

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE FLORESTAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**TESE**

**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**

**Fábio Martinho Zambonim**

**2011**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
FLORESTAIS**

**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**

**FÁBIO MARTINHO ZAMBONIM**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Paulo Sérgio dos Santos Leles**

*e Co-orientação do Professor*  
**Paul Richard Momsem Miller**

Tese submetida como requisito parcial  
para obtenção do grau de **Doutor em  
Ciências**, no Programa de Pós-  
Graduação em Ciências Ambientais e  
Florestais, Área de Concentração em  
Conservação da Natureza.

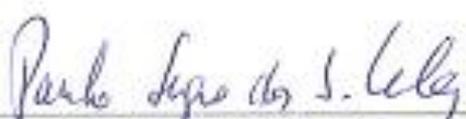
Seropédica, RJ  
Dezembro de 2011

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
FLORESTAIS

FÁBIO MARTINHO ZAMBONIM

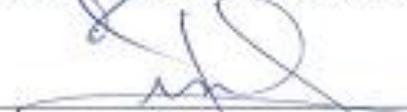
Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciências, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza.

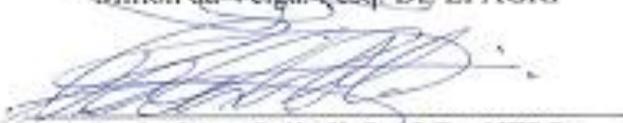
TESE APROVADA EM: 19/10/11

  
Paulo Sérgio dos Santos Leles. Prof. Dr. UFRRJ  
(Orientador)

  
Everaldo Zonta. Prof. Dr. UFRRJ

  
Márcio Rocha Francelino. Prof. Dr. UFRRJ

  
Milton da Veiga. Pesq. Dr. EPAGRI

  
Paulo César Poliseli. Prof. Dr. UFSC

*Às minhas filhas, Alice e Sofia, e à minha afilhada Moara,  
pela alegria e motivação diária que me dão;  
aos meus pais, Maria Thereza e João,  
às minhas irmãs, Renata e Rosana,  
por todo o apoio de sempre*

*dedico este trabalho.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus e aos meus anjos da guarda, pela minha vida e proteção;

Ao meu orientador, Prof. Paulo Sérgio dos Santos Leles, pelos ensinamentos e exemplos. Um orientador dedicado e amigo, cujos métodos de trabalho tornaram-se referência para minha vida profissional;

Ao Prof. Carlos Alberto Moraes Passos (*in memoriam*), pelos ensinamentos, pela amizade e pelas oportunidades que me propiciou;

Ao meu co-orientador, Prof. Rick Miller, pela amizade, apoio e incentivo para a realização desta pesquisa;

À EPAGRI, pela oportunidade e todo o apoio institucional e financeiro para a realização do doutorado, em especial aos colegas da Sede, da Estação Experimental de Itajaí e da Gerência Regional de Joinville;

Aos Professores do Instituto de Florestas da UFRRJ, por todo o conhecimento e apoio disponibilizado;

Ao Instituto de Florestas, ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais e Florestais e ao LAPER, pelo apoio institucional e logístico para desenvolvimento do trabalho e pela oportunidade de completar mais uma etapa da minha vida;

Ao amigo Pesquisador Milton da Veiga (EPAGRI), responsável pelo Laboratório de Análise Física de Solo, e aos demais colegas do Laboratório de Análises Químicas de Solo e do Laboratório de Análise de Tecidos Vegetais, ambos da EPAGRI.

Aos membros da banca de qualificação, Prof. José de Arimateia (UFRRJ -IF), Prof. Everaldo Zonta (UFRRJ -IA), Pesq. Alexander Resende (EMBRAPA), pelas enriquecedoras contribuições no trabalho de Pesquisa;

Aos produtores rurais Ivo Gramkov (*in memoriam*), Nilsa Gramkov, Henrique Krauser, Valdair Pinkoski e Andrei Pabst, pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho e pelas sempre enriquecedoras trocas de experiências;

Aos membros da Banca de Defesa pelo aceite em participar desta etapa do trabalho de Tese;

Aos estagiários do LAPER, pela amizade e pelo precioso auxílio na realização desta pesquisa;

Aos grandes amigos que fiz durante esta jornada na UFRRJ;

A todos, enfim, que, de alguma maneira, colaboraram para a concretização deste trabalho.

## RESUMO

ZAMBONIM, Fábio Martinho. **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.** 2011. 96 p. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais) Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

No Estado de Santa Catarina, parte significativa das terras ocupadas com atividades agropecuárias por agricultores familiares encontra-se nas áreas de uso protegido (áreas de preservação permanente e de reserva legal). A exigência por parte de instituições de fiscalização ambiental para que os produtores rurais realizem a conversão dessas áreas produtivas em áreas de vegetação nativa tem gerado conflitos e resistência por parte dos agricultores, já que a conversão significa redução de área agricultável e, conseqüentemente, de renda. Nas áreas em que se faz necessária a conversão de áreas agrícolas em florestas para fins de adequação à legislação ambiental, a utilização de sistemas agroflorestais (SAFs) - constituídos por espécies de relevância ecológica e dotadas de valor econômico - apresenta-se como uma estratégia apropriada. Nesse contexto, a agrossilvicultura do *Euterpe edulis* com a finalidade econômica de produção de frutos destaca-se como atividade potencial. Na primeira parte deste trabalho apresentou-se uma discussão, com base na literatura, acerca da perspectiva do cultivo do *E. edulis* e da exploração econômica de seus frutos em SC; das características ecológicas da espécie com vistas à sua agrossilvicultura; e da perspectiva legal de recomendar a atividade como estratégia de uso em áreas protegidas por pequenos produtores rurais. Sob a ótica de viabilizar o uso do solo de áreas protegidas com sistemas agroflorestais de *E. edulis*, buscando concomitantemente a prestação de serviços ambientais e a geração de renda através da produção de frutos, destacam-se os aspectos relacionados ao manejo e conservação da fertilidade do solo. O Capítulo I teve como objetivo avaliar o efeito da agrossilvicultura de *E. edulis* sobre as características físico-químicas do solo. Esse capítulo consistiu em análise de indicadores físicos e químicos dos atributos de solos sob sistemas agroflorestais de *E. edulis* conduzidos por agricultores do litoral norte de Santa Catarina, comparando-os com solos sob outros usos florestais. Os resultados verificados apontaram que, comparativamente a solos sob cobertura florestal, os solos sob SAFs de *E. edulis* não se diferenciaram quanto aos atributos químicos, porém constatou-se que propiciam uma maior estabilidade dos agregados do solo. O Capítulo II teve como objetivo propor uma primeira aproximação de recomendação de adubação e calagem para o cultivo do *E. edulis* com vistas à produção de frutos para o Estado de Santa Catarina e colocá-la em discussão. Esta primeira aproximação foi construída a partir de uma base teórica e mediante a determinação da quantidade de nutrientes exportada pela colheita dos frutos. Os resultados demonstraram que a partir da metodologia adotada foi possível estabelecer uma primeira aproximação de recomendação de adubação e calagem para o cultivo do *E. edulis* no Estado de Santa Catarina, sem que a mesma tenha se distanciado de uma realidade prática, o que a habilita a ser utilizada como balizadora para o manejo de adubação dessa espécie até que os resultados possam ser aprimorados a partir de futuros experimentos de campo.

**Palavras-chave:** *Euterpe edulis*, sistemas agroflorestais, solo, adubação

## ABSTRACT

In the State of Santa Catarina, a significant portion of land occupied with agricultural activities is within protected areas (permanent preservation areas and legal reserves). The environmental policy demands that farmers convert these production areas into native vegetation areas, but this has been causing conflicts and resistance by the farmers, due to the fact that the conversion reduces the agricultural area and consequently their income. In areas where it is mandatory to convert agricultural land into forests in order to meet the environmental legislation, the use of agroforestry systems (AFSs) - consisting of relevant ecological species and endowed economic value - is an appropriate strategy. In this context, considering an economic purpose of producing fruit, the *Euterpe edulis* agroforestry system stands out as a potential activity. The first part of this study highlights three points of a discussion, all based on the specific literature: the growing perspective of *Euterpe Eedulis* and its economic exploitation in Santa Catarina; the ecological characteristics of the species based on the agroforestry system, and the legal aspects in recommending this activity to farmers as a strategy for the protected areas. From the perspective of enabling the use of the protected areas with *E. Edulis* agroforestry systems and concomitantly provide environmental services and generate income with the production of the fruits, we highlight the aspects related to the management and conservation of soil fertility. In Chapter 1, we aimed to assess the *E. Edulis* agroforestry systems effects on the soil physicochemical properties. The current chapter shows an analysis of the physicochemical soil characteristics indicators under *E. Edulis* agroforestry system performed by farmers in the northern coast of Santa Catarina in comparison with soils under other forest use. The outcomes showed that compared with soils under forest cover, the soils under *E. Edulis* AFSs did not differ regarding chemical factors, but on the other hand, it shows that there is a larger stability of the soil aggregates. Chapter II aimed to give a first recommendation version on fertilizing and liming for the cultivation of *E. Edulis* aiming to producing fruit for the State of Santa Catarina and bring this subject into debate. This first version was built on a theoretical basis and on the amount of nutrients exported determination by harvesting the fruits. These results showed that from the methodology adopted was possible to establish a first recommendation version on fertilizing and liming for the *E. edulis* cultivation in the State of Santa Catarina. This would not distance itself from a practical reality, which shows that it can be used as a guideline for the fertilization management of this species until further field experiments provide new results.

**Key words:** *Euterpe edulis*, agroforestry systems, soil, fertilization

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL .....	1
REVISÃO DE LITERATURA .....	4
1 Histórico do Uso Econômico do <i>E. edulis</i> na Mata Atlântica e Perspectivas de Aproveitamento de Frutos para a Produção de Açaí .....	4
2 <i>Euterpe edulis</i> Martius: Características Gerais e a Agrossilvicultura da Espécie para Fins de Uso Múltiplo – Palmito e Frutos .....	7
3 Mata Atlântica e sistemas agroflorestais: aspectos gerais e legislação pertinente .....	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	18
CONCLUSÕES GERAIS .....	77
CAPÍTULO I - EFEITO DA AGROSSILVICULTURA DE <i>Euterpe edulis</i> Martius SOBRE ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO .....	25
RESUMO .....	26
ABSTRACT .....	27
1 INTRODUÇÃO.....	28
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	32
2.1 Localização e Características Ambientais das Áreas de Estudo .....	32
2.2 Delineamento Experimental e Descrição das Unidades Experimentais (U.E.) .....	33
2.3 Atributos Químicos e Físicos do Solo .....	36
2.3.1 Amostragem .....	37
2.3.2 Análises Químicas .....	37
2.3.3 Análises Físicas .....	37
2.3.4 Análise Estatística .....	39
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	40
3.1 Atributos Químicos .....	40
3.2 Atributos Físicos .....	42
4 CONCLUSÃO .....	47
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	48
CAPÍTULO II - PROPOSTA DE RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO PARA O <i>Euterpe edulis</i> Martius NO ESTADO DE SANTA CATARINA – 1ª APROXIMAÇÃO .	54
RESUMO .....	55
ABSTRACT .....	56
1 INTRODUÇÃO .....	57
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	63
2.1 Amostragem e Determinação da Composição Mineral dos Frutos .....	63
2.2 Estimativa da Quantidade de Nutrientes Exportada pela Colheita .....	64
2.3 Estimativa da Quantidade de Nutrientes Necessária para a Formação do Pomar .....	64
2.4 Aproximação de uma curva de absorção de nutrientes aplicado ao <i>E. edulis</i> .....	64
2.5 Índice de eficiência de fertilizantes (restituição corrigida) .....	65
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	66
3.1 Determinação da Quantidade de Nutrientes N, P, K, Ca e Mg em Frutos Frescos de <i>E. edulis</i> e Estimativa da Quantidade de Nutrientes na Biomassa Vegetativa de um Pomar de <i>E. edulis</i> .....	66
3.2 Proposta de Recomendação de Adubação do <i>E. edulis</i> para o Estado de SC – 1ª Aproximação .....	68

3.2.1 Calagem e fornecimento de Ca e Mg .....	68
3.2.2 Adubação de correção total .....	69
3.2.3 Adubação de base (plantio) .....	69
3.2.4 Adubação de crescimento e produção .....	70
4 CONCLUSÃO .....	73
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	74
ANEXOS .....	78

## INTRODUÇÃO GERAL

A estrutura fundiária caracterizada por pequenas propriedades rurais e de mão de obra familiar predominante no Estado de Santa Catarina – cujo território está, em sua totalidade, inserido nos domínios da Mata Atlântica – reforça a importância social da agricultura no Estado. Levantamentos apontam que 89,8% dos estabelecimentos rurais possuem área total de até 50 hectares, e estima-se que a agricultura familiar no Estado represente um universo de aproximadamente 90% da população rural, desempenhando importante papel na produção de alimentos e matérias-primas (ALTMANN et al., 2003; INSTITUTO..., 2005). Não menos importante é a participação de Santa Catarina na produção agropecuária nacional, estabelecendo-se, em 2007, como o 7º maior estado em produção agropecuária do país (ZOLDAN, 2010). Por outro lado, parte significativa das terras ocupadas com atividades agropecuárias por agricultores familiares encontra-se nas áreas de preservação permanente (APP) e de reserva legal (ARL)<sup>1</sup>, causando o chamado “conflito de uso de solo”: área de uso protegido x exploração agropecuária. Levantamento realizado pelo INSTITUTO CEPA (2005) mostra que, somente nas regiões do Médio Vale do Itajaí e do Litoral catarinense – porção leste do território do Estado de Santa Catarina -, existe um déficit de mata ciliar na área rural de 31.098 hectares; estima-se que 12.500 estabelecimentos agropecuários possuam passivo ambiental no que se refere à recomposição das APP's e RLs. Essas áreas, por suas especificidades edafoclimáticas, são indicadas, segundo THOMÉ et al. (1999), como preferenciais para o plantio comercial de *E. edulis* no Estado de Santa Catarina.

A ocupação intensiva das áreas de preservação permanente e de reserva legal para a exploração agropecuária está diretamente relacionada com algumas características (estrutura fundiária, características hidrológicas e de relevo) das pequenas propriedades rurais localizadas na vertente atlântica de Santa Catarina. Essas condições específicas explicam que as atividades agropecuárias praticadas nas áreas de uso protegido desempenham importante papel na renda do agricultor familiar.

Por outro lado, no contexto da pequena propriedade rural de mão de obra familiar, os SAFs (Sistemas Agroflorestais) podem vir a cumprir satisfatoriamente a função ecológica desempenhada pela vegetação natural, bem como proporcionar renda ao produtor (RODRIGUES, 2004; FRANCISCO et al., 2004; MULLER, 2007). Tratando-se de agricultores familiares e dos passivos ambientais existentes em pequenas propriedades rurais produtivas, e prevendo-se o potencial impacto social negativo que a aplicação da legislação

---

<sup>1</sup> APP e ARL são áreas de uso protegido estabelecidas pelo Código Florestal - Lei nº 4.771 de 15.09.1965 (BRASIL, 1965). No artigo 16 da referida lei, considera-se ARL a área de cada propriedade rural onde não é permitido o corte raso, mas que pode ser manejada de forma sustentável, devendo ser averbada às margens da escritura do imóvel. Nos domínios da Mata Atlântica, a área da RL deve ser de 20% do total da área da propriedade. O artigo 2º do Código Florestal considera de preservação permanente as seguintes áreas: a) ao longo dos rios em faixa marginal com largura mínima estabelecida conforme a largura do curso de água (variando de 30 a 500m); b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios de água naturais ou artificiais; c) nas nascentes, num raio mínimo de 50 m de largura; d) no topo de morros, montes, montanhas ou serras; e) nas encostas com declividade superior a 45º; f) nas restingas; g) nas bordas de tabuleiros ou chapadas e h) em altitudes superiores a 1.800m.

ambiental pode acarretar, entraram em vigor, nos últimos anos, novos instrumentos legais que possibilitam a adoção de sistemas agroflorestais (SAFs)<sup>1</sup> como forma de recompor a vegetação das APP's. Portanto, nas áreas em que se faz necessária a conversão de áreas agrícolas em florestas - para fins de adequação à legislação ambiental -, a utilização de sistemas agroflorestais (SAFs) - constituídos por espécies de alta probabilidade de relações interespecíficas e espécies dotadas de valor econômico - apresenta-se como uma estratégia apropriada.

Nesse contexto de buscar a adequação de pequenas propriedades rurais de mão de obra familiar à legislação ambiental - promovendo a geração de renda e mantendo a função ambiental de unidades produtivas inseridas em áreas de uso protegido -, a cultivo do *E. edulis* -em consórcios com outras espécies florestais - com finalidade econômica de produção de frutos destaca-se como atividade potencial, e já vem sendo desenvolvida por agricultores da região do litoral catarinense, não apenas como forma de uso em APP e ARL, mas também em áreas consideradas preferenciais para uso agrícola.

Aspectos da autoecologia do *Euterpe edulis* e o mercado existente para os seus produtos - destacando-se, neste trabalho, o açaí produzido a partir de seus frutos - conferem à espécie características silviculturais, ecológicas e econômicas desejáveis, tornando-a componente estratégico de projetos que objetivem recuperação ambiental, produção de alimentos e geração de renda. A abundante produção de pólen e de frutos pelo *E. edulis* e a forte atração que estes exercem sobre a fauna (insetos, pássaros, roedores, mamíferos) para alimentação, mantêm polinizadores, dispersores e predadores de sementes - importantes atores no papel de recuperação de áreas perturbadas -, fazendo com que a espécie seja importante para a fixação de animais e, conseqüentemente, para a dispersão de espécies florestais (NODARI et al., 1988; EMBRAPA, 1988; CARVALHO, 1994).

A possibilidade técnica e econômica de cultivo do *E. edulis* em sistemas agroflorestais, associada ao fato de ter sido, segundo REITZ et al. (1979), uma das espécies mais abundantes da toda a mata pluvial da encosta atlântica e encontrar-se hoje na lista das espécies ameaçadas de extinção (MINISTÉRIO, 2008) - ressalta sua importância na recuperação e manutenção de ecossistemas produtivos e ecologicamente equilibrados. As características citadas a credenciam como componente estratégico em programas de recuperação de APP's e de áreas de ARL.

Sob a ótica de viabilizar o uso do solo com a agrossilvicultura do *E. edulis*, buscando concomitantemente a prestação de serviços ambientais e a geração de renda através da produção de frutos, destacam-se os aspectos relacionados ao manejo da fertilidade do solo e da nutrição mineral das plantas.

Ao se referirem à função ecológica do solo, BORN & TALOCCHI (2002) afirmam que a manutenção e o aumento da sua fertilidade constituem-se em um dos itens importantes a serem considerados quando se discute a oferta de serviços ambientais pelos agroecossistemas. Por outro lado, WANDELLI (2002) afirma que um dos aspectos mais complexos na utilização de sistemas agroflorestais como ferramenta de recuperação ambiental é a manutenção da fertilidade do solo de modo que a exportação de nutrientes causada pela colheita não comprometa a sustentabilidade do sistema.

Ao focar os aspectos relacionados à produção, VAN RAIJ et al. (1997) apontam que, tratando-se de espécies frutíferas, a nutrição adequada das plantas afeta de forma

---

<sup>1</sup> CAMPELLO et al. (2006, p.34), a partir da definição dada pelos autores citados, conceituam os sistemas florestais da seguinte forma:

“Os sistemas agroflorestais (SAF) têm papel relevante como alternativa de produção, permitindo equilibrar a oferta de produtos agrícolas e florestais (PASSOS, 2003), com a prestação de serviços ambientais. Os SAF são formas de uso e manejo dos recursos naturais, nos quais espécies lenhosas são utilizadas em associações deliberadas com cultivos agrícolas e animais, de maneira simultânea ou seqüencial (OTS/CATIE, 1986), para se tirar benefícios das interações ecológicas e econômicas resultantes (LUDGREEN & RAINTRRE, 1982)”.

marcante a produtividade, a qualidade dos frutos, a conservação pós-colheita, a susceptibilidade da planta a moléstias e a sua tolerância a efeitos ambientais adversos – seca prolongada, geadas e alta salinidade.

