do Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais*, 10, Belém: UFPA, p.1-3.
- Reis, A. (1995) *Dispersão de sementes de Euterpe edulis Martius – (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da encosta atlântica em Blumenau, SC*. Tese (Doutorado em Botânica) – Campinas – SP, Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, 154p.
- Reis, A., Kageyama, P.Y. (2000) Seed dispersal of palmito (*Euterpe edulis* Martius-Palmae). *Sellowia*, 49 (52):60-92.
- Reis, A., Reis, M.S., Fantini, A.C. (1992) Manejo de rendimento sustentado de *Euterpe edulis* Martius. *Anais do Congresso Florestal Estadual*, 7, Nova Prata: Instituto Florestal de São Paulo, p.1226-1241.
- Reis, M.S., Fantini, A.C., Nodari, R.O., Reis, A., Guerra, M.P., Mantovani, A. (2000a) Management and conservation of natural populations in atlantic rain forest: the case study of palm heart (*Euterpe edulis* Martius). *Revista Biotropica*, 32 (4):894-902.
- Reis, M.S., Guerra, M.P. (1999) *Inventário dos recursos florestais da mata atlântica: exploração, utilização dos recursos, impactos atuais e potencialidades de manejo: Euterpe edulis Mart. (Palmito)*. Florianópolis: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 169p.

- Reis, M.S., Guerra, M.P., Nodari, R.O., Reis, A., Ribeiro, R. (2000b) Distribuição geográfica e situação atual das populações na área de ocorrência de *Euterpe edulis* Martius. *Sellowia*, 49:324-335.
- Reis, T. (2012) *Zoneamento ambiental para a palmeira Juçara com foco na produção de frutos: potencialidades para agricultura familiar*. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Florianópolis – SC, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, 128p.
- Reitz, R. (1974) Palmeiras. In: Reitz, R. (ed.) *Flora ilustrada catarinense*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, p.99-106.
- Reitz, R., Klein, R.M., Reis, A. (1978) *Projeto madeira de Santa Catarina*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 320p.
- Reque, P.M., Steffens, R.S., Jablonski, A., Flôres, S.H., Rios, A. de O., Jong, E.V. (2014) Cold storage of blueberry (*Vaccinium* spp.) fruits and juice: *Anthocyanin* stability and antioxidant activity. *J. Food Compos. Anal.* 33:111-116.
- Revista da Rede Juçara (2011) *Articulação*. v.3. [http://www.coletivocatarse.com.br/downloads/reju/revista_rede_jucara_articulacao_toda .pdf](http://www.coletivocatarse.com.br/downloads/reju/revista_rede_jucara_articulacao_toda.pdf) em 10/05/2019 página mantida pelo Coletivo Catarse.
- Ribeiro, R.J., Portilho, W.G., Reis, A., Fantini, A.C., Reis, M.S. (1994) O manejo sustentado do palmitero no Vale do Ribeira. *Florestar Estatístico*, 1 (3):15-16.
- Ribeiro, T.M., Martins, S.V., Lana, V.M., Silva, K.A. (2011) Sobrevivência e crescimento inicial de plântulas de *Euterpe edulis* Mart. transplantadas para clareiras e sub-bosque em uma floresta estacional semidecidual. *Revista Árvore*, 35 (6):1219-1226.
- Rogez, H. (2000) *Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação*. Belém: EDUFPA, 313p.
- Santos, A.F., Corrêa Júnior, C., Neves, E.J. (2008) *Palmeiras para produção de palmito: juçara, pupunheira e palmeira real*. Colombo: Embrapa Florestas, 188p.
- Santos, P.Z.F. (2017). *O potencial dos sistemas agroflorestais para o incremento da biodiversidade e provisão de serviços ecossistêmico na Mata Atlântica*. Dissertação (Mestrado) – Rio de Janeiro – RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, 57p.
- Schorn, L.A., Gasper, A.L., Meyer, L., Vibrans, A.C. (2012) Síntese da estrutura dos remanescentes florestais em Santa Catarina. In: Vibrans, A.C., Sevegnani, L., Gasper, A.L., Lingner, D.V. (eds.) *Diversidade e conservação dos remanescentes florestais: inventário florístico florestal de Santa Catarina*. Blumenau: Edifurb, v.1, p.125-140.
- Schulz, M., Borges, G. da S.C., Gonzaga, L.V., Costa, A.C.O., Fett, R. (2016) Juçara fruit (*Euterpe edulis* Mart.): sustainable exploitation of a source of bioactive compounds. *Food Res. Int.* 89:14-26.

- Schumacher, M.V., Brun, E.J., Hernandez, J.I., König, F.G. (2004). Produção de serapilheira em uma Floresta de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande-RS. *Árvore*: 28:29-37.
- Silva, A.C. (2017) *Do caule aos frutos: diagnóstico da produção de polpa de juçara no litoral do Paraná*. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Territorial Sustentável) – Matinhos – PR, Universidade Federal do Paraná – UFPR, 150p.
- Silva, A.C., Leonel, S., Souza, A.P., Domingos, J.R., Ducatti, C. (2010) Trocas gasosas e ciclo fotossintético da figueira 'Roxo de Valinhos'. *Ciência Rural*, 40 (6):1270-1276.
- Silva, A.R.A., Bezerra, F.M.L., Lacerda, C.F., Araújo, M.E.B., Lima, R.M.M., Souza, C.H.C. (2016) Establishment of young “dwarf green” coconut plants in soil affected by salts and under water deficit. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 38 (3). <https://www.scielo.br/j/rbf/a/wDqbqNkCH4mfXW4rwFZBt4L/?lang=en> em 10/02/2019 página mantida pela Scielo.
- Silva, M.G.C.P.C., Barretto, W.S., Serôdio, M.H. (2004) *Caracterização química da polpa dos frutos de juçara e de açaí*. Brasília: Ministério da Agricultura, Agropecuária e Abastecimento. http://www.inaceres.com.br/downloads/artigos/acai_jucara.pdf em 10/02/2019 página mantida pela Inaceres.
- Silva, M.G.C.P.C., Barretto, W.S., Serôdio, M.H. (2019) *Comparação nutricional da polpa dos frutos de juçara e de açaí*. Ilhéus: Cepec/Ceplac, 3p.
- Silvestre, W.V.D., Pinheiro, H.A., Souza, R.O.R.M., Palheta, L.F. (2016) Morphological and physiological responses of açaí seedlings subjected to different watering regimes. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 20 (4):364-371.
- Silvestre, W.V.D., Silva, P.A., Palheta, L.F., Oliveira Neto, C.F., Souza, R.O.R. M., Festucci-Buselli, R.A., Pinheiro, H.A. (2017) Differential tolerance to water deficit in two açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) plant materials. *Acta Physiol. Plant.* 39 (4). <https://link.springer.com/article/10.1007/s11738-016-2301-9> em 10/02/2020 página mantida pela Springer.
- Siminski, A. (2011) *Secondary forest succession in the mata atlantica, Brazil: floristic and phytosociological trends*. Brasília: Embrapa Amazônia Oriental, 19p.
- Siqueira, A.P.S., Santos, K.F.D., Barbosa, T.A., Freire, L.D.A.S., Camêlo, Y.A. (2018) Technological differences between açaí and juçara pulps and their sorbets. *Braz. J. Food Technol.* 21:1-6.
- Siqueira, J.O., Franco, A.A. (1988) *Biotechnologia do solo: fundamentos e perspectivas*. Brasília: MEC/ESAL/FAEPE/ABEAS, 236p.
- SOS Mata Atlântica (2018) *Relatório anual 2017*. São Paulo, 108p.

- Souza, M.C.S. de, Piña-Rodrigues, F.C.M. (2013) Desenvolvimento de espécies arbóreas em sistemas agroflorestais para recuperação de áreas degradadas na floresta ombrófila densa, Paraty, RJ. *Revista Árvore*, 37 (1):89-98.
- Steenbock, W., Vezzani, F.M. (2013) *Agrofloresta: aprendendo a produzir com a natureza*. Curitiba: UFPR, 148p.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2017) *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 888p.
- Tavares, R.F. de M. (2017) *Crescimento e fisiologia de açai e juçara cultivados sob estresse hídrico*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 88p.
- Teixeira, C.P., Dadalto, G.G., Pedroni, M.A., Borgo, M. (2019) *Mercado de produtos florestais não madeireiros nativos do Espírito Santo: frutos da mata atlântica*. Vitória: Cedagro, 34p.
- Tsakamoto-Filho, A.A., Macedo, R.L.G., Venturini, N., Moraes, A.R. (2001) Aspectos fisiológicos e silviculturais do palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius) plantado em diferentes tipos de consórcios no município de Lavras, MG. *Revista Cerne*, 7(1):54-68.
- Uhl, N., Dransfield, J. (1987) *Genera Palmarum*. Lawrence: Allen, 732p.
- Venturieri, G.A. (2013) Indigenous strategies used to domesticate plants in Brazilian Amazon. In: Levin, S.A. (ed.) *Encyclopedia of biodiversity*. Waltham: Academic, v.4, p.279-292.
- Villa, E.B., Pereira, M.G., Alonso, J.M., Beutler, S.J., Leles, P.S.D.S. (2016) Aporte de serapilheira e nutrientes em área de restauração florestal com diferentes espaçamentos de plantio. *Floresta e Ambiente*, 23 (1):90-99.
- Vital, A.R.T., Guerrini, I.A., Franken, W.K., Fonseca, R.C.B. (2004) Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. *Revista Árvore*, 28:793-800.
- Vivian, M.A. (2011) *Resistência biológica de madeira tratada de E. grandis e E. cloeziana em ensaios de laboratório e campo*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Santa Maria – RS, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 105p.
- Wangen, D.R.B., Castilhano Neto, A., Shimamoto, G.F., Duarte, I.N., Almeida, R.F. (2013) Caracterização química de serapilheira de solos sob vegetação de cerrado, mata, pinus e eucalipto. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, 9 (17):618.
- Wedderburn, M.E., Carter, J. (1999) Litter decomposition by four functional tree types for use in silvopastoral systems. *Soil Biol. Biochem.* 31 (1):455-461.

- Williams, K.J., Ford, A., Rosauer, D., Silva, N. de, Mittermeier, R., Bruce, C., Larsen, F.W., Margules, C. (2011) Forests of East Australia: the 35th biodiversity hotspot. *In: Zachos, F.E., Habel, J.C. (eds.) Biodiversity hotspots: distribution and protection of conservation priority areas.* Heidelberg: Springer, p.295-310.
- Yamazoe, G., Moura Neto, B.V., Dias, A.C. (1986) Comportamento de *Euterpe edulis* Mart., plantado sob diferentes intensidades luminosas. *Boletim Técnico do Instituto Florestal*, 40-A (1):133-141.
- Zambonim, F.M. (2011) *Agrossilvicultura de Euterpe edulis* Martius: efeitos nas características físicas e químicas do solo e proposta de recomendação de adubação da cultura no Estado de Santa Catarina. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais) – Seropédica – RJ, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, 96p.