Por se tratar de atividade recente, a demanda em pesquisa para o desenvolvimento da agrossilvicultura do *E. edulis* com finalidade de produção de frutos é grande. As recomendações atuais no caso da produção de frutos têm sido baseadas nos conhecimentos gerados com pesquisas direcionadas à obtenção de palmito, principalmente naqueles que tratam das características da autoecologia da espécie. As experiências dos agricultores mais antigos e habilitados, principalmente na identificação de matrizes superiores, épocas de plantio e manejo do sombreamento das plantas, são frequentemente incorporadas ao processo de desenvolvimento e aprimoramento das técnicas de manejo.

Não se têm disponíveis estudos relativos aos efeitos dos sistemas de produção do *E. edulis* sobre os atributos físicos e químicos do solo e tampouco relativos às exigências nutricionais da espécie. Os trabalhos de pesquisa referentes a esses aspectos restringem-se à avaliação das características químicas do solo em áreas de ocorrência natural da espécie (BOVI et al., 1988; ROCHA et al., 1988) relacionando-as, em alguns poucos trabalhos, com o desenvolvimento (taxa de crescimento) de indivíduos de *E. edulis* (MACEDO et al., 1978).

Os objetivos desta pesquisa são verificar os efeitos do cultivo do *E. edulis* em SAFs sobre os atributos de natureza física e química do solo (Capítulo I) e propor uma 1ª Aproximação de recomendação de adubação e calagem para a espécie nos princípios gerais do sistema de recomendação adotado pelos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina para outras espécies frutíferas (Capítulo II).

## REVISÃO DE LITERATURA

### 1 Histórico do Uso Econômico do *E. edulis* na Mata Atlântica e Perspectivas de Aproveitamento de Frutos para a Produção de Açaí<sup>1</sup>

O *Euterpe edulis* foi um componente típico das florestas nas regiões Centro, Sudeste e Sul do Brasil. A partir de meados do século XX tornou-se importante espécie comercial e consolidou-se como a maior fonte de matéria-prima para a indústria do palmito no País, convertendo-se em referência de qualidade desse produto. Isso determinou intenso extrativismo, o que acarretou, na década de 1960, que quase se tornasse extinta em seu habitat natural, do ponto de vista econômico (CLEMENT, 2000).

Atualmente o *E. edulis* encontra-se na lista oficial das espécies ameaçadas de extinção nos Estados de AL, BA, ES, GO, PB, PE, PR, SE, SP, SC, RJ, RN (MINISTÉRIO..., 2008). As empresas palmeiras, na ocasião em que o *E. edulis* já estava exaurido na maioria das áreas de sua ocorrência natural, migraram para o estuário do Rio Amazonas, onde existiam extensos povoamentos naturais de *Euterpe oleracea* – os chamados açaizais (CLEMENT, 2000).

O palmito *E. oleracea*, mesmo sendo considerado inferior em termos organolépticos e portador de maiores quantidades de defeitos (textura muito fibrosa, partes quebradiças, entre outras), quando comparado ao palmito proveniente do *E. edulis*, atraiu as agroindústrias palmeiras devido à grande extensão dos açaizais no Norte do País, aliada à capacidade de perfilhamento dessa espécie (ROGEZ, 2000). Segundo esse autor, a produção de palmito já foi considerada como atividade contribuinte à degradação da espécie, principalmente pelo fato de as empresas que o exploram não terem dado a atenção necessária no que se refere à regeneração da espécie, agindo contrariamente ao estabelecido em regulamentações federais. De qualquer forma essa espécie constitui-se ainda na maior fonte de matéria-prima para a agroindústria nacional do palmito (NOGUEIRA, 2006).

Considerando o atual estágio de degradação dos estoques de *E. edulis* em seu habitat natural, que o coloca na lista de espécies ameaçadas de extinção, se faz necessário repensar a estratégia de seu uso e conservação.

Esforços de pesquisa realizados pelo Instituto Agrônomo de Campinas e pelo Instituto Florestal de São Paulo, desde a década de 1970, e pelo Núcleo de Pesquisas de Florestas Tropicais da Universidade Federal de Santa Catarina a partir da década de 1980, foram significativos para o estabelecimento de parâmetros que permitem o manejo sustentado dessa espécie para a produção de palmito e para a fundamentação de políticas, ações e legislações, visando à obtenção mais racional do produto (REIS et al., 2002). Hoje os remanescentes do *E. edulis* encontram-se restritos à Floresta Ombrófila Densa inserida em unidades de conservação (pública ou privadas) ou em locais de relevo bastante acidentado, impróprios para agricultura, e de difícil acesso; a situação atual das populações da espécie é de fragmentação e degradação, com indicação de que a erosão genética de seus remanescentes

---

<sup>1</sup> O açaí é um produto obtido a partir do processamento dos frutos de palmeiras do gênero *Euterpe* da família Arecaceae. Na região Norte do País, este produto é obtido de palmeiras multicaules (*Euterpe oleracea* Martius) e de uma palmeira monocaule (*Euterpe precatoria* Martius) muito semelhante ao *Euterpe edulis* Martius (MAC FADDEN, 2005). Considerado um alimento de alto valor calórico e nutricional, o açaí é constituído principalmente por lipídeos, fibras, minerais e vitaminas, mas também rico em antocianinas e compostos fenólicos, apresentando alta capacidade antioxidante (RUFINO et al. 2010; MENEZES et al., 2011)

já seja expressiva e que o fluxo gênico entre as novas populações/fragmentos seja deficiente, ou mesmo inexistente (REIS et al.; 2000).

Essa constatação permite reflexões. Existem vários trabalhos científicos (MONTAGNINI et al., 1997; REIS et al., 2000a; PEREIRA, 2000; RIBEIRO & ODORIZZI, 2000) que comprovam a viabilidade econômica da exploração do palmito de *E. edulis*, seja por métodos de manejo sustentável ou por seu enriquecimento em florestas secundárias. Há, também, instrumentos legais que obrigam a exploração do palmito conforme a capacidade de regeneração dessa espécie. Mas tanto os estudos quanto a legislação não lograram êxito quer no tocante à reversão do risco de extinção do *E. edulis*, quer na tarefa de transformar em realidade - na escala e magnitude a que ela se propõe e que é desejável - a atividade de manejo sustentável por pequenos agricultores.

REIS et al. (2000), referindo-se à exploração do palmito, já constatavam que, em toda sua área de ocorrência, a situação da espécie é crítica como recurso passível de extração comercial, e que, apesar de todo seu potencial de regeneração/recuperação, a superexploração não permite tal recomposição.

REIS et al. (2002) apontam como principal causa do processo predatório do *E. edulis* a facilidade de extração e comercialização de seu palmito, associada à dificuldade/ineficiência de fiscalização, por órgãos ambientais, das agroindústrias de palmito registradas legalmente no IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). Muitas dessas indústrias se utilizam da prática corrente de comprar palmito clandestino juntamente com aquele produzido legalmente – justificando-a como necessária para baixar seus custos, mantê-las competitivas no mercado e viabilizar seu funcionamento constante. REIS et al. (2008) consideram que a produção clandestina de palmito – que inclui a exploração excessiva e o roubo, e o seu posterior processamento e comercialização ilegais - restringe a adoção de práticas de manejo em vários locais.

Nessa mesma linha, CORRÊA JUNIOR et al. (2008) apontam que a predominante exploração predatória do *E. edulis* para a obtenção de palmito compromete a viabilidade do seu manejo sustentável – que deve incluir prática de inventário florestal (densidade de plantas, estrutura populacional, número de plantas reprodutivas) e a caracterização das taxas de incremento da espécie na área a ser manejada, com vistas à definição dos ciclos de corte. Ressaltam ainda que, para produção de palmito, espécies cultivadas, como a palmeira real australiana (*Archontophoenix spp.*) e a pupunha (*Bactris gasipaes*), apresentam ciclo menor que o *E. edulis*, além da capacidade de perfilhamento (no caso da pupunha), que possibilita a exploração econômica do cultivo por vários ciclos.

Considerando os domínios da Mata Atlântica, segundo RODRIGUES & DURIGAN (2008), a pupunha se adaptou bem no Vale do Ribeira em SP e no sul da Bahia, e o seu cultivo segue em expansão, enquanto em Santa Catarina ocorre a expansão do cultivo da palmeira real; esta última tendência está sendo seguida pelo Paraná.

REIS et al. (2000) já apontavam a necessidade de desviar o foco da atenção do recurso palmito para o recurso semente do *E. edulis*, objetivando - através de incentivos e políticas públicas - a ampliação das áreas com população natural da espécie e o restabelecimento das vantagens relacionadas à manutenção de vários processos de dinamismo florestal e das inter-relações entre as espécies; o *E. edulis* está entre as espécies de maior importância como fornecedora de alimento para a fauna.

CORRÊA JUNIOR et al. (2008) observam que a “despeito do grande potencial do *palmito* [*E. edulis*] para ambos os propósitos de conservação e desenvolvimento, a produção sustentável de palmito é, ainda, uma ilusão em todas as regiões da Mata Atlântica...” Nesse contexto em que a perspectiva de sustentabilidade da produção econômica do palmito de *E. edulis* associada com a conservação da espécie e do ambiente começa a ser

questionada, ganha maior intensidade, a partir da década de 2000, a perspectiva de manejo e cultivo do *E. edulis* para produção de frutos e obtenção de açaí.

Enquanto a exploração do fruto do *E. oleracea* para a obtenção do açaí vem da época Pré-Colombiana, sendo largamente utilizada pela população amazônica, e já contando com pesquisas e estudos bastante avançados em todos os segmentos de sua cadeia produtiva, o aproveitamento do fruto do *E. edulis* para obtenção do açaí como atividade econômica é bastante recente.

Segundo MAC FADDEN (2005), o conhecimento da obtenção do açaí a partir dos frutos de *Euterpe edulis*, no âmbito do Estado de Santa Catarina, foi transmitido por uma tiradeira tradicional do Pará, Dona Edith Pessete, dando início ao aproveitamento desse recurso florestal no sul do Brasil. O fruto do *E. edulis* apresenta-se como interessante recurso florestal não madeireiro, perene, e com boa aceitação de mercado. A exploração do fruto dispensa o corte da palmeira; e os frutos, após processados, fornecem, além do açaí, grandes quantidades de sementes viáveis, aptas a sementeira (MAC FADDEN, 2005; CORRÊA JUNIOR et al., 2008; FARIAS, 2009).

O estabelecimento de indústria de processamento de açaí no Município de Garuva-SC - abastecida com frutos do *Euterpe edulis* cultivados em SAFs por pequenos produtores da região – reflete o potencial da atividade como geradora de renda. Ações recentes de pesquisa e extensão rural no Vale do Itajaí e no Litoral catarinense apontam para a viabilidade técnico-econômica da cultura e da industrialização do açaí (CALLEGARI, 2003; SILVA FILHO, 2005). Iniciativas de cultivo de *E. edulis* para a produção de frutos também ocorrem no litoral dos Estados de RS, PR, SP, RJ e BA (MAC FADDEN, 2005; PUPO, 2007; CHAIMSOHN et al., 2009; FARIAS, 2009).

O interesse por esse produto vem se consolidando no mercado nacional e internacional nas últimas décadas (OLIVEIRA & FARIAS NETO, 2010). Segundo dados da Secretaria de Estado da Agricultura do Pará (SECRETARIA..., 2011), esse Estado é o maior produtor nacional de frutos de *E. oleracea*; a produção do ano de 2010 atingiu 700.000 toneladas, envolvendo 50.000 famílias no processo de extração e produção. Ainda segundo essa fonte, o valor bruto da produção gerado na comercialização do açaí movimentou no mercado interno nacional 1,8 bilhões de reais: 62% no mercado nacional, 10% no mercado estadual e 28% no mercado local.

Segundo ROGÉZ (2000) os municípios do Pará, dependendo de sua localização, produzem e vendem especificamente frutos ou palmito, mas raramente os dois. De acordo com esse autor, os produtores tentam vender frutos quando podem comercializá-los em lugares que proporcionam maiores lucros, mas os locais de venda não podem ser muito afastados – os frutos estragam muito rapidamente. Ressalte-se que a exploração ecologicamente correta do palmito nos açaiçais necessita de uma superfície 2 a 6 vezes maior, para um lucro 4 a 9 vezes menor.

Estados como Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro, que não possuem dificuldades de escoamento de produção quando comparados ao Pará, permanecem explorando ilegalmente o palmito do *E. edulis* e importando açaí proveniente do Norte do País<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Assinala ROGÉZ (2000) que a demanda de açaí no mercado nacional, em especial na região Sul e Sudeste, cresceu muito entre os anos de 1990 e 2000. Segundo o autor, a divulgação do açaí nos Estados do Sul e Sudeste do Brasil foi feita por intermédio de uma propaganda gratuita, em novelas e emissoras de televisão, canções, revistas e periódicos de ampla divulgação nessas regiões. Ao contrário do que ocorre no Estado do Pará, o perfil do consumidor dos Estados do Sul e Sudeste é de classe média a alta, porque o preço é alto, e esses consumidores, geralmente praticantes de esportes e adeptos de uma vida saudável, foram atraídos pelas propriedades calóricas e medicinais do açaí.

Em Santa Catarina, é ainda insuficiente a oferta de matéria-prima (frutos) proveniente dos cultivos de *E. edulis* para o pleno funcionamento da indústria de processamento instalada no Município de Garuva, mesmo contando com uma rede organizada de fornecedores de frutos em vários locais do Estado. Indústrias de grande porte, também localizadas no Estado, e que utilizam a polpa de açaí congelada em seus processos produtivos, têm dado preferência à compra do açaí produzido na região. Um dos motivos da preferência de compra do açaí produzido localmente é a desfavorável qualidade do açaí proveniente da região norte com destino ao Sul do País, comercializado na sua totalidade sob forma congelada: parte dos empresários do Norte do País exporta um açaí muito diluído, para compensar os custos elevados de congelamento, armazenagem e transporte em câmaras frias (ROGEZ, 2000). Essa realidade mostra que existe mercado aberto para os frutos produzidos e processados no Estado de Santa Catarina, principalmente para atender a grandes mercados consumidores como Rio de Janeiro, São Paulo e Porto Alegre.

Segundo NOGUEIRA (2006), o crescimento do mercado interno para frutos de açazeiro em taxas superiores a 30% ao ano, aliado ao incremento nas exportações desse produto, fez com que houvesse um reflexo imediato na valorização do produto, resultando no aumento dos açazais naturais manejados em áreas de várzeas, e no estímulo à implantação de cultivos em terra firme. A cultura do açazeiro tornou-se, assim, atividade de importante fonte de renda e de geração de empregos para as regiões produtoras do Norte do País (NOGUEIRA, 2006). Atualmente o cultivo do *E. oleracea* para obtenção de frutos tem se expandido nessa região principalmente como alternativa de renda em áreas degradadas (OLIVEIRA & NETO, 2010).

Sob o ponto de vista de conservação da espécie, é importante considerar que a agrossilvicultura do *E. edulis* para a obtenção de frutos visa ao estabelecimento e à manutenção de 500 a 800 indivíduos reprodutivos por hectare. Esse número é superior aos verificados em levantamento bibliográfico feito por SEOANI (2007), com base em diversos estudos em diferentes localidades; os dados levantados por este autor mostram a ocorrência natural de 9 a 468 indivíduos adultos por hectare, dependendo da região de estudo. Esse aumento no número de indivíduos reprodutivos por área, se devidamente respeitadas a variabilidade genética e a procedência das mudas, pode contribuir para a manutenção da variabilidade genética e para a conservação da espécie.

Outro aspecto levantado por BOVI (*in press*, citado por ROGEZ, 2000) - referindo-se à extração de palmito de *E. oleracea* nos açazais – é que os cortes frequentes dos mesmos açazeiros para extração de palmito representam, na verdade, um processo de seleção negativa, já que as palmeiras mais vigorosas são aquelas que serão mais cortadas. No caso do manejo agroflorestal do *E. edulis* para produção de frutos – diferentemente de seu manejo para obtenção do palmito, em que, sistematicamente, se cortam e eliminam as plantas mais precoces e vigorosas - a seleção é positiva, ou seja, os indivíduos mais produtivos e precoces são mantidos preferencialmente no sistema e gerarão descendentes por vários ciclos produtivos. Como foi citado, após a retirada da polpa do fruto, a semente continua viável, podendo ser utilizada em projetos de restauração e repovoamento em áreas superexploradas. Resgatar a viabilidade do uso econômico do *E. edulis* e sua presença na paisagem dos agroecossistemas dos pequenos agricultores inseridos na Mata Atlântica configura-se em potencial estratégia para tirar a espécie da lista de ameaçada de extinção.

## **2 *Euterpe edulis* Martius: Características Gerais e a Agrossilvicultura da Espécie para Fins de Uso Múltiplo – Palmito e Frutos**

### **2.1 Ocorrência Natural**

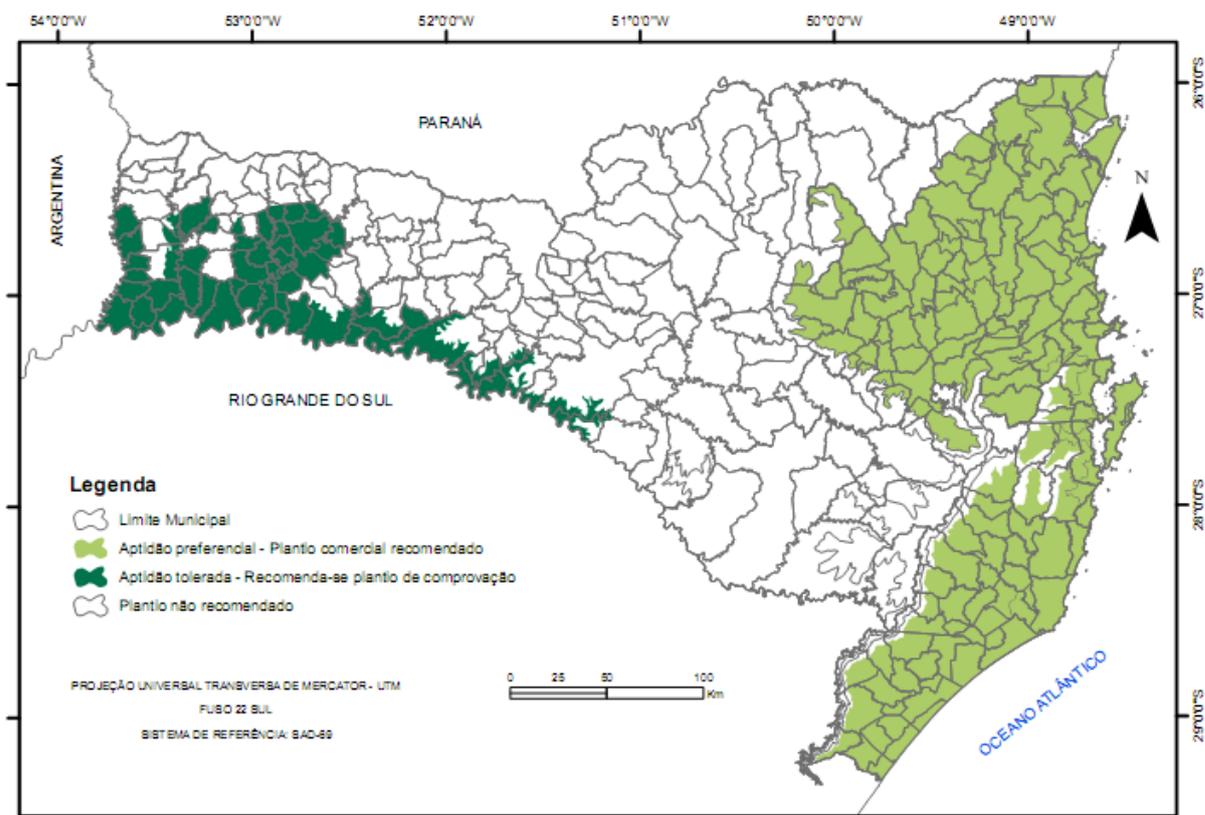
A espécie *Euterpe edulis* Martius, conhecida popularmente como ripeira, içara, juçara, palmitreiro, é uma monocotiledônea pertencente à ordem Arecales e à família botânica Arecaceae. Tem ampla dispersão e ocorre naturalmente – desde o nível do mar até 1000 metros de altitude - na costa atlântica do Brasil e em áreas adjacentes, desde o estado do Rio Grande do Norte até o do Rio Grande do Sul, abrangendo também a região nordeste da Argentina e sudeste do Paraguai -, de modo preferencial em encostas íngremes da floresta e raramente em áreas alagadas (HENDERSON, 2000). REIS et al. (2000) observaram que, de modo predominante, a espécie ocorre originalmente nos domínios da Mata Atlântica, em especial nos estratos médios das formações Ombrófila Densa e na maior parte das formações Estacional Decidual e Estacional Semidecídua – estas últimas na Bacia do Rio Paraná e Uruguai, vindo desde o Mato Grosso do Sul e Goiás. Os autores citam também sua ocorrência na formação Ombrófila Mista e no Cerrado, nesses casos restrita às áreas ciliares e a altitudes entre 700 e 900 metros.

### **2.2 Clima e Solo**

CARVALHO (1994) cita que a espécie ocorre em regiões de tipos climáticos Af, Am, Aw, Cfa, Cwa, Cwb (pela classificação de Köppen) e precipitação pluviométrica média anual entre 1.000 mm e 2.200 mm. Porém CORRÊA JUNIOR et al. (2008) indicam 1.500 mm anuais como índice pluviométrico mínimo para o bom desenvolvimento dessa palmeira. Segundo CARVALHO (1994), nas áreas de sua ocorrência, a temperatura média anual varia entre 17°C a 26 °C, com temperatura média do mês mais quente de 20 °C a 27 °C e temperatura média do mês mais frio de 13 °C a 24 °C – esta palmeira apresenta moderada tolerância a geadas. BOVI et al. (1988), citando estudos desenvolvidos no Estado de SP, dividem as regiões climáticas de ocorrência do *E. edulis* em as que possuem temperatura e precipitação elevadas - temperatura média anual em torno de 20 a 23°C e pluviosidade ao redor de 1.400 a 2.800 mm – e as que apresentam temperatura amena e precipitação média – temperatura média anual entre 18 a 20 °C e pluviosidade média anual de 1.300 a 1.500 mm -, mas bem distribuída durante o ano. Os autores ressaltam que o chuvas bem distribuídas e o calor úmido promovem o rápido crescimento do *E. edulis*.

Aproximadamente trinta por cento do território catarinense apresenta condições edafoclimáticas adequadas para o cultivo do *E. edulis*. Na Figura 1 estão representadas as áreas consideradas como preferenciais para o plantio comercial de *E. edulis* no Estado de Santa Catarina (THOMÉ et al., 1999).

Quanto ao tipo e à fertilidade do solo, o *E. edulis* desenvolve-se bem mesmo em solos com faixa de pH entre 4,1 e 5,6 e preferencialmente em solos com boa umidade e bem drenados, não tolerando solos excessivamente rasos e encharcados (BOVI et al., 1988; CORRÊA JUNIOR et al., 2008). CROMBERG & BOVI (1992) destacam que o maior ou menor crescimento e desenvolvimento dessa espécie é determinado principalmente pela condição hídrica do local. MACEDO et al. (1978), testando o desenvolvimento dessa espécie em diferentes solos, em uma mesma localidade, não verificaram nenhuma interferência no incremento médio mensal com relação ao pH e aos elementos químicos e físicos nas áreas em estudo; ressaltam, porém, a preferência da espécie por solo com elevados teores de matéria orgânica. BOVI et al. (1988) referem que o *E. edulis* parece suportar alto teor de alumínio trocável.



**Figura 1.** Mapa temático com as regiões de aptidão para o cultivo de *E. edulis* em Santa Catarina  
 Fonte: adaptado de THOMÉ et al. (1999)

### 2.3 Características Gerais de Interesse à Agrossilvicultura

É uma espécie perenifólia, ombrófila, mesófila ou levemente higrófila, de estipe reto e cilíndrico, não estolonífera (REITZ et al., 1978). Normalmente apresenta ótima vitalidade, agressividade, elevada plasticidade e produção abundante de frutos e sementes férteis (REITZ et al., 1978; CORRÊA JUNIOR et al., 1998). A palmeira adulta apresenta raízes que se estendem lateralmente até cerca de 6 metros do estipe, podendo chegar a uma profundidade de 1,5 metro; no entanto, o sistema radicular apresenta-se bastante superficial, possuindo a maior porcentagem de raízes responsáveis pela absorção de água e nutrientes nos primeiros 20 cm do solo (BOVI et al., 1992). BOVI et al. (1988) verificaram a associação de micorrizas arbusculares com as raízes de *E. edulis* em plantios no campo, o que normalmente melhora a absorção de nutrientes pelas plantas. O *E. edulis* pode ser considerado autocompatível, porém de reprodução predominantemente alógama; apresenta protandria acentuada, é uma espécie entomófila e em alguns casos pode ser polinizada pelo vento (MANTOVANI & MORELLATO, 2000).

Os fatores luz, nutrientes e umidade têm grande influência nos padrões de produtividade dessa espécie, seja para obtenção do palmito ou para produção de frutos. Determinadas características da espécie devem ser consideradas com vistas ao sucesso do cultivo, como a necessidade de sombreamento – em torno de 50% - e de alto teor de umidade do ar e do solo no início de seu desenvolvimento (YAMAZOE et al., 1986; BOVI et al., 1988; MACEDO et al., 1978).

CALDEIRA et al. (1996) afirmam que o *E. edulis*, após certa idade, deve receber maior luminosidade e até radiação solar direta, pois isto lhe proporciona um menor crescimento em altura e um aumento no crescimento de seu diâmetro. BOVI et al. (1988) apontam que, a partir do terceiro ano de plantio, a espécie já tolera luminosidade plena. Assim como indivíduos que recebem grande quantidade de luz tendem a emitir maior número de inflorescência e a ser mais produtivos, um indivíduo reprodutivo não emitirá inflorescências sem que tenha capacidade mínima de reservas para formação de frutos – 50% do sucesso da formação de frutos é determinado por esta capacidade, sendo também decisivos fatores como disponibilidade de pólen, polinizadores e condições ambientais favoráveis (MANTOVANI & MORELLATO, 2000). Ainda segundo esses autores, em condições de ocorrência natural na Floresta Tropical Atlântica, de todas as inflorescências emitidas pela planta apenas 60% formarão infrutescências. É importante ressaltar que nem todos os anos o *E. edulis* emite infrutescências, indicando a ocorrência da alternância de produção, conforme observado por REIS (1995) em condições de mata nativa e por MAC FADDEN (2005) e FARIAS (2009) em sistemas agroflorestais.

O período entre a germinação da semente e o início do florescimento varia de seis a dez anos (BOVI et al., 1988; MANTOVANI & MORELLATO, 2000; MAC FADDEN, 2005; FARIAS, 2009). Em SAFs do litoral norte de Santa Catarina, nos ambientes com maior luminosidade, a primeira floração ocorre no quinto ano após o plantio (observações não publicadas feitas pelo grupo de pesquisa do Projeto Flora Catarinense da Epagri - Estação Experimental de Itajaí). O ciclo de corte para obtenção de palmito varia de 6 a 10 anos, também em função dos fatores acima descritos (luminosidade, disponibilidade de água e nutrientes).

A agrossilvicultura permite um maior controle da incidência luminosa nos diferentes estádios ontogênicos da planta, e quando bem manejada favorece a precocidade, a produtividade de palmito, de frutos e a maturação uniforme dos cachos. A diversidade de espécies presentes nos sistemas agroflorestais (SAFs) também contribui para a atração e fixação de insetos polinizadores no ambiente produtivo. Não só um adequado manejo da umidade e da fertilidade do solo, da luminosidade, das condições ambientais que favorecem o estabelecimento de espécies polinizadoras, como também o controle de espécies competidoras, principalmente gramíneas, são imprescindíveis para o sucesso do cultivo do *E. edulis*, tanto para a produção de frutos, quanto para a obtenção de palmito.

## **2.4 Obtenção das Sementes**

A propagação do palmitreiro é obtida a partir de sementes. A seleção de plantas matrizes visando ao estabelecimento de um pomar produtivo deve priorizar indivíduos vigorosos e com histórico de boa produtividade e sanidade. Por se tratar de uma espécie predominantemente de fecundação cruzada, não é recomendada a utilização de sementes obtidas de plantas isoladas, devido aos possíveis efeitos de endogamia, que, dependendo da intensidade, podem afetar significativamente as características relacionadas ao crescimento e desenvolvimento das plantas (NODARI et al., 2000).

A coleta de sementes deve ser efetuada diretamente no cacho e quando o fruto estiver maduro (cor róseo-luzente). O estágio de maturação afeta a germinação, e os frutos que já se encontram no solo podem ter o poder germinativo de sua semente prejudicado (MARTINS & LIMA, 1999). QUEIROZ & LIN (1988) observaram que frutos de palmitreiro mais maduros apresentaram maior vigor (índice de velocidade de germinação), e frutos com maior diâmetro apresentaram maior percentagem de germinação. A origem do material também influencia na velocidade e porcentagem final de germinação, podendo variar de 53% a 91% a porcentagem

total de emergência, conforme constataram BOVI et al. (1988), testando sementes de cinco introduções de *E. Edulis*, no Estado de SP.

Em condições naturais, a germinação das sementes de palmitreiro é lenta e desuniforme - variando de três a seis meses; podendo esse período ser uniformizado e reduzido a dois meses através do despulpamento (BOVI, 1988). Considerada uma espécie recalcitrante, a principal causa da rápida perda de viabilidade da semente do *E. edulis* é a sua desidratação, recomendando-se que a semeadura seja realizada logo após a despolpa (QUEIROZ, 2000). Havendo a necessidade de armazenamento da semente, recomenda-se seu acondicionamento, já despulpada, em plásticos hermeticamente fechados sob refrigeração em torno de 5°C, por até cinco meses (BOVI et al., 1988; CORRÊA JUNIOR et al., 1998).

A despolpa pode ser realizada manualmente, deixando-se os frutos maduros umedecidos, por três ou quatro dias, em sacos plásticos fechados; após este período, as sementes já apresentam a polpa praticamente solta, bastando passá-las por peneiras grossas em água corrente (MARTINS & LIMA, 1999).

## 2.5 Formação das Mudanças

As mudas de *E. edulis* podem ser produzidas em tubetes de plástico rígido, cônicos, com dimensões mínimas de 14 cm de altura e 4 cm de diâmetro ou em sacos plásticos de polietileno de 14 x 8cm, devendo ser pretos, com espessura adequada para resistir cerca de doze meses no canteiro, ter fundo sanfonado e serem perfurados para drenagem do excesso de água (RAMOS & HECK, 2004). Segundo CORRÊA JUNIOR et al. (2008), a semeadura pode ser feita diretamente no recipiente escolhido, devendo ser enterradas a uma profundidade de 1,5 a 2,0 cm.

OLIVEIRA (2009) testando diferentes embalagens para produção de mudas de *E. edulis* verificou que, aos 7 meses após a repicagem, as mudas produzidas em sacos plásticos (14 x 20 cm) apresentaram os maiores valores para altura, diâmetro do colo, peso da matéria seca da raiz e da parte aérea, quando comparadas às mudas produzidas em tubetes de 280 cm<sup>3</sup> e de 140 cm<sup>3</sup>.

As mudas devem ser mantidas sob um sombreamento de 50% na fase de viveiro e é recomendável que se efetue uma aclimação ou rustificação gradativa da muda antes de levá-las ao campo para o plantio; este processo de rustificação deve durar entre 6 e 10 dias (CORRÊA JUNIOR et al., 2008). Segundo esses autores, as mudas estarão prontas para o plantio definitivo no campo quando atingirem 10 a 15 cm de altura – medidos do colo da planta até a inserção da folha vela (folha não aberta), o que ocorre entre o 8º e 14º mês após a semeadura.

## 2.6 Sistemas de Produção do *E. edulis* para Uso Múltiplo

Três são os sistemas tradicionalmente recomendados para o cultivo de *E. edulis* para fins de produção de palmito: a) plantio sob mata nativa, b) sistemas agroflorestais de sombreamento temporário e c) sistemas agroflorestais com sombreamento permanente (BOVI et al., 1988; CORRÊA JUNIOR et al., 2008).

Com a perspectiva da produção e comercialização dos frutos de *E. edulis*, técnicos e produtores rurais do litoral de Santa Catarina vêm gradativamente direcionando as práticas agrossilviculturais das áreas cultivadas com esta espécie com vistas à produção de frutos como produto âncora e o palmito como produto complementar. Descreve-se a seguir, de forma sucinta, os dois principais sistemas agrossilviculturais de *E. edulis* que priorizam a produção de frutos, não sendo aqui relatado o sistema de produção de *E. edulis* sob mata

nativa, uma vez que esse sistema é recomendado *a priori* exclusivamente para a produção de palmito.

### **2.6.1 Sistemas agroflorestais de sombreamento temporário**

Este é o sistema com maior potencial produtivo de frutos e de palmito. O princípio do sistema é implantar uma densidade relativamente alta de indivíduos de *E. edulis* em consórcio com outras espécies (agrícolas ou arbóreas) e, no quinto ano após o plantio, realizar um desbaste seletivo do *E. edulis*, mantendo apenas o número de palmeiras que ficarão no sistema como produtora de frutos. Carece-se ainda de estudos científicos aprofundados sobre qual seja a melhor densidade de palmeiras a ser recomendada para a obtenção de altos rendimentos de frutos/planta. No entanto, os trabalhos de MAC FADDEN (2005) e FARIAS (2009) - desenvolvidos em SAFs no litoral catarinense indicam que a densidade final para produção de frutos deva permanecer na faixa entre 500 e 835 indivíduos/ha, em espaçamentos variando de 5,0 x 4,0m a 4,0 x 3,0m. A definição do número de plantas/ha deve levar em conta a disponibilidade dos fatores ambientais locais (água, nutrientes, exposição solar) e o arranjo espacial, as características e a densidade das espécies consorciadas com o *E. edulis* nesses sistemas.

Visando à produção exclusivamente de palmito em sistemas de *E. edulis* consorciado com banana, BOVI (1988) obteve melhor produtividade, em g de palmito/planta, nos espaçamentos 2,0 x 2,0m e 2,0 x 1,5m. A recomendação neste sistema é realizar o plantio no espaçamento 2,0 x 1,5m, e, entre o 4º e 5º ano após o plantio, selecionar as melhores plantas (de 500 a 834) - em uma distribuição espacial favorável - utilizando critérios como vigor, precocidade e sanidade. Recomenda-se abater as inferiores para obtenção de palmito. Esta estratégia é interessante, não só pelo valor obtido pela venda do palmito, mas também por levar em consideração que o *E. edulis* não é uma planta domesticada e nem melhorada geneticamente (NODARI & FANTINI, 2000), e portanto, adotando esta estratégia de condução do cultivo, estabelece-se o primeiro passo de uma seleção positiva no pomar.

Para o Estado de Santa Catarina o plantio deve ser realizado por mudas entre os meses de maio a novembro (CORRÊA JUNIOR et al., 2008). A adubação deve ser realizada conforme análise de solo. No caso de não haver espécies que forneçam o sombreamento inicial necessário, utilizar leguminosas arbustivas de rápido crescimento em aléias, tais quais: guandu, crotalária, flemingea, entre outras. Os tratos culturais neste sistema são mais intensivos, recomendando-se práticas de controle de mato-competição, sem, no entanto, utilizar a capina mecânica, para evitar danos ao sistema radicular superficial da espécie.

### **2.6.2 Sistemas agroflorestais com sombreamento permanente**

Este sistema é também recomendado para finalidade de uso múltiplo do *E. edulis* e segue as mesmas orientações do sistema com sombreamento temporário. No entanto, a densidade de indivíduos de *E. edulis* na implantação deverá ficar mais próxima do limite inferior (2500 plantas/ha) pois há de ser considerado, neste sistema, a presença do componente arbóreo. Após o desbaste seletivo, a densidade de indivíduos de *E. edulis* produtores de frutos deverá ficar mais próxima do limite inferior da faixa recomendada (500 a 834 pl/ha), justamente em função do sombreamento das espécies arbóreas. Esse sistema é o mais recomendado para utilização em áreas de APP e ARL, por ser mais diversificado. O procedimento de seleção e desbaste é o mesmo recomendado para o sistema descrito anteriormente.

Devem-se priorizar espécies arbóreas de interesse econômico e ecológico, bem como espécies de rápido crescimento e com boa conformação de copa e fitossanidade. BOVI et al.

(1988), em estudos para a produção de palmito de *E. edulis* no Estado de São Paulo, indicam as seguintes espécies arbóreas a serem consorciadas: canafístula (*Peltophorum dubium*), *Grevilea robusta*, *Erythrina spp*, *Ingá edulis*, *Gliricidea sepium*, seringueira (*Hevea brasiliense*).

Na ausência de espécies arbóreas por ocasião do plantio, ou por decisão de compor os SAFs com baixa densidade de árvores, recomenda-se o sombreamento temporário de *E. edulis* - necessário para a fase inicial de seu crescimento – utilizando-se espécies leguminosas de ciclo mais curto, como o guandu e as crotalárias, entre outros. O consórcio banana x palmito x gapuruvu, bastante utilizado no litoral norte de Santa Catarina, tem-se mostrado eficiente na prevenção de doenças foliares da banana (sigatoka amarela) e proporcionado um ambiente favorável ao crescimento e desenvolvimento do *E. edulis*.

Os tratos culturais seguem os mesmos recomendados e descritos no sistema anterior.

## 2.7 Estimativas de Produção de Palmito e Frutos

Quanto à produção de palmito, BOVI et al. (1988) e FANTINI et al. (1997) afirmam que o rendimento pode ser estimado, com boa precisão, a partir de várias características fenotípicas não destrutivas dos palmiteiros, dentre as quais destaca-se o DAP (diâmetro à altura do peito) da planta, por ser de fácil obtenção e por apresentar alta correlação com o rendimento industrial. Segundo CORRÊA JUNIOR et al. (2008), uma planta de *E. edulis* só deve ser cortada quando tiver pelo menos 6 cm de DAP, e deve produzir cerca de 55g de palmito. Ainda segundo esses autores, para produzir um vidro de palmito (300g) um indivíduo de *E. edulis* deve ter pelo menos 10,2 cm de DAP.

Quanto à produção de frutos, BOVI et al. (1988) observam que a vida reprodutiva do *E. edulis* está em torno de 30 anos, porém não se têm, ainda, informações precisas acerca da longevidade da produção de frutos e da variação de sua produtividade em função da idade da planta. É de conhecimento dos produtores e técnicos que no primeiro ano produtivo dessa palmeira o peso dos cachos é reduzido, estabilizando-se a partir do segundo e terceiro ano reprodutivos.

Seus cachos são formados por milhares de frutos drupáceos, esféricos, de cor quase preta ou negro-vinosa, que medem de 10 a 15 mm de diâmetro e pesam em média um (1) grama (REITZ, 1974; REIS, 1995; HENDERSON, 1996).

É importante ressaltar que nem todos os anos o *E. edulis* emite infrutescências, fato indicativo da ocorrência de alternância de produção, conforme observado por REIS (1995) em condições de mata nativa e por FARIAS (2009) e MAC FADDEN (2005) em sistemas agroflorestais.

Estudo realizado por MAC FADDEN (2005) em SAFs de *E. edulis* no Município de Garuva – SC (litoral norte catarinense) estimou a produtividade média de 8,5 kg de frutos/planta/ano. FARIAS (2009), em pesquisa realizada em SAFs de *E. edulis* situados nas diferentes regiões bioclimáticas indicadas como preferencialmente aptas ao cultivo dessa espécie no Estado de Santa Catarina, mostrou valores de produtividade média de 3,5 kg de frutos selecionados/planta/ano. Entende-se por frutos selecionados aqueles aptos ao processamento para obtenção de açaí. Porém, por pesquisarem SAFs com diferentes densidades de *E. edulis* – os dois autores estimam, de forma conservadora, valores semelhantes de produtividade média: girando em torno de 4.000 kg/ha/ano de frutos em SAFs com densidades que variam de 800 a 1000 plantas/ha. De toda forma, são informações importantes, mas que necessitam de estudos mais pormenorizados para diferentes composições de SAFs e de localidades de cultivo.

FARIAS (2009) destaca que o Estado de SC tem potencial para manter uma cadeia produtiva com fornecimento regular de frutos maduros em diferentes épocas do ano,

provenientes de diferentes regiões com distintas altitudes e condições climáticas, ou seja, com capacidade para manter uma linha de produção com oferta de frutos maduros ao longo dos 12 meses do ano.

## 2.8 Pragas e Doenças

Segundo BOVI et al. (1988) e SANTANA (2008), dentre as pragas que podem causar danos ao *E. edulis* destaca-se o *Rhyncophorus palmarum* (Coleóptera: Curculionidae). Este inseto encontra-se disperso por quase toda a região tropical, e ataca as palmeiras instalando-se no seu ápice, onde as larvas se desenvolvem alimentando-se da parte interna e apical, destruindo o ponto de crescimento e causando a morte da planta. Seu controle pode ser feito utilizando-se ferormônio Rhyncoferol associado com iscas de cana-de-açúcar como atrativo alimentar, devendo ser essas iscas vistórias periodicamente, com o objetivo de coletarem-se e destruir os insetos capturados. Pode-se utilizar também o controle biológico através do fungo *Beauveria bassiana*, patogênico ao *R. palmarum*.

BOVI et al.(1988) também fazem referência a várias espécies de insetos causando danos a palmeiras de *E. edulis*, tanto jovens quanto adultas; em sua grande maioria, trata-se de espécies polípagas, que se alimentam também de outras plantas, cultivadas ou não. Os autores citam o caso dos gafanhotos, cigarrinhas e cochonilhas.

Poucos são os registros de ocorrências fitossanitárias em *E. edulis* (SANTOS et al., 2008), porém esses autores citam o *E. edulis* como hospedeiro do fungo *Colletotrichum gloesporioides*. O patógeno afeta as folhas, o caule e os frutos das plantas, caracterizando-se por manchas arredondadas e deprimidas, de coloração marrom, com anéis concêntricos onde aparecem as estruturas do fungo de cor escura; essas lesões servem como porta de entrada para patógenos secundários. Ainda segundo esses autores, o fungo causa danos principalmente na fase de viveiro e no primeiro ano no campo, e recomendam tomar medidas culturais no viveiro (não favorecer a umidade excessiva do ambiente), utilizar quebra-ventos e não aplicar doses excessivas de N na nutrição das mudas, separar e agrupar as plantas doentes (retirando-as se possível do ambiente das mudas saudáveis) e complementarmente empregar o uso de fungicidas.

Em Santa Catarina, até o momento, não se observaram até então danos significativos nos cultivos de *E. edulis* por pragas ou doenças. No entanto, deve-se buscar sempre a diversidade de espécies nos SAFs que promovam o equilíbrio do ecossistema e da população desses insetos.

## 3 Mata Atlântica e sistemas agroflorestais: aspectos gerais e legislação pertinente

Grande parte das florestas nativas da Mata Atlântica foi derrubada para ser a área ocupada por monocultivos agrícolas e/ou pastagens degradadas (DUBOIS, 2008). Segundo CAMPELLO et al. (2006), o modelo de produção adotado pela maioria dos sistemas agrícolas nos trópicos compromete a qualidade do solo e, conseqüentemente, os recursos hídricos. Esses autores apontam ainda que sistemas integrados de produção, com destaque para os sistemas agroflorestais, possibilitam tanto a melhoria do ambiente - principalmente pela presença do componente arbóreo -, quanto a promoção socioeconômica do setor, por meio da diminuição dos custos de produção e da inserção de seus produtos em nichos de mercado competitivos, que valorizam a qualidade dos serviços socioambientais.

Os sistemas agroflorestais, são definidos por NAIR (1998), como um sistema de ordenamento do solo, que permite aumentar a produção total e combinar simultaneamente, ou de maneira escalonada, os cultivos de espécies florestais com espécies agrícolas e ou pecuária, aplicando práticas compatíveis com a população local.

DUBOIS (2008), abordando a conceituação de SAFs, considera que a mais recente definição adotada pelo Centro Mundial Agroflorestal (World Agroforestry Centre) - “A agrossilvicultura é a integração de árvores em paisagens rurais produtivas” - caracteriza-se por ser desejavelmente sucinta e abrangente e por incorporar o reconhecimento internacional sobre a importância das árvores tanto nos sistemas de produção (florestas e agroflorestas), como nas paisagens.

Os sistemas agroflorestais são comprovadamente os sistemas produtivos que propiciam a geração de alimentos, produtos e serviços, da forma mais equilibrada e harmônica com os ecossistemas. BAGGIO (2004) associa às práticas agroflorestais benefícios ambientais (aumento da biodiversidade, aumento da produção e melhoria da qualidade da água, amparo à fauna, reciclagem de nutrientes, aumento da matéria orgânica); benefícios sociais (oferta de emprego, melhoria da saúde) e benefícios econômicos (diversificação na oferta de produtos, valorização das paisagens e dos produtos).

ARMANDO et al. (2002), por sua vez, defendem a técnica denominada “agrofloresta” ou sistema agroflorestal como importante ferramenta para a agricultura familiar por reunir vantagens econômicas e ambientais. RODRIGUES et al. (2004) consideram o consórcio cultura agrícola/árvores, que caracteriza a agrossilvicultura, um sistema capaz de reverter o processo de degradação ambiental, porque possibilita a adoção de soluções econômicas e de práticas agrícolas que permitem aos agricultores obterem renda e produção, simultaneamente à recuperação de remanescentes florestais. MULLER (2007) define os sistemas agroflorestais como um sistema de produção apropriado aos trópicos úmidos por apresentar estrutura que se assemelha à da floresta primária, aliada à presença de grande biodiversidade e geradora de pouca ou nenhuma degradação do meio ambiente.

FRANCISCO et al. (2004) entrevistaram profissionais de ciências ambientais, agrárias e florestais (pesquisadores de instituições públicas, analistas ambientais e extensionistas com atuação no Estado de São Paulo) questionando-os sobre a pertinência do uso de sistemas agroflorestais para recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APP) e recomposição de Reserva Legal (RL). A enquete conduzida pelos autores mostrou que 95% dos entrevistados recomendam o uso desse sistema produtivo como meta provisória e intermediária para a recuperação das APPs. Ressalta-se que o caráter provisório e intermediário não define prazos específicos, podendo ser de 10, 20 ou até 30 anos, dependendo da estratégia técnica de recuperação/restauração da área degradada.

Os benefícios ambientais e sociais proporcionados pelos SAFs passaram a ser reconhecidos nos instrumentos legais que normatizam o uso do solo nas propriedades agrícolas, sobretudo nas que estão inseridas na Mata Atlântica. RAMOS FILHO et al. (2004), fazendo uma análise das alterações efetuadas na legislação florestal brasileira nos anos imediatamente anteriores à publicação de seu trabalho, concluíram que essas caminham na direção de diminuir os conflitos entre as normas legais e a viabilidade socioeconômica da pequena agricultura familiar. Os autores referem-se principalmente ao avanço que representa a inovação de se considerarem certas atividades como atividade de interesse social; esse enquadramento acolheria as “atividades de manejo agroflorestal sustentável praticadas na pequena propriedade ou posse rural familiar, que não descaracterizem a cobertura vegetal e não prejudiquem a função ambiental da área”, conforme Medida Provisória nº 2.166-67 (BRASIL, 2001). Ainda segundo RAMOS FILHO et al. (2004), essa definição torna-se fundamental, pois, no Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965) em seu Parágrafo 1º do Art.3º, já estava prevista a possibilidade de intervenção em APP no caso, dentre outros, de atividades ou projetos de interesse social, mediante prévia autorização do órgão ambiental competente; não há, porém, nesse texto, detalhamento de quais atividades poderiam ser caracterizadas como de interesse social.

Outros aspectos importantes para o uso de SAFs aparecem na Medida Provisória de 2001 em seu inciso I, Parágrafo 2º do Artigo 1º, que define: *“pequena propriedade rural ou posse rural familiar como aquela explorada mediante o trabalho pessoal do proprietário ou posseiro e de sua família, admitida a ajuda eventual de terceiro e cuja renda bruta seja proveniente, no mínimo, em oitenta por cento, de atividade agroflorestal ou do extrativismo...”*, cuja área não supere 30 hectares no que se refere a propriedades localizadas na quase totalidade dos domínios da Mata Atlântica. Nessa mesma medida provisória, em seu inciso II, Parágrafo 2º do Artigo 1º, está incluída a seguinte definição de APP: *“área de preservação permanente é a área protegida [...] coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.”* No inciso III, Parágrafo 2º do Artigo 1º da referida Medida Provisória é definido como ARL: *“a área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção da fauna e da flora nativa.”*

Ainda na Medida Provisória de 2001, nos Parágrafos 2º e 3º do Artigo 16, está estabelecido que a vegetação da ARL não pode ser suprimida, podendo apenas ser utilizada sob regime de manejo florestal sustentável, e que, para o cumprimento da manutenção ou compensação da área da Reserva Legal em pequena propriedade ou posse familiar rural, podem ser computados os plantios de árvores exóticas, cultivadas em sistema intercalar ou consorciado com espécies nativas.

A Resolução do Conama Nº 369 (CONAMA, 2006) - que regulamenta a intervenção em APP - ratifica o descrito na Medida Provisória de 2001 e considera, como uma das definições de interesse social passível de intervenção em APP, o manejo agroflorestal ambientalmente sustentável; define ainda que qualquer intervenção é vedada em casos de APP de nascentes, manguezais e dunas. Ainda nessa Resolução, em seu Artigo 10, considera-se como intervenção e supressão de baixo impacto ambiental e passível de licenciamento pelo órgão ambiental competente o plantio de espécies nativas produtoras de frutos, sementes, castanhas e outros produtos vegetais em áreas alteradas, plantadas junto ou de modo misto.

A Lei Nº 11.428, chamada de Lei da Mata Atlântica (BRASIL, 2006) - que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma da Mata Atlântica -, contribuiu para esclarecer o que é considerado pequeno agricultor, definição importante no que diz respeito à utilização de SAFs em APP por essa categoria; em seu inciso I do Artigo 3º, define-se o que é considerado pequeno produtor rural: *“aquele que, residindo na zona rural, detenha a posse de gleba rural não superior a 50 ha, explorando-a mediante o trabalho pessoal e de sua família, admitida a ajuda eventual de terceiros, bem como as posses coletivas de terra considerando-se a fração individual não superior a 50 ha, cuja renda bruta seja proveniente de atividades ou usos agrícolas, pecuários ou silviculturais, ou do extrativismo rural em 80% no mínimo”*.

A Resolução Conama Nº 425 (CONAMA, 2010) – que dispõe sobre a caracterização de atividades e empreendimentos agropecuários sustentáveis como de interesse social para fins de produção – define em seu Artigo 1º e nas alíneas II e III do Artigo 2º que o órgão ambiental competente pode regularizar a intervenção ou a supressão de vegetação em APP ocorrida até 4 de julho de 2006, para os empreendimentos agropecuários consolidados dos agricultores familiares que, dentre outros, se caracterizem: a) por atividades de manejo agroflorestal sustentável, desde que não descaracterizem a cobertura vegetal e não prejudiquem a função ambiental da área; e b) pela manutenção de culturas com espécies lenhosas ou frutíferas perenes, não sujeitas a cortes rasos sazonais, desde que utilizadas

práticas de manejo que garantam a função ambiental da área, em toda a extensão das elevações com inclinação superior a 45°, inclusive topos de morro.

A Resolução CONAMA Nº 429 (CONAMA, 2011) - que dispõe sobre a metodologia de recuperação de APP - define em seu Artigo 6º que “*as atividades de manejo agroflorestal sustentável praticadas na pequena propriedade rural familiar poderão ser aplicadas na recuperação de APP’s.*” Os incisos I ao VIII desse Artigo 6º são condicionantes e indicam que devem ser observadas a forma do preparo do solo e do controle da erosão, a manutenção permanente da cobertura do solo, a limitação de insumos químicos e a priorização de adubos verdes, a não utilização de espécies exóticas invasoras, a não utilização da área para pastejo, a consorciação de espécies perenes, nativas ou exóticas não invasoras, destinadas à produção de produtos não madeiráveis como fibras, folhas, frutos ou sementes. É importante ressaltar a definição de Sistemas Agroflorestais nessa Resolução, dada no inciso IV do Artigo 2º : *sistemas de uso e ocupação do solo em que plantas lenhosas perenes são manejadas em associação com plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas, culturas agrícolas e forrageiras, em uma mesma unidade de manejo, de acordo com arranjo espacial e temporal, com diversidade de espécies nativas e interações entre esses componentes.*

Pelo exposto, e considerando as possibilidades franqueadas pelos instrumentos legais descritos acima - principalmente pela Medida Provisória de 2001 no tocante à Reserva Legal, pela Lei da Mata Atlântica no que se refere à definição de pequeno produtor rural e pelas Resoluções do Conama de nº 429 e nº 425 -, é possível, do ponto de vista legal, recomendar para os pequenos agricultores a agrossilvicultura do *E. Edulis* nas áreas de Reserva Legal e nas áreas degradadas de APP.

Sabe-se que o Código Florestal está atualmente em discussão no congresso nacional; ele deve merecer toda a atenção da sociedade, não somente pelo que implica de preservação da biodiversidade, mas também pelo que diz respeito à relação do homem com os sistemas produtivos. Independentemente do que chegar a ser estabelecido pela legislação, a busca por sistemas produtivos que permitam geração de emprego e renda, sem comprometer a função ambiental, deve ser objetivo de todos os atores envolvidos no processo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTMANN, R.; MIOR, L.C.; ZOLDAN, P. **Perspectivas para o Sistema Agroalimentar e o Espaço Rural de Santa Catarina em 2015: Percepção de representantes de agroindústria, cooperativas e organizações sociais.** Florianópolis: Epagri, 2003.

ARMANDO, M. S.; BUENO, Y. M.; ALVES, E. R. S.; CAVALCANTE, C. H. **Agrofloresta para a agricultura familiar.** Brasília, DF: Embrapa, 2002. 11p. (Circular Técnica, 16)

BAGGIO, J.B. Qualidade da Produção e Agregação de Valor em Sistema Agroflorestais In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5., 2004, Curitiba. **SAFs: desenvolvimento com proteção ambiental: trabalhos: palestras, orais, pôsteres.** Colombo: Embrapa Florestas, 2004. (Embrapa Florestas. Documentos, 98). Palestra.

BORN, R.; TALLOCCHI, S. Payment for Environmental Services: Brasil. ROSA, H.; KANDEL, S. (Coor). In: **Payments for environmental services in the Americas.** \_\_\_\_:Prisma, 2002 (Relatório).

BOVI, M. L. A.; GODOY JUNIOR, G.; SÃES, L. & MORI, E. E. M. **Subsídios para o sistema de manejo auto-sustentado do palmitero.** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1992. 25p.

BOVI, M.L.A. Palmito-Juçara: *Euterpe edulis* Mart., *Euterpe espirosantensis* Fernandes e *Euterpe precatória* Martius. In: **BOLETIM 200.** Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1998. p.264-267.

BOVI, M.L.A., GODOY G. JR., SAES, L.A. Pesquisas com os gêneros *Euterpe* e *Bactris* no Instituto Agrônomo de Campinas. In: **I Encontro Nacional de Pesquisadores em Palmito. Anais...** Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1988. p.1-18.

BRASIL. Lei n 11.428. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma da Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 22 dez. 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Ministério do Meio Ambiente. Medida provisória n 2.166-67. **Diário Oficial da União**, Brasília, 25 de ago. 2001.

BRASIL. Novo Código Florestal. Lei n 4771, de 15 de setembro de 1965. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 de jun. 1965.

CALDEIRA, M.V.W.; CHITOLINA, P.C.; SELLE, G.L.; OLIVEIRA, O.S.; WATZLAWICK, L.F. Efeito de diferentes níveis de sombreamento no palmitero em viveiro. **Agropecuária Catarinense.** Florianópolis, v.9, n.1, p.36-37, 1996.

CALLEGARI, P.. **Extração da polpa de açaí a partir dos frutos do palmitero (*Euterpe edulis* Martius) na Mata Atlântica.** 2003. 40p. Monografia (Curso de Agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CAMPELLO, E.F.C.; SILVA, G.T.A.; NÖBREGA, P.O.; VIEIRA, A.L.M.; FRANCO, A.A.; RESENDE, A.S. Implantação e manejo de SAFs na Mata Atlântica: A experiência da Embrapa Agrobiologia. In: GAMA-RODRIGUES, A.C. et al. (Ed.) **Sistemas Agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. Campo dos Goitacazes: UENF. 2006. p33-42.

CARVALHO, P. E. R. **Silvicultura de espécies nativas do Brasil**. Brasília: Embrapa, 1994. 705p.

CHAIMSOHN, F.P.; CHIQUETTO, N.C.; FLIZIKOWISKI, G.; DURIGAN, M.E.; GOMES, E.P.; MACHADO, N.C.; MILLEO, R.D.S. TREITNY, M.R. Produção de açaí de juçara (*Euterpe edulis* M.) no litoral do PR: projeto de pesquisa e desenvolvimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PROCESSAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS I. 2009, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...**Rio de Janeiro:SBPFH, 2009.

CLEMENT, C. R. Manejo sustentável do Palmiteiro (Prefácio). In: Reis M. S.; REIS, A. ***Euterpe edulis* Martius (palmiteiro): biologia, conservação e manejo**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues. 2000. p v-vii.

CONAMA. **Resolução nº 369**. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental Brasília: Conselho Nacional do Meio Ambiente, 28 mar. 2006.

CONAMA. **Resolução nº425**. Brasília: Dispõe sobre critérios para a caracterização de atividades e empreendimentos sustentáveis. Conselho Nacional do Meio Ambiente., 25 de maio de 2010.

CONAMA. **Resolução nº429**. Dispõe sobre a metodologia de recuperação de APP's. Brasília: Conselho Nacional do Meio Ambiente., 28 de fevereiro de 2011.

CORRÊA JÚNIOR, C.; BELLETTINI, S.; SANTOS, AL.F.; NEVES E.J.M.; CHAIMSOHN, F.P.; RODIGHIERI, H.R. Cultivo da Juçara para produção de palmito. In: SANTOS, A.F.; CORRÊA JÚNIOR, C. & NEVES, E.J.M. **Palmeiras para produção de palmito: juçara, pupunheira e palmeira**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. p.23-37.

CROMBERG, V.U; BOVI, M.L.A. Possibilidades do uso do palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius) na recuperação de áreas degradadas de mineração. In: Congresso Nacional sobre essências nativasII. **Anais...**Curitiba, 1992.

DUBOIS, J. Introdução e Informações gerais sobre SAFs. In: May P.H. et al. (Coord.). **Manual agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília: MDA, 2008. p17-40.

EMBRAPA. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado de Santa Catarina**. Curitiba: EMBRAPA-CNPFF, 1988. 113p. ( Documentos, 21).

FANTINI, A.C.; GURIES, R.; RIBEIRO, R.J.. Produção de palmito (*Euterpe edulis* Martius - Arecaceae) na Floresta Ombrófila Densa: potenciais, problemas e possíveis soluções. In: REIS, M.S. & REIS, A. (Org.). ***Euterpe edulis* Martius – (Palmiteiro) biologia, conservação e manejo**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2000. p.256-280.

FANTINI, A.C.; NODARI, R.O.; REIS, M.S., REIS, A.; RIBEIRO, R>J. Estimativa da produtividade de palmito em plantas de palmitero (*Euterpe edulis* Martius) a partir de características fenotípicas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, p49-57, 1997.

FARIAS, M. **Reinventando a relação humano-*Euterpe edulis*: do palmito ao açaí**.2009. 85p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

FRANCISCO, C. E. da S.; ZAKIA, M. J. B.; TORRES, R. B.; COELHO, R. M.; RAMOS FILHO, L. O. Percepção de profissionais da área ambiental a respeito do uso de sistemas agroflorestais para recuperação de áreas de preservação permanente e de reserva legal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5. 2004, Curitiba, PR. **SAFs: desenvolvimento com proteção ambiental: anais...** Curitiba: Embrapa Florestas, 2004. p.192-194. (Embrapa Florestas. Documentos, 98).

HENDERSON, A. The genus *Euterpe* in Brazil. In: Reis, M.S.; Reis, A. (eds) ***Euterpe edulis* Mart. (palmitero) - Biologia, conservação e manejo**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2000. p.1-22.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.. *Euterpe*, *Prestoea*, and *Neonicholsonia* (Palmae). **Flora Neotropica**. The New York Botanical Garden, 72: 1-89.1996.

INSTITUTO CEPA/SC. **Levantamento agropecuário de Santa Catarina**. Florianópolis, 2005. 255p

MAC FADDEN, J. **A produção de açaí a partir do processamento dos frutos do palmitero (*Euterpe edulis* Martius) na Mata Atlântica**. 2005. 100p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MACEDO, J.H.P.; RITTERSHOFER, F.O. DESSEWFFY, A. **A silvicultura e a indústria do palmito**. Porto Alegre: Secretaria do Estado do Rio Grande do Sul, 1978. 61p.

MANTOVANI, A. & MORELLATO, L.P.C. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral do palmitero. In: REIS, M. S. dos. & REIS, A. (Org.). ***Euterpe edulis* Martius – (Palmitero) biologia, conservação e manejo**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2000. p.23-38.

MARTINS, S. V.; LIMA, D. G. **Cultura de palmeiras: Palmitero (*Euterpe edulis* Mart.)**. Viçosa: UFV,1999.

MENEZES, E.; DELIZA, R.; CHAN, H.L.; GUINARD, J. Preferences and attitudes towards açai-based products among North American consumers. **Food Research International**. (2011), doi: 10.1016/j.foodres.2011.02.048.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Instrução Normativa n 06**. Setembro de 2008.

MONTAGNINI, F.; EIBL, B.; GRANCE, L.; MAIOCCO, D.; NOZZI, D. Enrichment planting in overexploited subtropical forests of the Paranaense region of Misines, Argentina. **Foestry Ecology and Management**. 99:1997 p. 237-246.

MULLER, M.W.. **Sistemas Agroflorestais e a sustentabilidade da agricultura nos trópicos**.CEPLAC/CEPEC. Disponível em: [www.ceplac.gov.br/radar/Artigos/artigo32.htm](http://www.ceplac.gov.br/radar/Artigos/artigo32.htm). Acesso em 01 jun. 2007.

NODARI, R.O.; FANTINI, A.C. Melhoramento genético do palmitero. In: REIS, M.S. & REIS, A. (Org.). ***Euterpe edulis Martius – (Palmitero) biologia, conservação e manejo***. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2000. p.163-188.

NODARI, R.O.; FANTINI, A.C.; REIS, A.; REIS, M.S. Restauração populações de *Euterpe edulis Martius* (Arecaceae) na Mata Atlântica. In: REIS, M.S. & REIS, A. (Org.). ***Euterpe edulis Martius – (Palmitero) biologia, conservação e manejo***. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2000. p.189-201.

NODARI, R.O.; GUERRA, M.P.; REIS, A.; REIS, M.S; MERIZIO, D. Eficiência de sistemas de implantação de palmitero em mata secundária. In: I Encontro Nacional de Pesquisadores em Palmito. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA-CNPf, 1988. p.165-171.

NOGUEIRA, O.L. Introdução e importância econômica. In: **Sistema de Produção do Açaí**. 2 ed. Versão Eletrônica: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. [www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br](http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br).

OLIVEIRA, V.E. **Qualidade de mudas de *Euterpe edulis Mart.* E de *Archontophoenix alexandrae* Wendl. & Drude produzidas em diferentes recipientes**. 2009. 16p. Monografia (Conclusão do Curso de Engenharia Florestal). Seropédica: UFRRJ.

OLIVEIRA, M.S.P; FARIAS NETO, J.T. Cultivo do açaí em terra firme. In: VASCONCELOS, M.A.M; FARIAS NETO J.T.; SILVA, F.C.F. (Org.). **Cultivo, processamento, padronização e comercialização do açaí na Amazônia**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2010.p 8-54.

PEREIRA, L.B. A economicidade do palmitero (*Euterpe edulis Martius*) sob manejo em regime de rendimento sustentado. In: REIS, M. S. dos. & REIS, A. (Org.). ***Euterpe edulis Martius – (Palmitero) biologia, conservação e manejo***. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2000. p.225-244.

PUPO, P.S.S. MANEJO. **Manejo de frutos de palmeira-juçara (*Euterpe edulis Martius*) para a obtenção de polpa e sementes como produtos florestais não madeireiros (PFNM) em Mata Atlântica**. 2007. 79p. Dissertação de Mestrado. Campinas: Universidade Estadual de Campinas.

QUEIROZ, M. H. Biologia do fruto, da semente e da germinação do palmitero (*Euterpe edulis Martius*). In: REIS, M.S. & REIS, A. (Org.). ***Euterpe edulis Martius – (Palmitero) biologia, conservação e manejo***. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2000. p.39-59.

QUEIROZ, M. H.; LIN, S.S., Sementes. In: I Encontro Nacional de Pesquisadores em Palmito. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA-CNPf, 1988. p.207-211.

RAMOS, M.G.; HECK, C.T. Desenvolvimento de tecnologia para produção de mudas de palmeira-real-da-austrália. In. Encontro Nacional de Produtores de Palmito de Palmeira-Real. III. **Anais...**Itajaí: Abrapalmer, 2005. p70-73.

RAMOS-FILHO, L. O.; FRANCISCO, C. E. S. Legislação florestal, sistemas agroflorestais e assentamentos rurais em São Paulo: restrições ou oportunidades? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5., 2004, Curitiba. **SAFs: desenvolvimento com proteção ambiental: anais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. p.211-213. (Embrapa Florestas. Documentos, 98).

REIS, A. **Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* Martius. (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da Encosta Atlântica em Blumenau, SC**, 1995. 164p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

REIS, M.S.; CONTE, R.; FANTINI, A.C; GUERRA, M.G. O palmito (*Euterpe edulis* Martius) como recurso da Mata Atlântica. In: SIMÕES, L.L.; LINO, C.F. (Org.). **Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais**. São Paulo: Ed.SENAC. 2002.p.103-118.

REIS, M.S.; CONTE, R; NODARI, R.O.; FANTINI, A.C.; REIS A., MANTOVANI, A.; MARIOT, A. Manejo sustentado do palmito. In: REIS, M. S. dos. & REIS, A. (Org.). ***Euterpe edulis* Martius – (Palmito) biologia, conservação e manejo**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2000 a. p.202-224.

REIS, M.S.; GUERRA, M.P., NODARI, R.O.; REIS, A.;RIBEIRO, R.J. Distribuição geográfica e situação atual das populações na área de ocorrência de *Euterpe edulis* Martius. In: REIS, M. S. dos. & REIS, A. (Org.). ***Euterpe edulis* Martius – (Palmito) biologia, conservação e manejo**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2000. p.324-335.

REIS, M.S.; MARIOT, A.; MANTOVANI, A. PALMITO. In: BARBIERI, R & STUMPF, E. R. T (Ed.). **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p.651-676.

REITZ, R. **Palmeiras**. Flora Ilustrada Catarinense. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1974.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira de Santa Catarina**. Itajaí: SUDESUL: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978. 320 p.

RIBEIRO, R.J.; ODORIZZI, J. Um caso de manejo em regime de rendimento sustentado do palmito na Fazenda Nova Trieste Eldorado-SP.. In: REIS, M. S. dos. & REIS, A. (Org.). ***Euterpe edulis* Martius – (Palmito) biologia, conservação e manejo**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2000. p.245-254.

ROCHA, H.O.; SANTOS FILHO, A.; REISMANN, C.B. Condições edáficas para o desenvolvimento do palmito, no litoral paranaense. In: I Encontro Nacional de Pesquisadores em Palmito. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1988. p.105-118.

RODRIGUES, A.S.; DURIGAN, M.E. O agronegócio do palmito no Brasil In: SANTOS, A.F.; CORRÊA JÚNIOR, C. & NEVES, E.J.M. **Palmeiras para produção de palmito: juçara, pupunheira e palmeira**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. p.15-22.

RODRIGUES, E.R; SILVA, I.C. BELTRAME, T.P. Avaliação Socioeconômica de Sistemas Agroflorestais implantados para a recuperação de áreas de Reserva Legal e Assentamentos de

Reforma Agrária na Região do Pontal de Paranapanema (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5., 2004, Curitiba. **SAFs: desenvolvimento com proteção ambiental: anais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. p.148-150. (Embrapa Florestas. Documentos, 98).

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

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, EDY, S.B.; PÉREZ-JIMÉNEZ,J.et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil.**Food Chemistry**. 121 (2010) p.996-1002.

SANTANA, D.L.Q. Pragas potenciais para as palmeiras com fins de produção de palmito. In: SANTOS, A.F.; CORRÊA JÚNIOR, C. & NEVES, E.J.M. **Palmeiras para produção de palmito: juçara, pupunheira e palmeira**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. p.129-168.

SANTOS, A.F.; TESSMANN, D.J.; VIDA, J.B. Doenças das palmeiras para palmito. In: SANTOS, A.F.; CORRÊA JÚNIOR, C. & NEVES, E.J.M. **Palmeiras para produção de palmito: juçara, pupunheira e palmeira**. Colombo:Embrapa Florestas, 2008. p.105-120.

SECRETARIA ...**A importância do Açaí no contexto econômico, social e ambiental do Estado do Pará**. In: Reunião Ordinária da Câmara Setorial –MAPA, 27 e Reunião Ordinária da Comissão Nacional de Fruticultura. Brasília, 2011.

SEOANE, C.E.S. **Efeitos da fragmentação florestal sobre o sistema de reprodução e a imigração de sementes em remascentes populacionais de *Euterpe edulis* Martius**. [recurso eletrônico]. Colombo: Embrapa Florestas, 2007.

SILVA FILHO, J.L.V. **Análise econômica da produção e transformação em ARPP, dos frutos de *Euterpe edulis* Mart. em açaí no município de Garuva Estado de Santa Catarina**. 2005. 100 p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

THOMÉ, V. M. R. ; ZAMPIERI, S. L. ; BRAGA, H. J. ; PANDOLFO, C.; **Zoneamento agroecológico e socioeconômico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri/Ciram, 1999. 1015 p.

VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A, FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ª ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1997. 285p.

WANDELLI, E. et al. Exportação de nutrientes de sistemas agroflorestais através de colheitas - o valor dos resíduos dos frutos amazônicos. In: **Congresso Brasileiro Sistemas Agroflorestais**, 4., 2002, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC: UESC, 2002. (Resumo 7-28) [CD-ROM].

YAMAZOE, G.; MOURA NETO, B. V.; DIAS, A. C. Comportamento de *Euterpe edulis* Mart., plantado sob diferentes intensidades luminosas. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**: v. 40-A (especial parte 1), p. 133-141, 1986.

ZOLDAN, P. Desempenho do agronegócio catarinense. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina- 2009/2010**, Florianópolis-SC, p.7-25, 2010.

## **CAPÍTULO I**

# **EFEITO DA AGROSSILVICULTURA DE *Euterpe edulis* Martius SOBRE ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO**

## RESUMO

Os sistemas agroflorestais (SAFs) são reconhecidos como sistemas produtivos sustentáveis e que contribuem para a conservação dos recursos naturais. O monitoramento da qualidade do solo constitui-se em importante ferramenta para avaliação da sustentabilidade desse sistema de produção. Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de SAFs de *Euterpe edulis* Martius, conduzidos por agricultores do litoral norte de Santa Catarina, sobre os atributos físicos e químicos do solo, comparando-os aos atributos de solos sob outros usos florestais. Selecionaram-se cinco áreas de SAF de *E. edulis* (TRAT 1) situadas ao lado de áreas com outros usos florestais (TRAT 2). O delineamento experimental adotado foi de blocos completos com cinco repetições. Como indicadores dos atributos químicos e físicos do solo determinaram-se, para três camadas de profundidade (0 -5, 5 -10 e 10 -20 cm), o pH em água; os teores de matéria orgânica; fósforo; potássio; cálcio; magnésio; alumínio; a CTC<sub>pH 7,0</sub>; a saturação da CTC<sub>pH 7,0</sub> por bases; e a saturação da CTC<sub>ph do solo</sub> por alumínio; densidade aparente do solo (Ds); o diâmetro médio ponderado dos agregados obtidos via peneiramento a seco (DMPs); o diâmetro médio ponderado dos agregados obtidos via peneiramento em água (DMPu) e o índice de estabilidade dos agregados (IEA). Os SAF de *E. edulis* não tiveram efeitos diferenciados sobre a maior parte dos indicadores dos atributos químicos do solo quando comparados a outras coberturas florestais compostas predominantemente por espécies nativas da Mata Atlântica. Esse resultado indica que os SAF não proporcionaram melhorias ou degradação nos atributos químicos do solo e que possíveis aumentos da exportação de nutrientes dos sistemas agroflorestais por colheitas mais elevadas poderão exaurir as reservas naturais de nutrientes do solo. Com vistas a proporcionar o incremento e a manutenção da fertilidade química dos solos sob SAF, recomenda-se um permanente e criterioso manejo de adubação desses sistemas. Os solos sob SAF de *E. edulis* estudados apresentaram uma maior estabilidade dos agregados do solo quando comparados aos solos sob Outros Usos Florestais. O cultivo de *E. edulis* quando consorciado com espécies arbóreas efetivamente promove a melhoria da estabilidade dos agregados do solo em função das características de seu do sistema radicular.

**Palavras – chave:** *Euterpe edulis*; sistemas agroflorestais, atributos do solo

## ABSTRACT

The agroforestry systems (AFSs) are recognized as sustainable production systems and they contribute to the natural resources conservation. The soil quality monitoring is an important tool for sustainability assessment of this production system. The aim of the current study is to verify the effects of the *Euterpe Edulis Martius* AFSs, performed by farmers from the northern coast of Santa Catarina, as for the physicochemical soil properties in comparison with the soil properties under other forest uses. Five *E. Edulis* AFS areas (TRAT 1) have been selected, all located next to areas with other forest uses (TRAT 2). The experiment was arranged in full blocks with five replications. Three different depths of layers were used as physicochemical soil factors indicators (0–5; 5–10 and 10–20 cm), pH rates; organic material levels, phosphorus, potassium, calcium; magnesium, aluminum; the CTC<sub>pH 7,0</sub> index, the base saturation CTC<sub>pH 7,0</sub> index, and CTC<sub>pH soil</sub> saturation by aluminum index, the bulk density (BD), the mean weight-diameter of aggregates obtained through dry sieving (DMPs), the mean weight- diameter of aggregates obtained through water sieving (DMPu) - and aggregate stability index (ASI). The *E. edulis* AFSs did not show different effects on most soil chemical properties indicators when compared to other forest cover composed primarily of native species of the Atlantic Forest. This result shows that the AFSs did not cause improvements in soil chemical properties and that some possible increases in nutrient exportation of agroforestry systems for bigger harvests may exhaust the natural reserves of soil nutrients. In order to provide increase and chemical fertility maintenance of soils under AFSs, a continuous and careful management of these fertilization systems is recommended. Soils under *E. edulis* AFSs showed a larger soil aggregate stability when compared to soils under other forest uses. The cultivation of *E. edulis* among species of trees improved effectively the soil aggregate stability.

**Key words:** *Euterpe edulis*, agroforestry systems, soil attributes

## 1 INTRODUÇÃO

O grande desafio dos sistemas produtivos agropecuários e florestais está na busca de sua sustentabilidade socioeconômica e envolve, dentre outros, o manejo adequado do solo (SOARES et al., 2005). YOUNG (1997) define que o uso sustentável do solo é aquele que, em dado momento, consegue prover as necessidades humanas para a produção da área utilizada e a manutenção dos recursos ambientais que possibilitem a produção de futuras gerações.

A importância dos solos não se restringe à produção de alimentos, pasto, fibras, biomassa energética, madeira, pois desempenham importante papel na qualidade ambiental - constituindo-se, desta forma, em componente-chave da sustentabilidade dos ecossistemas produtivos.

O solo é uma camada de material biologicamente ativo, resultante de transformações complexas, que envolvem o intemperismo de seu material de origem, a ciclagem de nutrientes e a produção e decomposição de biomassa. Isso evidencia como é fundamental o bom funcionamento do solo para garantir a capacidade produtiva dos agroecossistemas e a preservação de outros serviços ambientais essenciais, incluindo o fluxo e a qualidade da água, a biodiversidade e o equilíbrio de gases atmosféricos (LOPES & GUILHERME, 2007).

Ao considerar a função ecológica desempenhada pelo solo, BORN & TALOCCHI (2002), ALEGRE & ARÉVALO (2009) e WODA (2009) apontam a fertilidade do solo como importante indicador de serviços ambientais ofertados por sistemas produtivos. A alta fertilidade do solo pode ser natural - em função do seu material de origem e de seu processo de formação - ou pode advir da adição de nutrientes e do seu manejo adequado durante o cultivo. Manejos inadequados, por outro lado, podem fazer com que solos de alta fertilidade natural passem à condição de solos de baixa fertilidade (LOPES & GUILHERME, 2007).

Segundo MALAVOLTA (2006) existem três tipos de fertilidade do solo - a física, a química e a biológica -, que se comunicam, agem umas com as outras e, portanto, não podem ser consideradas como compartimentos estanques. Nesse sentido, DORAN & PARKING (1994) consideram como fundamentais o monitoramento dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo para avaliação da sustentabilidade dos sistemas produtivos. Segundo LOPES e GUILHERME (2007), quando considerados os agroecossistemas, a presença de nutrientes é um dos aspectos fundamentais que garantem a boa qualidade dos solos.

Os sistemas agroflorestais (SAF) - reconhecidos como sistemas produtivos sustentáveis que contribuem para a conservação dos recursos naturais - se apresentam como um conjunto de práticas de produção que enfatizam o manejo integrado da terra, da água e dos nutrientes para as plantas, essencial para o uso sustentável do solo (FERNANDEZ, 2009; WODA, 2009).

Sistemas produtivos que integram culturas agrícolas com o cultivo de espécies arbóreas (SAF), de forma simultânea ou sequencial<sup>1</sup>, promovem a ciclagem de nutrientes no sistema. Nesse sentido, as árvores desempenham importantes funções nos sistemas em que estão inseridas. NAIR et al.(1998) aponta que são fortes os indícios de que a ciclagem de nutrientes em SAF é viável e contribui para a melhoria da fertilidade do solo - especialmente em relação ao nitrogênio e à matéria orgânica do solo (MOS). Esse autor considera que a contribuição mais efetiva das árvores nesse processo é produção e decomposição de biomassa

---

<sup>1</sup> SAF simultâneo é caracterizado pelo cultivo concomitante de espécies arbóreas e agrícolas na área produtiva, enquanto o SAF sequencial caracteriza-se pelo escalonamento de culturas agrícolas e de cultivos de espécies arbóreas e arbustivas.

arbórea, a absorção de nutrientes nas camadas mais profundas do solo, e a fixação biológica de N<sub>2</sub> pelas espécies pertencentes à família Fabaceae.

Ao longo do seu crescimento e desenvolvimento, a vegetação arbórea adiciona matéria orgânica ao solo via deposição de serrapilheira e renovação do sistema radicular (MARTINS, 2009). A matéria orgânica é considerada um componente fundamental para a manutenção da qualidade física, química e biológica dos solos e para a sustentabilidade dos agroecossistemas no médio e longo prazo (SILVA & SÁ MENDONÇA, 2007). Segundo os dois autores, no sentido amplo, a MOS é a fração do solo que compreende todos os organismos vivos e seus resíduos nos mais variados graus de decomposição, sendo classificada em matéria orgânica viva (raízes, fauna do solo e microorganismos) – correspondente a 4% do carbono orgânico total do solo (COT) – e matéria orgânica não vivente (matéria macroorgânica e húmus).

Os componentes constituintes da MOS viva são integrantes dos processos biológicos de mineralização, imobilização e formação das substâncias húmicas, e participam da ciclagem de nutrientes (principalmente N, P e S), da forma, da mobilidade, da dispersão ao longo do perfil do solo e da disponibilidade desses nutrientes para as plantas; participam ainda da formação e manutenção dos poros do solo (SILVA & SÁ MENDONÇA, 2007). Tanto a fixação biológica de nitrogênio (FBN), cuja contribuição para o total de N introduzido em sistemas agrícolas do mundo é estimada em 65% (BERBARA et al., 2006) como as associações micorrízicas, mecanismo que permite a ampliação da capacidade de absorção de água e de nutrientes (principalmente do P e N) pelas plantas, são exemplos da importância da MOS viva na capacidade produtiva dos agroecossistemas (REIS et al., 2006).

As frações orgânicas do solo estabilizadas na forma de substâncias húmicas, ao interagir com outros atributos do solo, também influenciam algumas propriedades químicas, físicas e biológicas do mesmo. Entre elas, citem-se: a capacidade de troca de cátions (CTC), a complexação de Al (reduzindo seu efeito tóxico), o fluxo difusivo de micronutrientes (Fe, Cu, Zn, Mn), a movimentação em profundidade de Ca e Mg, a capacidade de retenção de água, a drenagem, o poder tampão (reação do solo) e a disponibilidade de nutrientes (FREIRE et al., 1988; MIYAZAWA et al., 2000; SILVA & SÁ MENDONÇA, 2007).

Dentre os nutrientes que têm sua disponibilidade fortemente influenciada pelo efeito da MOS, destacam-se: o N – mais de 95% deste elemento no solo estão na forma orgânica; o P – cuja disponibilidade para a planta é fortemente determinada pela sua interação com a matéria orgânica; e o S – a maior parte deste elemento, com exceção de solos do semi-árido, encontra-se na forma orgânica (VITTI et al., 2006; CANTARELLA, 2007; GOEDERT & OLIVEIRA, 2007).

Com o objetivo de avaliar os efeitos dos SAF sobre a fertilidade do solo, alguns autores utilizam indicadores relacionados aos seus atributos químicos. MAFRA et al. (1996) realizaram estudo que quantifica a produção de biomassa e o aporte de nutrientes no solo em um sistema agroflorestal – em aléias com cultura de grãos cultivadas entre linhas de leucena – e em vegetação nativa de cerrado, com vistas a determinar as influências de um sistema agroflorestal nos atributos químicos do solo. Os autores verificaram aumento nos teores de matéria orgânica, Ca, Mg, N e P nos solos do SAF quando comparados ao solo sob vegetação nativa.

SILVEIRA et al. (2007), comparando o aporte de biomassa e nutrientes via serrapilheira em SAF, em capoeira e em monocultivo de banana – no bioma da Mata Atlântica – verificaram que os SAF favoreceram a ciclagem de nutrientes quando comparado ao monocultivo. Sob o aspecto do aporte de nutrientes no solo via serrapilheira, os SAF's foram o sistema mais promissor na recomposição dessas funções ecológicas, quando comparado aos outros dois sistemas.

PENEIREIRO (1997) comparou parâmetros edáficos entre SAF – com alta diversidade de espécies florestais e frutíferas – e área em pousio (Capoeira), localizados em região de

Mata Atlântica no sul da Bahia, com mesmas idades e com características ambientais semelhantes. Mesmo sem aporte de insumos, a área manejada (SAF) superou a Capoeira nos teores de nutrientes nas camadas mais superficiais do solo, com destaque para o teor de fósforo e de saturação de bases. O autor, em sua conclusão, afirma que o SAF em questão, em decorrência da ciclagem de nutrientes, fez com que uma área de solo distrófico se tornasse uma área produtiva, com alta fertilidade, mostrando-se como uma alternativa promissora para a recuperação de solos degradados.

Considerando os fatores de natureza física do solo, KEULEN (1985) e MEURER (2007) destacam que a estrutura (agrupamento das partículas unitárias do solo em agregados) influi acentuadamente no crescimento das plantas. PORTELA et al. (2010) ressaltam ainda que a estrutura do solo desempenha papel fundamental no controle da erosão e, conseqüentemente, na conservação do solo e da água.

Segundo TISDALL & OADES (1982), a formação e a estabilização dos agregados do solo estão diretamente relacionadas com a dinâmica dos processos físicos, químicos e biológicos do sistema solo-planta, em um efeito combinado de substâncias e agentes de agregação, iniciando com a agregação das partículas do solo em microagregados (< 0,25 mm) e progredindo para a formação de macroagregados a partir dessas unidades. Dentre os principais fatores que estão envolvidos nestes processos, destacam-se os relacionados à textura do solo, à mineralogia das argilas, aos teores de cátions polivalentes, à matéria orgânica humificada, aos exsudatos radiculares, às substâncias químicas provenientes da ação dos microorganismos, à ação física das raízes e das hifas dos fungos e ao próprio tracionamento do solo (SILVA & MIELNICZUK; 1997a ; SALTON et al., 2009; VEIGA et al.; 2009).

A estrutura do solo, o grau de agregação e a estabilidade das unidades estruturais têm demonstrado variação dependente da cobertura vegetal, dos sistemas de cultivo e manejo do solo. Os efeitos do uso e manejo do solo sobre sua estrutura vêm sendo relatados por diversos autores (CARPENEDO & MIELNICZUK, 1990; CAMPOS et al., 1999; SILVA & MIELNICZUK, 1997a, 1997b, 1998; CASTRO FILHO, 1998; SALTON et al., 2008; VEIGA et al., 2009; VEZZANI & MIELNICZUK, 2011). Dentre os indicadores utilizados nessas pesquisas, podem ser citados: a densidade aparente do solo (Ds), o diâmetro médio ponderado obtido via peneiramento a seco (DMPs), o diâmetro médio ponderado obtido via peneiramento em água (DMPu) e o índice de estabilidade de agregados (IEA).

MEURER (2007) destaca que, para solos com texturas semelhantes, quanto maior a densidade aparente do solo, menos definida é sua estrutura e menor seu espaço poroso. Segundo FERREIRA (2010), o conhecimento do comportamento da densidade aparente pode constituir importante indicativo das condições de manejo de determinado solo. REICHERT et al. (2010) definem a compactação do solo como um aumento de sua densidade aparente, causado pelo homem ou por animais, resultado do rearranjo das partículas do solo e conseqüente redução da porosidade.

SALTON et al. (2008) observaram que o diâmetro médio ponderado obtido via peneiramento em água (DMPu) constitui-se num índice capaz de sintetizar as informações relacionadas à distribuição dos agregados estáveis em água. Quanto maior seu valor, maior é a ocorrência de agregados de maior diâmetro retidos nas peneiras com malhas maiores (PERIN et al., 2002).

O diâmetro médio ponderado obtido via peneiramento a seco (DMPs), por sua vez, nem sempre distingue os agregados recentemente formados daqueles que, além de formados, já sofreram um processo de estabilização (SILVA & MIELNICZUK, 1998). GAVANDE (1973) observou que o processo de peneiramento a seco indica apenas o grau de agregação e a distribuição dos tamanhos dos agregados do solo, mas não diz nada sobre sua estabilidade frente à ação da água.

O índice de estabilidade de agregados, calculado pela relação  $DMPu/DMPs$ , representa um índice de estabilidade das unidades estruturais (agregados) do solo em água, isto é, quanto maior o valor dessa relação - cuja amplitude pode variar de 0 a 1 -, maior é o indicativo de que o solo se apresenta mais bem estruturado e com agregados mais estáveis (SILVA & MIELNICZUK, 1997b). Estes autores apontam o IEA como um bom e aplicável índice de avaliação da condição estrutural do solo quando submetido a diferentes tipos de utilização.

CARVALHO et al. (2004), avaliando atributos físicos de solos sob sistema agroflorestal seqüencial com 20 espécies arbóreas diferentes e de solos sob cultivo convencional na região do cerrado, verificaram que os solos sob SAF apresentaram maior estabilidade de agregados, quando comparados aos solos sob cultivo convencional. WENDLING et al. (2005) verificaram que solos sob áreas cultivadas apresentaram os menores índices de agregação quando comparados aos solos sob mata nativa.

Já TORNQUIST et al. (1999), em estudo que compara os atributos físicos, químicos e biológicos de solos sob SAF e sob pastagens, na Costa Rica, verificaram que os sistemas agroflorestais não contribuíram para a melhoria da qualidade do solo.

Dados como os acima referidos justificam a pesquisa que teve como objetivo avaliar os efeitos de Sistemas Agroflorestais de *Euterpe edulis* Martius, conduzidos por agricultores do litoral norte de Santa Catarina, sobre os atributos físicos e químicos do solo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização e Características Ambientais das Áreas de Estudo

Com o objetivo de verificar os possíveis efeitos da agrossilvicultura do *Euterpe edulis* nos atributos físicos e químicos do solo, foram selecionadas cinco áreas de produção agroflorestal (SAF) de *E. edulis*. As áreas produtivas localizam-se nos Municípios de Joinville e de Garuva - litoral norte do Estado de Santa Catarina (Figura 1). São tidas como referência pelos produtores rurais do litoral catarinense que desejam conhecer iniciativas de agrossilvicultura de *E. edulis* com ênfase na produção de frutos, sendo frequentemente visitadas por extensionistas rurais, pesquisadores e agricultores. Além disso, são utilizadas como áreas demonstrativas em dias de campo e apresentadas como sistemas de produção economicamente viáveis e de baixo impacto ambiental. Nesta pesquisa compararam-se atributos físicos e químicos destes solos sob SAF de *E. edulis* com os de solos sob áreas adjacentes com outros usos florestais.

De acordo com o Zoneamento Agroecológico para o Estado de Santa Catarina (THOMÉ et al., 1999), as áreas de estudo estão inseridas na Zona Agroecológica 1A (Litoral Norte, Vales do Rio Itajaí e Tijucas). Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região do Litoral Norte de Santa Catarina é Cfa, ou seja, clima subtropical constantemente úmido, sem estação seca definida, com verão quente. A temperatura média anual da região é de 20,0 °C, apresentando temperatura média do mês mais quente de 22°C e temperatura média do mês mais frio de 16°C. A temperatura média das máximas é de 27°C e a média das mínimas é de 15°C. É a região que apresenta as mais altas temperaturas médias do Estado (THOMÉ et al., 1999).



**Figura 1.** Localização das áreas de estudo de SAF de *Euterpe Edulis Martius*, nos Municípios de Joinville e Garuva –SC. As indicações B1, B2, B3, B4 e B5 representam as áreas amostrais. Figura sem escala definida, meramente ilustrativa.

A precipitação pluviométrica anual varia de 1.430 a 1.908mm, e os totais anuais de dias com chuva variam de 156 a 185 dias. Este último valor é o maior observado no Estado. A umidade relativa do ar pode variar de 84,2 a 87,2%, sendo este último valor o mais alto dentre as zonas agroecológicas catarinenses. A ocorrência de geadas é relativamente pequena, sendo a região do Estado em que elas menos se apresentam (THOMÉ et al., 1999).

O panorama geomorfológico da região estudada é constituído predominantemente por Depósitos Sedimentares Quaternários - correspondentes às planícies – e por Rochas Pré-Cambrianas- correspondentes às serras e montanhas (ROSA, 2002).

De acordo com a classificação utilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a vegetação original predominante na região estudada é denominada Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2004). KLEIN (1978) classifica a vegetação do litoral norte catarinense como Floresta Tropical Atlântica, de caráter essencialmente tropical. Ocorrem predominantemente nesta região as seguintes sub-classes: Floresta tropical das planícies quaternárias setentrionais, Floresta tropical das encostas da Serra do Mar e Mata pluvial do alto da Serra do Mar.

## 2.2 Delineamento Experimental e Descrição das Unidades Experimentais (U.E.)

Para estruturar e localizar no campo as Unidades Experimentais (U.E.'s.) estudadas, foram selecionadas cinco áreas de SAF de *E. edulis* (TRAT 1) que situam-se ao lado de áreas com outros usos florestais (TRAT 2), com características ambientais semelhantes (declividade do terreno, tipo de solo e posição na paisagem) e legalmente apropriadas para fins de uso em áreas de Reserva Legal e Preservação Permanente.

Em cada uma das cinco áreas selecionadas – convencionalmente denominada de bloco (ZIMMERMANN, 2004),– delimitaram-se visualmente duas glebas de aproximadamente 3.000 m<sup>2</sup> cada: uma ocupada por SAF de *E. edulis* (TRAT 1) e outra ocupada com Outros Usos Florestais (TRAT 2). As glebas selecionadas constituíram as Unidades Experimentais (U.E.'s) deste trabalho, totalizando cinco U.E.'s por tratamento. Como todos os cinco blocos (I a V) contêm os dois tratamentos uma única vez, o delineamento experimental é denominado blocos completos (ZIMMERMANN, 2004). A localização e as características ambientais dos blocos são apresentadas na Tabela 1.

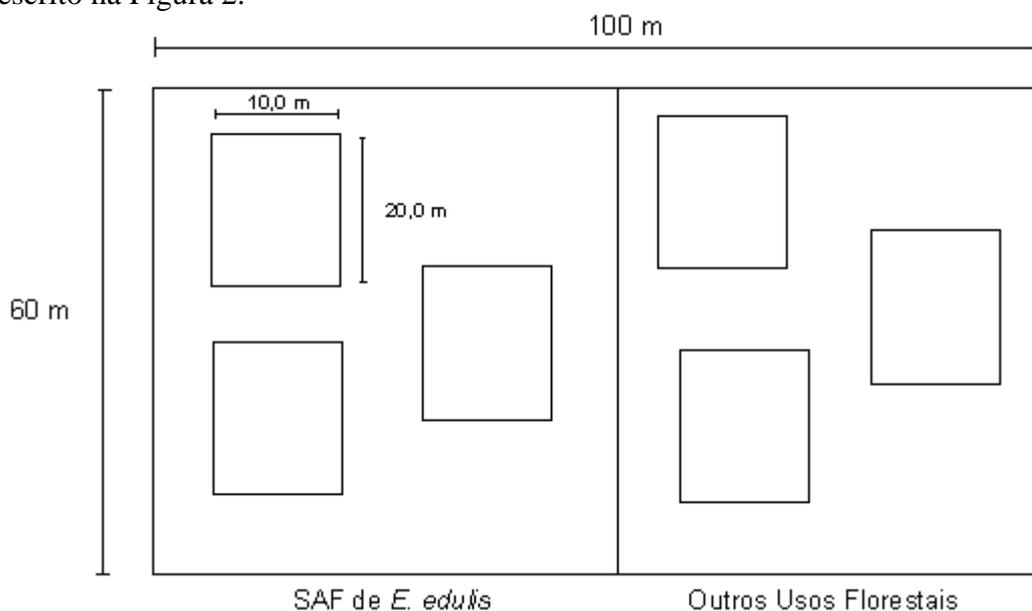
**Tabela 1.** Localização e características gerais de solo e de relevo dos blocos experimentais, no litoral norte do Estado de Santa Catarina

	Blocos				
	I	II	III	IV	V
<b>Município</b>	Garuva	Garuva	Joinville	Joinville	Joinville
<b>(UTM)</b>	22 J 698135 L, 7111998 S	22J 716540 L, 7121252 S	22J 710078 L, 7099300 S	22J 709948 L, 7099377 S	22J 710148 L, 7099406 S
<b>Altitude (m)</b>	250	40	20	22	20
<b>Características gerais de solo e relevo.<sup>1</sup></b>	Relevo ondulado Cambissolo Háplico Textura média Situado em APP	Relevo ondulado Cambissolo Háplico Textura média	Relevo plano Cambissolo Háplico Textura média Situado em APP.	Relevo plano. Cambissolo Háplico Textura média	Relevo plano. Cambissolo Háplico Textura média

<sup>1</sup> EMBRAPA (2004); PUNDEK & MOLINARI (2001); PUNDEK (2005)

As cinco U.E.'s de SAFs com *E. edulis* (TRAT 1) escolhidas apresentam alta densidade de *E. edulis*, mas diferenciam-se entre si quanto às práticas agrossilviculturais adotadas e quanto ao estágio de crescimento e desenvolvimento das espécies que as compõem. As cinco U.E.'s denominadas Outros Usos Florestais (TRAT 2) são constituídas por matas nativas (com baixa ocorrência de *E. edulis*) ou por plantações florestais mistas com predominância de espécies nativas (sem ocorrência de *E. edulis*).

O histórico de uso das áreas e os aspectos de manejo das U.E.'s foram obtidos junto aos produtores rurais. Com o objetivo de melhor caracterizar as U.E.'s, foram realizados levantamentos a campo, no ano de 2009, da estrutura horizontal e vertical dos componentes arbóreos. Para esse levantamento utilizou-se o método de amostragem por parcelas retangulares – 3 parcelas por U.E -, com dimensões de 10 x 20m, estabelecidas em áreas representativas, e contemplaram-se as possíveis variações ambientais e as topossequências existentes dentro de cada U.E. (LAMPRECHT, 1990; SANQUETTA et al., 2009), conforme descrito na Figura 2.



**Figura 2.** Desenho esquemático de um bloco experimental, contendo as Unidades Experimentais de cada tratamento (SAF de *E. edulis* e Outros Usos Florestais) e as respectivas parcelas para caracterização da estrutura horizontal e vertical do componente arbóreo.

Nas parcelas instaladas, realizaram-se a identificação da espécie e a mensuração do DAP (diâmetro do fuste a 1,30 m de altura), e da altura total dos indivíduos com DAP  $\geq$  a 5,0 cm. Foram também contabilizados os indivíduos de *E. edulis* com altura total  $\geq$  1,5 metro – medida a partir do solo até a ponta da folha mais alta.

Conforme descrito por LAMPRECHT (1990), calcularam-se os seguintes parâmetros: densidade de plantas com DAP  $\geq$  5,0 cm (plantas/ha); densidade de indivíduos de *E. edulis* com altura total  $\geq$  1,5 m (plantas de *E. edulis*/ha); área basal (m<sup>2</sup>/ha); e altura média. A descrição do histórico de uso das áreas e dos aspectos de manejo de cada U.E. são apresentados na Tabela 2. Os valores médios (n=5) dos parâmetros dos arranjos vertical e horizontal do componente arbóreo dos SAFs de *E. edulis* e dos outros Usos Florestais são apresentados na Tabela 3. Estes mesmos parâmetros para cada repetição (blocos) dos dois tratamentos são descritos na Tabela 4.

**Tabela 2.** Características e aspectos de manejo das Unidades Experimentais de sistemas agroflorestais de *E. edulis* e de outros usos florestais, nos Municípios de Joinville e Garuva – SC.

BLOCO	TRAT 1 – SAFs de <i>E. edulis</i>	TRAT 2 – Outros Usos Florestais
I	<p><b>SAF:</b> Simultâneo (frutíferas perenes / espécies arbóreas) . Implantado sob cultivo em 1990.  <b>Principais espécies:</b> <i>E. edulis</i>; <i>Musa spp.</i>, <i>C. pachystachia</i>, <i>S. parahyba</i>, <i>P. americana</i>  <b>Adubação:</b> N-P-K mineral somente na cultura da banana  <b>Espaçamento:</b> Distribuição espacial aleatória  <b>Densidade de plantas com DAP <math>\geq</math> 5cm (plantas/ha):</b> 1778 (1400)*  <b>Densidade de plantas de <i>E. edulis</i> com altura total <math>\geq</math>1, 5m (plantas/ha):</b> 3202  <b>Área basal (m<sup>2</sup>/ha):</b> 21,85</p>	<p><b>Remanescente florestal:</b> Estágio avançado de regeneração  Área de exploração madeireira seletiva nas décadas de 1950 a 1970  Área em que ocorreu a exploração predatória do <i>E. edulis</i>  <b>Principais espécies:</b> <i>C. canjerana</i>, <i>N. membranacea</i>, <i>V. oleifera</i>, <i>M. glabra</i>, <i>G. opposita</i>  <b>Densidade de plantas com DAP <math>\geq</math> 5cm (plantas/ha):</b> 1200 (44)*  <b>Densidade de plantas de <i>E. edulis</i> com altura total <math>\geq</math>1, 5m (plantas/ha):</b> 102  <b>Área basal (m<sup>2</sup>/ha):</b> 43,50</p>
II	<p><b>SAF:</b> Sequencial (culturas bianuais/pousio). <i>E. edulis</i> implantado em 2005 sob árvores remanescentes  <b>Principais espécies:</b> <i>E. edulis</i>, <i>M. cabucu</i>, <i>T. mutabilis</i>, <i>R. ferruginea</i>, <i>M. cinnamomifolia</i>  <b>Adubação:</b> N mineral somente no <i>E. edulis</i>.  <b>Espaçamento:</b> Árvores em espaçamento aleatório e <i>E. edulis</i> (2 x 2 m)  <b>Densidade de plantas com DAP <math>\geq</math> 5cm (plantas/ha):</b> 1080  <b>Densidade de plantas de <i>E. edulis</i> com altura total <math>\geq</math>1, 5m (plantas/ha):</b> 3081  <b>Área basal (m<sup>2</sup>/ha):</b> 12,7</p>	<p><b>Remanescente florestal:</b> Estágio avançado de regeneração  Área de exploração madeireira seletiva nas décadas de 1950 a 1970  Área em que ocorreu a exploração predatória do <i>E. edulis</i>  <b>Principais espécies:</b> <i>C. vernalis</i>, <i>H. alchoroioides</i>, <i>C. silvestris</i>, <i>V. oleifera</i>, <i>Marlieria sp.</i>  <b>Densidade de plantas com DAP (planta/ha) <math>\geq</math> 5cm:</b> 1159 (16)*  <b>Densidade de plantas de <i>E. edulis</i> com altura total (plantas/ha) <math>\geq</math>1, 5m:</b> 192  <b>Área basal (m<sup>2</sup>/ha):</b> 26,7</p>
III	<p><b>SAF:</b> Sequencial (culturas bianuais/pousio). <i>E. edulis</i> implantado em 2001 sob árvores remanescentes  <b>Principais espécies:</b> <i>E. edulis</i>, <i>N. membranacea</i>, <i>A. triplinervea</i>, <i>H. alchorneoides</i>, <i>B. forficata</i>  <b>Adubação:</b> Inexistente  <b>Espaçamento:</b> Aleatório  <b>Densidade de plantas com DAP <math>\geq</math> 5cm (plantas/ha):</b> 2267 (1050)*  <b>Densidade de plantas de <i>E. edulis</i> com altura total <math>\geq</math>1, 5m (plantas/ha):</b> 1946  <b>Área basal (m<sup>2</sup>/ha):</b> 23,4</p>	<p><b>Plantio Florestal Misto :</b> implantado no ano de 2006 em área de pastagem  <b>Principais espécies:</b> <i>S. parahybae</i>, <i>C. glandulosa</i>, <i>C. myrianthum</i>, <i>C. trichotoma</i>  <b>Adubação:</b> Adubação verde pré-plantio e aplicação de composto orgânico na cova  <b>Espaçamento:</b> 2,0 x 2,5 m  <b>Densidade de plantas com DAP (planta/ha) <math>\geq</math> 5cm:</b> 750  <b>Densidade de plantas de <i>E. edulis</i> com altura total (plantas/ha) <math>\geq</math>1, 5m:</b> 0  <b>Área basal (m<sup>2</sup>/ha):</b> 3,7</p>
IV	<p><b>SAF:</b> Simultâneo (culturas anuais/árvores) .Implantação 2006 (esp. arbóreas) e 2007 (<i>E. edulis</i>)  <b>Principais espécies:</b> <i>E. edulis</i>, <i>C. glandulosa</i>, <i>C. trichotoma</i>, <i>S. parahybae</i>, <i>P. dubium</i>  <b>Adubação:</b> Adubação verde pré-plantio e aplicação de composto orgânico na cova  <b>Espaçamento:</b> Espécies arbóreas (2,0 x 2,5 m) e <i>E. edulis</i> (2,0 x 2,5m)  <b>Densidade de plantas com DAP <math>\geq</math> 5cm (plantas/ha):</b> 900  <b>Densidade de plantas de <i>E. edulis</i> com altura total <math>\geq</math>1, 5m (plantas/ha):</b> 1309  <b>Área basal (m<sup>2</sup>/ha):</b> 3,4</p>	<p><b>Plantio Florestal Misto :</b> implantado no ano de 2006 em área de pastagem  <b>Principais espécies:</b> <i>M. azedarach</i>, <i>S. parahybae</i>, <i>C. glandulosa</i>, <i>E. contortisiliquum</i>.  <b>Adubação:</b> Adubação verde pré-plantio e aplicação de composto orgânico na cova  <b>Espaçamento:</b> 2x 2 m  <b>Densidade de plantas com DAP (planta/ha) <math>\geq</math> 5cm:</b> 1183  <b>Densidade de plantas de <i>E. edulis</i> com altura total (plantas/ha) <math>\geq</math>1, 5m:</b> 0  <b>Área basal (m<sup>2</sup>/ha):</b> 6,3</p>
V	<p><b>SAF:</b> Simultâneo (culturas anuais/árvores). Implantação 2006 (esp. arbóreas) e 2007 (<i>E. edulis</i>)  <b>Principais espécies</b> <i>E. edulis</i>, <i>C. trichotoma</i>, <i>C. glandulosa</i>, <i>M. azedarach</i>  <b>Adubação:</b> Adubação verde pré-plantio e aplicação de composto orgânico na cova  <b>Espaçamento:</b> Espécies arbóreas (2,0 x 2,5 m) e <i>E. edulis</i> (2,5 x 4,0 m)  <b>Densidade de plantas com DAP <math>\geq</math> 5cm (plantas/ha):</b> 767  <b>Densidade de plantas de <i>E. edulis</i> com altura total <math>\geq</math>1, 5m (plantas/ha):</b> 500  <b>Área basal (m<sup>2</sup>/ha):</b> 5,3</p>	<p><b>Plantio Florestal Misto:</b> implantados em 2006 e 2007  <b>Principais espécies:</b> <i>T. ovata</i>, <i>P. dubium</i>, <i>S. parahybae</i>, <i>C. trichotoma</i>  <b>Adubação:</b> Adubação verde pré-plantio e aplicação de composto orgânico na cova  <b>Espaçamento:</b> 2x 2 m  <b>Densidade de plantas com DAP (planta/ha) <math>\geq</math> 5cm:</b> 650  <b>Densidade de plantas de <i>E. edulis</i> com altura total (plantas/ha) <math>\geq</math>1, 5m:</b> 0  <b>Área basal (m<sup>2</sup>/ha):</b> 1,7</p>

\* número de indivíduos de *E. edulis*/ ha com DAP  $\geq$  5cm.

**Tabela 3.** Comparação entre os parâmetros da estrutura vertical e horizontal do estrato arbóreo de áreas ocupadas com sistemas agroflorestais de *E. edulis* e com outros usos florestais. Os valores representam médias de cinco repetições para cada uso do solo, localizadas nos Municípios de Joinville e Garuva- SC

Tratamentos	Área basal (m <sup>2</sup> /ha) (1)	Altura média (m) (1)	Nº de plantas/ha com DAP ≥ 5 cm (1)	Nº de indivíduos de <i>E. edulis</i> /ha com altura ≥ 1,5m (2)
SAFs de <i>E. edulis</i>	13,4	7,0	1458	1879
Outros Usos Florestais	16,3	8,0	988	26

(1): não significativo e (2) significativo, pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, DAP: diâmetro à altura do peito.

**Tabela 4.** Parâmetros da estrutura vertical e horizontal do estrato arbóreo de cinco áreas (blocos) ocupadas com sistemas agroflorestais de *E. edulis* e com outros usos florestais, localizadas nos Municípios de Joinville e Garuva –SC

Tratamentos	Bloco	Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	Altura média (m)	Nº de plantas/ha c/ DAP ≥ 5cm	Nº de indivíduos de <i>E. edulis</i> /ha c/altura ≥ 1,5m
SAFs de <i>E. edulis</i>	I	21,8	8	1778	2486
	II	12,7	8	1080	3079
	III	23,5	7	2267	2030
	IV	3,5	5	900	1300
	V	5,3	7	1267	500
Outros Usos Florestais	I	43,5	12	1200	79
	II	26,7	11	1159	49
	III	3,5	6	750	0
	IV	6,3	6	1183	0
	V	1,7	5	650	0

DAP: diâmetro à altura do peito.

## 2.3 Atributos Químicos e Físicos do Solo

### 2.3.1 Amostragem

Para determinação das características químicas do solo foram coletadas cinco amostras nas camadas de profundidades 0-5, 5-10 e 10-20 cm em cada Unidade Experimental (U.E), distribuídas dentro das parcelas retangulares instaladas para o levantamento dos parâmetros da estrutura florestal e agroflorestal de cada U.E.

Para determinação das características físicas do solo, foram coletadas nas Unidades Experimentais amostras indeformadas, com a utilização do anel volumétrico de Kopecky, nas camadas de profundidade de 0-5 cm, de 5-10 cm e de 10-20 cm. As amostras foram devidamente acondicionadas, identificadas e encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solo para às respectivas análises.

### 2.3.2 Análises Químicas

Foram determinados os seguintes atributos químicos do solo: a) pH em água; b) teor de matéria orgânica (%); c) fósforo extraível pelo método Mehlich-1 ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ); d) potássio extraível pelo método Mehlich-1 ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ); e) Ca trocável ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ); f) Mg trocável ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ); g) Al trocável ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ); h) capacidade de troca de cátions em pH 7,0 – CTC ( $\text{cmol}/\text{dm}^3$ ); i) índice de saturação da CTC por bases – V (%) e j) índice de Saturação da CTC em pH do solo por Al - m (%). Estes atributos são frequentemente adotados por outros autores (MAFRA et al., 1996; PENEIREIRO, 1997; TORNQUIST et al., 1999, MAIA et al., 2006; SILVA et al., 2011) para a verificação dos efeitos de sistemas florestais sobre atributos químicos do solo

As análises dos atributos químicos das amostras de solo foram realizadas no Laboratório de Análise de Solo do CEPAF/EPAGRI (Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar), utilizando o método descrito em CQFS-RS/SC (2004), apresentado resumidamente a seguir:

**a) pH do solo:** quantidade de  $\text{H}^+$  na solução solo-água na proporção 1:1.

**b) Matéria orgânica:** determinado por combustão úmida, utilizando-se dicromato de sódio e ácido sulfúrico. Com base no teor de matéria orgânica, avalia-se, indiretamente, a disponibilidade de N no solo.

**c) Fósforo e potássio extraível:** utiliza-se o extrator Mehlich-1 e os teores são expressos em  $\text{mg}/\text{dm}^3$ .

**e) Cálcio, magnésio e alumínio trocáveis:** extraídos por cloreto de potássio 1 mol/L.

Os valores da CTC a pH do solo e da CTC a pH 7,0 são utilizados para os cálculos da saturação por alumínio e por bases.

**f) Saturação da CTC do solo por Al (valor m):** É obtida através do seguinte cálculo:

$m = \text{Al} \times 100 / \text{CTC}_{\text{em pH natural do solo}}$ , em que:

$$\text{CTC}_{(\text{pH natural do solo})} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{Na}^+ + \text{Al}^{3+}$$

O teor de  $\text{Na}^+$  nos solos ácidos em geral é baixo e não foi incluído no cálculo. Para expressar o teor de  $\text{K}^+$  em  $\text{cmol}/\text{dm}^3$  divide-se o teor de K ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) por 391.

**g) Saturação da CTC pH 7,0 por bases (valor V):** É obtida pelo seguinte cálculo:

$V = S \times 100 / \text{CTC}_{\text{pH 7,0}}$ , em que:

S = soma dos cátions de reação básica ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{Na}^+$ ) em  $\text{cmol}/\text{dm}^3$ ;

$$\text{CTC}_{\text{pH 7,0}} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{Na}^+ + (\text{H}^+ + \text{Al}^{3+})$$

### 2.3.3 Análises Físicas

Como indicadores da estrutura do solo determinaram-se a densidade aparente do solo ( $D_s$ ), expresso em  $\text{g}/\text{cm}^3$ ; o diâmetro médio ponderado dos agregados, obtidos por peneiramento em água (DMPu), expresso em mm; o diâmetro médio ponderado dos agregados obtidos por peneiramento dos agregados secos ao ar (DMPs), expressa em mm; e o índice de estabilidade dos agregados (IEA), que é a relação DMPu/DMPs.

O processamento das amostras e as determinações dos indicadores da estrutura do solo foram realizados no Laboratório de Física do Solo da Estação Experimental da Epagri de Campos Novos- SC, que adota como padrão de análise os métodos descritos por VEIGA (2006) e por VEIGA et al. (2009), a saber:

**a) Densidade do solo ( $D_s$ ):** foram utilizadas amostras indeformadas, obtidas com o anel volumétrico (Kopecky) de volume conhecido. Expressa em  $\text{g}/\text{cm}^3$ , foi calculada pela equação  $D_s = M_s / V_s$ ; onde  $M_s$  = massa do solo seca em estufa, em g, e  $V_s$  = volume do solo em  $\text{cm}^3$  (EMBRAPA, 1997).

**b) Diâmetro médio ponderado dos agregados obtidos via peneiramento a seco (DMPs):** as amostras foram esboroadas cuidadosamente sobre peneira de 8 mm de abertura de malha, separando-se os agregados nos planos de fraqueza, sem contudo forçar os agregados através da malha. Após esse peneiramento inicial, as amostras foram secas ao ar livre à sombra até a umidade se estabilizar. As amostras com diâmetro de agregados menor que 8 mm foram depositadas cuidadosamente em uma caixa de plástico usando movimentos da borda para o centro, evitando-se a segregação dos agregados. Desta caixa coletaram-se, transversalmente em toda a extensão da faixa onde os agregados foram distribuídos, 25 a 30g de agregados secos ao ar. Também foi coletada, separadamente, uma amostra com aproximadamente 10 a 15g para determinação da umidade gravimétrica residual dos agregados.

Para a determinação da distribuição dos tamanhos de agregados secos ao ar, utilizou-se um conjunto de peneiras com abertura de malhas de 4,0; 2,0; 1,0 e 0,5 mm. Os agregados que passaram através da peneira com abertura de malha de 0,5 mm foram coletados no fundo. A amostra de agregados foi distribuída na peneira superior e o conjunto de peneiras foi submetido a 12 suaves movimentos direita e esquerda, virados 90° e submetidos novamente a 12 suaves movimentos direita e esquerda, de forma a permitir que apenas agregados com diâmetros maiores que a respectiva abertura de malha de cada peneira fossem mantidos sobre ela, sem contudo aplicar excessiva energia que os desagregasse. Foram removidos os fragmentos de materiais orgânicos e de cascalho individualizados (não agregados) retidos nas peneiras de 4,0 e 2,0 mm de abertura de malha. A massa de agregados retida em cada peneira foi usada para calcular o diâmetro médio ponderado, por meio da seguinte fórmula:

$$DMPs = \sum_{i=1}^n (p_i \cdot d_i)$$

Onde:

*i* representa a classe de agregados (8,0-4,0; 4,0-2,0; 2,0-1,0; 1,0-0,5; e <0,50 mm), *p<sub>i</sub>* a proporção de agregados presente na respectiva classe em relação à massa total de agregados e *d* o diâmetro médio da classe (respectivamente 6,00; 3,00; 1,50; 0,75 e 0,25 mm)

**c) Diâmetro médio ponderado dos agregados obtidos via peneiramento em água (DMPu):** Os agregados provenientes de todas as peneiras do procedimento anterior foram reunidas para determinação do diâmetro médio ponderado dos agregados estáveis em água. Este procedimento adotou um método similar ao proposto por KEMPER & CHEPIL (1965), conforme descrito por VEIGA et al. (2009). Colocou-se em tubos individuais de PVC um conjunto de peneiras com as mesmas aberturas de malhas utilizadas para o peneiramento a seco. Adicionou-se água no tubo até que o nível fosse suficiente para atingir a parte inferior da peneira localizada na parte mais alta do aparato. A amostra com os agregados foi depositada na peneira superior, possibilitando a saturação dos agregados por capilaridade por aproximadamente 1 minuto. Na sequência adicionou-se mais água no recipiente, de forma que toda a amostra ficasse completamente imersa em água, deixando-a nesta condição por 10 minutos. O aparato foi submetido a um movimento oscilante vertical com aproximadamente 4,0 cm de amplitude com uma frequência de 42 movimentos por minuto, sempre imerso em água. Após este procedimento o conjunto de peneiras foi retirado e os agregados retidos em cada peneira foram repassados para um recipiente metálico numerado e seco em estufa a 105° C até massa constante. Determinou-se, então, a massa de cada classe de agregados com diâmetro médio das classes 6,00; 3,00; 1,50; 0,75 mm. A massa de agregados com diâmetro médio da classe 0,25mm (que fica no fundo do recipiente com água) corresponde à diferença

entre a massa total seca de agregados e a soma das massa dos agregados retidos nas outras peneiras. A determinação do DMPu é feita através da mesma fórmula descrita para o DMPs.

**d) Índice de estabilidade de agregados (IEA):** foi determinado pela seguinte relação:

$$\text{IEA} = \text{DMPu}/\text{DMPs}.$$

#### **2.3.4 Análise Estatística**

Para a análise estatística dos dados dos indicadores dos atributos químicos e físicos do solo, os dados foram submetidos à análise de variância, ao nível de 5 % de probabilidade. Para a realização das análises estatísticas utilizou-se o programa estatístico SAEG versão 5.0 (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas da Universidade Federal de Viçosa).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Atributos Químicos

Pela análise de variância dos atributos químicos do solo, cujo resumo é apresentado na Tabela 5, constata-se que houve diferenças significativas entre os tratamentos, apenas para o teor de K e Ca na camada de profundidade 10 -20 cm. Os resultados dessa análise demonstram também que para a maior parte dos atributos químicos avaliados houve diferença significativa entre os blocos.

**Tabela 5.** Significância da diferença, pelo teste F, de atributos químicos de amostras de solo<sup>1</sup>, dentro de cada camada de profundidade de solo, entre dois usos do solo: Sistemas Agroflorestais de *E. edulis* e Outros Usos Florestais, Municípios de Joinville e Garuva, SC

Camadas de profundidade (cm)	Fontes de Variação	pH (H <sub>2</sub> O)	P ---mg.dm <sup>-3</sup> ---	K	Ca	Mg	Al	CTC	V	m	MO
0 – 5	Blocos	*	ns	ns	**	**	**	ns	**	**	ns
	Tratamentos	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
5 – 10	Blocos	*	ns	**	**	**	*	*	*	**	ns
	Tratamentos	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
10 – 20	Blocos	*	ns	**	**	**	*	ns	**	**	ns
	Tratamentos	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>1</sup>: Médias de 5 repetições; ns: não significativo; \* e \*\* significativo a 5% e a 1% de probabilidade respectivamente

Na Tabela 6 são apresentados os valores médios (n=5) dos indicadores dos atributos químicos do solo dos dois tratamentos, com os respectivos valores dos desvios-padrão, nas três camadas do solo.

A não constatação de diferença significativa dos indicadores dos atributos químicos avaliados - com exceção do K e Ca na camada de 10 a 20 cm - corrobora com os resultados obtidos por SILVA et al. (2011) em trabalho desenvolvido na região sul da Bahia. Os autores compararam os atributos químicos de amostras de solos obtidas sob SAFs - compostos por espécies frutíferas e arbóreas leguminosas - e sob cobertura florestal nativa (Mata Atlântica) e constataram que não houve diferenças significativas entre os tratamentos para a quase totalidade dos atributos químicos analisados.

Nessa mesma direção, CUNHA NETO (2010) comparando os efeitos de três diferentes povoamentos florestais (acácia, mimosa, eucalipto) sobre os atributos químicos do solo nas camadas 5 – 10cm e 10 a 20 cm, aos 4,5 anos após o plantio, e tendo como referência os atributos do solo sob floresta nativa, verificou que não houve diferenças significativas entre os tratamentos para a maior parte dos atributos analisados.

**Tabela 6.** Valores médios dos atributos químicos de amostras de solo, coletados em três camadas de solo em Sistemas Agroflorestais de *E. edulis* e em Outros Usos Florestais, nos Municípios de Joinville e Garuva, SC (n=5)

Usos do Solo	pH (H <sub>2</sub> O)	P -----mg·dm <sup>-3</sup> ----	K	Ca	Mg	Al	CTC	V	m	MO
				-----Cmol <sub>c</sub> ·dm <sup>-3</sup> -----				-----(%)------		
camada 0 – 5 cm										
SAF de <i>E. Edulis</i>	5,0 (0,30)	7,9 (5,22)	52,9 (21,40)	3,3 (2,38)	1,6 (1,10)	1,1 (0,79)	12,1 (3,18)	41,05 (21,16)	25,60 (26,88)	3,8 (0,91)
Outros Usos Florestais	4,8 (0,52)	6,6 (2,17)	78,9 (49,52)	3,5 (2,89)	1,7 (1,30)	1,1 (0,68)	12,8 (2,85)	40,75 (24,47)	26,21 (27,49)	3,5 (0,35)
camada 5 -10 cm										
SAF de <i>E. Edulis</i>	5,0 (0,30)	6,4 (5,16)	32,4 (16,38)	2,1 (1,84)	1,0 (0,97)	1,4 (0,62)	11,0 (2,78)	27,82 (17,36)	39,51 (27,13)	3,2 (1,11)
Outros Usos Florestais	4,9 (0,50)	5,5 (1,80)	40,3 (24,58)	2,9 (2,67)	1,3 (1,23)	1,4 (0,76)	12,1 (2,16)	32,80 (23,49)	36,29 (30,98)	3,0 (0,42)
camada 10 -20 cm										
SAF de <i>E. Edulis</i>	5,0 (0,24)	5,9 (5,51)	26,9 (16,38)	1,7 (1,51)	0,7 (0,84)	1,5 (0,41)	9,9 (2,14)	23,53 (16,80)	45,21 (22,34)	2,6 (0,87)
Outros Usos Florestais	5,0 (0,48)	4,8 (1,59)	36,2 (20,53)	2,7 (2,16)	1,2 (1,28)	1,5 (0,59)	13,1 (4,39)	33,03 (23,53)	38,67 (31,73)	2,5 (0,31)

P e K extraídos pela solução Mehlich -1; Ca, Mg e Al pelo extrator KCl 1,0 mol L<sup>-1</sup>; CTC: capacidade de troca de cátions a pH 7,0; V: saturação da CTC<sub>pH 7,0</sub> por bases; m: saturação da CTC<sub>pH do solo</sub> por Al<sup>+3</sup>, MO: teor de matéria orgânica. \* Os valores entre parênteses representam os desvios padrão das médias.

É importante ressaltar que em ecossistemas florestais a maior parte do estoque de nutrientes nem sempre se encontra no solo. POGGIANI & SCHUMACHER (2000) afirmam que em ecossistemas florestais, seja em floresta nativa ou plantações florestais de espécies nativas, a ciclagem de nutrientes pode ser compartimentalizada principalmente em: biomassa aérea das árvores, manta florestal (serrapilheira), biomassa das raízes e solo. Enfatizam que nesses ecossistemas o estoque principal dos nutrientes encontra-se nos troncos das árvores.

Os SAFs de *E. edulis* desenvolvidos pelos agricultores do litoral norte de SC, e avaliados neste estudo, se caracterizam por possuir, na média de suas repetições, uma estrutura dos componentes arbóreos similar à dos plantios florestais mistos e remanescentes florestais nativos utilizados aqui como referência (Tabela 3). A ausência de diferença significativa entre os dois tratamentos para os parâmetros área basal e altura média – componentes principais para o cálculo de biomassa aérea (tronco das árvores) – evidencia esta similaridade.

A constatação de que os atributos químicos do solo entre os dois tratamentos não apresentam diferença significativa e que, da mesma forma, a biomassa aérea dos componentes arbóreos presentes nos dois tratamentos se assemelham, poderia indicar – de forma um tanto genérica – que a ciclagem de nutrientes nos SAFs de *E. edulis* e nos Outros Usos Florestais estão sendo equivalentes, o que indica que, sob esse aspecto, um tratamento não está se diferenciando do outro. No entanto, uma afirmação categórica neste sentido demanda estudos mais aprofundados acerca do estoque de nutrientes presentes tanto na serrapilheira, quanto

nos diferentes compartimento da biomassa (aérea e radicular) da vegetação presente nos dois tratamentos.

É importante ressaltar que em três repetições dos SAFs avaliados os indivíduos do povoamento de *E. edulis* ainda não atingiram o estágio reprodutivo pleno (Tabela 2). Assim sendo, espera-se que - com o advento da colheita de frutos e, conseqüentemente, do aumento da quantidade de nutrientes a ser exportada do sistema - venha a ocorrer uma redução nas reservas de nutrientes do solo.

Dessa forma o manejo da fertilidade do solo nesses SAFs merece um acompanhamento mais efetivo, uma vez que a tendência de redução, ocorre pelo menos para o K e Ca na camada 10 – 20 cm (Tabela 6).

Na Tabela 5 verifica-se que, para as três camadas analisadas, existem diferenças significativas entre os atributos químicos do solo entre os blocos, mesmo os solos dos cinco blocos classificados como Cambissolos Háplicos (PUNDEK & MOLINARI, 2001; EMBRAPA, 2004; PUNDEK, 2005).

Os solos dos blocos III, IV e V, situados em relevo plano, têm como material de origem os sedimentos aluviais do período quaternário (PUNDEK & MOLINARI, 2001; VIEIRA et al., 2002), enquanto os blocos I e II, situados em terreno ondulado, têm como origem materiais do Pré-Cambriano, constituídos de migmatito, granito e gnaiss (EMBRAPA, 1988). FROUFE et al. (2011), em estudo comparando o potencial de SAFs para seqüestro de carbono em áreas de abrangência da Mata Atlântica, no Vale do Ribeira, SP, também verificaram grande variação quanto à fertilidade química em Cambissolos Háplicos situados em um mesmo Município, porém localizados em diferentes posições na paisagem.

VIEIRA et al. (2002) apontam que a classe Cambissolo é constituída por solos minerais não hidromórficos, com horizonte B incipiente e que podem ser derivados dos mais diferentes tipos de materiais de origem, processos de formação e sob condições climáticas diversas. Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características destes solos variam muito de um local para outro, comportando desde solos rasos a profundos, de texturas franco-arenosas até argilosas e de alta a baixa saturação por bases (EMBRAPA, 2006), o que em parte verificou-se neste trabalho.

BOHNEM (2000) aponta a posição no relevo e o processo de formação do solo como fatores determinantes de seus atributos químicos. Segundo o autor, mesmo formados a partir do mesmo material de origem e estando sob as mesmas condições climáticas, solos localizados em relevo acidentado ou plano podem apresentar atributos químicos diferentes, devido ao processo mais intenso de percolação dos componentes mais solúveis (Ca, Mg, K e Na) no solo localizado no terreno plano.

As diferenças significativas detectadas na maior parte dos atributos químicos entre os blocos indicam que o delineamento experimental adotado foi pertinente frente à heterogeneidade do solo nas parcelas que constituíram as repetições dos tratamentos.

### **3.2 Atributos Físicos**

Não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos para os valores de densidade aparente do solo (Ds), diâmetro médio ponderado dos agregados obtido via peneiramento a seco (DMPs), diâmetro médio ponderado obtido via peneiramento em água (DMPu), mas foi verificada diferença para os valores do índice de estabilidade dos agregados (IEA), conforme apresentado na Tabela 7.

**Tabela 7.** Indicadores da qualidade estrutural do solo de amostras coletadas em três camadas de solo em cinco áreas ocupadas com sistemas agroflorestais de *E. edulis* e com outros usos florestais nos Municípios de Garuva e Joinville –SC

Uso do solo	Ds g/cm <sup>3</sup>	DMPs -----mm-----	DMPu	IEA (DMPu/DMPs)
0 – 5 cm				
SAFs de <i>E. edulis</i>	0,83	3,35	3,23	0,97
Outros Usos Florestais	0,91	3,51	2,91	0,83
	(ns)	(ns)	(ns)	(p=0,02)
5 – 10 cm				
SAFs de <i>E. edulis</i>	0,90	3,24	3,02	0,94
Outros Usos Florestais	1,01	3,58	2,64	0,73
	(ns)	(ns)	(ns)	(p=0,006)
10 – 20 cm				
SAFs de <i>E. edulis</i>	0,95	3,11	2,62	0,87
Outros Usos Florestais	1,05	3,58	2,29	0,63
	(ns)	(ns)	(ns)	(p=0,03)

Ds: densidade aparente do solo, DMPs: diâmetro médio ponderado obtido via peneiramento a seco; DMPu: diâmetro médio ponderado obtido via peneiramento em água, IEA: índice de estabilidade de agregados obtido pela relação DMPu/DMPs. Ns: não significativo a 5% de probabilidade e p=probabilidade pelo teste F, considerando diferenças entre os tratamentos dentro de cada camada de profundidade.

Segundo FERREIRA (2010), a Ds é uma medida que se relaciona com a estrutura do solo, uma vez que é determinada em função do arranjo e disposição das partículas e dos espaços porosos do solo, refletindo, principalmente, sua textura e o seu teor de matéria orgânica. Na Tabela 8 é possível verificar que, em média, os solos de cada um dos sistemas de uso não diferiram significativamente quanto aos teores de argila e nem quanto aos teores de matéria orgânica.

**Tabela 8.** Comparação, pelo teste F, dos teores de matéria orgânica (%) e de argila (%) de amostras de solo coletadas em três camadas em cinco áreas de SAFs de *E. edulis* e de Outros Usos Florestais, nos Municípios de Joinville e Garuva, SC.

Uso do solo	Teor de matéria orgânica -----%	Teor de argila
camada de profundidade 0 – 5 cm		
SAFs de <i>E. edulis</i>	3,8	24
Outros Usos Florestais	3,5	26
	(ns)	(ns)
camada de profundidade 5 – 10 cm		
SAFs de <i>E. edulis</i>	3,2	26
Outros Usos Florestais	3,0	26
	(ns)	(ns)
camada de profundidade 10 – 20 cm		
SAFs de <i>E. edulis</i>	2,6	27
Outros Usos Florestais	2,5	27
	(ns)	(ns)

Ns: não significativo, pelo teste F a 5% de probabilidade, considerando diferenças entre os tratamentos dentro de cada camada de profundidade do solo.

A modificação da Ds de determinado solo em função de seu uso e manejo está relacionada basicamente com as alterações do teor de matéria orgânica e da disposição das partículas do solo (FERREIRA, 2010). Assim, a não verificação de diferenças significativas para os valores de Ds indicam que os diferentes usos do solo (SAFs de *Euterpe edulis* e Outros Usos Florestais) não tiveram efeitos diferenciados sobre o arranjo e a disposição das partículas do solo e, conseqüentemente, sobre seu espaço poroso total.

Este resultado confirma os obtidos por FROUFE et al. (2011) em Cambissolos Háplicos localizados em áreas de abrangência de Mata Atlântica. Os autores não observaram diferenças significativas na Ds entre os tratamentos SAFs multiestratas – constituídos principalmente por banana e espécies florestais nativas e exóticas - e Cobertura Florestal Nativa, cuja amplitude, considerando os valores médio dos dois tratamentos, variou entre 0,90 e 1,06g/cm<sup>3</sup>. No presente trabalho, as amplitudes dos valores médios de Ds para os tratamentos SAFs de *E. edulis* e Outros Usos Florestais foram semelhantes ao trabalho supracitado, variando entre 0,83 e 1,05 g/cm<sup>3</sup> (Tabela 7).

Os valores superiores do índice de estabilidade dos agregados (IEA) no tratamento SAF de *E. edulis*, indicam que os agregados dos solos sob esse tratamento apresentam maior estabilidade quando comparados aos solos sob Outros Usos Florestais. A verificação de diferença estatística entre os tratamentos para o índice de estabilidade dos agregados e a não verificação de diferença entre os indicadores DMPu e DMPs – que por sua vez são os componentes utilizados para a determinação do IEA, também foi observado por outros autores, indicando a sensibilidade do IEA em expressar a estabilidade dos agregados em diferentes tipos de solo sob diferentes usos ou sistema de cultivo.

VEIGA et al. (2009), em estudo sobre os efeitos, em curto e longo prazo, de diferentes fontes de nutrientes e distintos sistemas de cultivo sobre a estabilidade dos agregados em Nitossolo Vermelho, observaram que não houve diferença significativa entre os tratamentos para os indicadores relacionados à distribuição do tamanho dos agregados obtidos via peneiramento em água e via peneiramento a seco. Porém o IEA expressou a maior estabilidade dos agregados para os tratamentos com os maiores teores de matéria orgânica do solo.

SILVA & MIELNICZUK (1997b), avaliando os efeitos de diferentes sistemas de cultivo e uso do solo (cobertura florestal nativa, pastagem nativa e cultivada, plantio direto e cultivo convencional) sobre o estado de agregação de quatro solos, observaram que o IEA, comparativamente aos indicadores DMPs e DMPu, expressou melhor os efeitos benéficos das gramíneas sobre o grau de agregação e a estabilidade dos agregados dos solos, quando comparados aos efeitos do cultivo convencional.

O tipo de delineamento adotado e os resultados das análises de variância de atributos químicos do solo e de sua textura evidenciam que esses fatores não influenciaram (de modo positivo ou negativo) nenhum tratamento individualmente, de forma a poderem explicar a maior estabilidade dos agregados dos solos sob SAF de *E. edulis*.

Aspectos relacionados à cobertura vegetal e a ação das plantas são fatores que influenciam a estabilidade dos agregados do solo, principalmente por protegerem os agregados da superfície contra a desagregação pelo impacto das gotas da chuva e de variações bruscas de umidade, bem como pelas dinâmicas interações físico-químicas e biológicas que ocorrem na rizosfera (CARPENEDO & MIELNICZUK, 1990; D'ANDREA et al., 2002, ZONTA et al., 2006).

A média dos parâmetros horizontal e vertical dos componentes arbóreos dos dois tratamentos é semelhante. A área basal (Tabela 3) é um parâmetro que se relaciona com os diâmetros das copas das árvores e conseqüentemente com a cobertura do solo (LAMPRECH, 1990), indicando que nos dois tratamentos os solos estavam provavelmente submetidos às mesmas condições quanto ao impacto das gotas da chuva e de variações bruscas de umidade.

A diferença na densidade de indivíduos de *E. edulis* entre os tratamentos – apresentando variação de 500 a 3079 plantas/ha nos SAFs de *E. edulis*, e de 0 a 79 plantas/ha nos Outros Usos Florestais (Tabela 2) – foi o único, dentre os parâmetros relativos aos aspectos da vegetação e aos atributos do solo utilizados para caracterização dos tratamentos, que – em consonância com o IEA - apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Essa constatação indica haver uma ligação entre esses dois parâmetros (IEA e Densidade de *E. edulis*), o que foi verificado através de análise de correlação de Pearson ( $r = 0,47$ ;  $p = 0,004$ ).

Considerando que o tratamento SAFs de *E. edulis* é constituído por espécies arbóreas dicotiledôneas consorciadas com uma espécie monocotiledônea (*E. edulis*), enquanto o tratamento Outros Usos Florestais é constituído predominantemente por espécies arbóreas dicotiledôneas, e que o sistema radicular das dicotiledôneas diferencia-se substancialmente dos das monocotiledôneas, torna-se fundamental aprofundar a discussão nesse tema, pois diversos autores destacam a influência da ação das raízes das plantas na formação e estabilização dos agregados do solo.

ZONTA et al. (2006) consideram a dinâmica radicular como o principal agente na manutenção da qualidade do solo, e destacam que o sistema radicular - em interação com a matriz mineral do solo por meio de seus processos bioquímicos e físico-químicos - pode ser admitido como o principal formador de micro e macroagregados do solo.

As raízes atuam fisicamente na formação dos agregados do solo – seja por envolverem fisicamente os microagregados formando e estabilizando os macroagregados, seja por promoverem a reorientação e aproximação dos microagregados pela sua expansão e remoção de água, favorecendo a coesão entre as partículas do solo (SILVA & MIELNICZUK, 1998). As raízes das plantas estimulam também a agregação estável por promoverem uma alta população microbiana na rizosfera, favorecida pelo fornecimento contínuo de material orgânico, via secreções radiculares e via renovação do sistema radicular, que constituem fontes de energia para a atividade microbiana, cujos subprodutos (polissacarídeos extracelulares) atuam como agentes de formação e estabilização dos agregados (CARPENEDO & MIELNICZUK, 1990). As hifas de fungos rizosféricos também destacam-se como importantes agentes na formação e estabilização de macroagregados (CASTRO FILHO et al., 1998).

TISDALL & OADES (1979) observaram a influência benéfica de hifas de micorrizas vesículo - arbusculares na formação e estabilização de agregados de solos cultivados com azevém. Estudos posteriores realizados por WRIGHT & UPADHYAYA (1998) em diferentes tipos de solo e sob diversos usos e coberturas vegetais constataram que a glomalina (proteína produzida por hifas de micorrizas arbusculares) apresentou alta correlação com o indicadores de estabilidade dos agregados em água, sendo superior, inclusive, à correlação verificada entre este índice e o teor de carbono do solo.

Estudos avaliando a ação das raízes na formação e estabilização de agregados destacam o sistema radicular fasciculado das gramíneas como eficiente recuperador da estrutura do solo, principalmente por apresentar elevada densidade de raízes e por serem bem distribuídas no solo. (SILVA & MIELNICZUK, 1997a; VEZZANI & MIELNICZUK, 2011).

As raízes das palmeiras (plantas da família Arecaceae, a qual pertence o *E. edulis*) apresentam sistema radicular fasciculado, a exemplo das gramíneas e de outras plantas monocotiledôneas (ALVES & DEMATTÊ, 1987). Segundo descrição desses autores, as raízes das palmeiras caracterizam-se por serem muito abundantes, medindo vários metros de comprimento e por produzirem muitas ramificações e numerosas raízes finas. BOVI (1992), referindo-se especificamente ao sistema radicular da palmeira *Euterpe edulis*, observa que os indivíduos adultos apresentam raízes que se estendem lateralmente até cerca de 6 metros do estipe (caule das palmeiras), podendo chegar a uma profundidade de 1,5 metro; no entanto, o

sistema radicular apresenta-se bastante superficial, possuindo a maior porcentagem de raízes responsáveis pela absorção de água e nutrientes nos primeiros 20 cm do solo.

O fasciculado e abundante sistema radicular do *E. edulis* indica que ele é capaz de promover acentuadas interações físico-químicas e biológicas no solo. BOVI et al. (1988) verificaram a associação de micorrizas arbusculares com as raízes de *E. edulis* em plantios no campo. Nas camadas de solo onde ocorre alta densidade de raízes, desenvolve-se um ambiente dinâmico em processos de difusão de nutrientes (ANGHINONI E VOLKWEISS, 1984; MUNEEER & OADES, 1989) e propício para a manutenção de altas populações de microorganismos (CARPENEDO & MIELNICZUK, 1990).

O sistema radicular das espécies arbóreas dicotiledôneas pode ser caracterizado, quanto ao hábito de crescimento, em dois tipos principais: sistema radicular pivotante e sistema radicular ramificado (GONÇALVES & MELLO, 2000); o que os diferencia bastante do sistema fasciculado, característico das gramíneas e das palmeiras.

Apontamentos feitos por GONÇALVES & MELLO (2000) e FURTINI NETO et al. (2000) indicam que, de forma geral, espécies vegetais com sistema radicular fasciculado apresentam maior densidade de raízes finas quando comparadas às espécies arbóreas com sistema radicular pivotante ou ramificado.

Segundo GONÇALVES e MELLO (2000), o sistema radicular pivotante – típico das espécies pioneiras – caracteriza-se por uma raiz central bem definida, desenvolvida, e que penetra verticalmente no solo, a partir da qual originam-se ramificações que se distribuem obliquamente em relação à raiz principal. O sistema radicular ramificado – típico das espécies secundárias e clímax - diferencia-se do anterior por não ser possível nele identificar nitidamente uma raiz principal, seja pela posição ou pelo grau de desenvolvimento. As raízes de ambos os tipos de sistema radicular (pivotante e ramificado) possuem grande capacidade de se aprofundarem no solo (GONÇALVES & MELLO, 2000). Quanto à ocorrência de micorrizas arbusculares, FURTINI NETO et al. (2000) apontam que esse tipo de associação é generalizado nas espécies florestais tropicais

Com base nestas informações é pertinente inferir que nos SAFs de *E. edulis* - constituídos de espécies arbóreas dicotiledôneas e de palmeiras (monocotiledôneas) - a quantidade de raízes presentes no solo é superior e melhor distribuída, sobretudo na camada de 0 -20 cm, do que a quantidade de raízes presentes nos solos sob Outros Usos Florestais - constituídos predominantemente por espécies arbóreas dicotiledôneas. A maior quantidade de raízes propicia, por sua vez, uma maior interação do sistema solo-planta no que diz respeito aos eventos físico-químicos e biológicos, influenciando positivamente a formação e estabilização dos agregados.

Diante dos resultados obtidos e das reflexões realizadas é coerente considerar que o fator que influenciou, de forma positiva, a maior estabilidade dos agregados nos solos dos SAFs de *Euterpe edulis* foi a presença do número considerável de indivíduos dessa espécie, associado às características do seu sistema radicular fasciculado.

## 4 CONCLUSÃO

Os Sistemas Agroflorestais de *E. edulis* não proporcionaram alterações nos atributos químicos do solo e possíveis aumentos na exportação de nutrientes pela maior retirada de frutos poderão exaurir as reservas naturais de nutrientes do solo. Com vistas a garantir o incremento e manutenção da fertilidade química dos solos sob SAFs, recomenda-se um permanente e criterioso manejo de adubação desses sistemas.

Os solos sob SAFs de *E. edulis* apresentaram um maior índice de estabilidade dos agregados quando comparados aos solos sob Outros Usos Florestais. O cultivo de *E. edulis* quando consorciado com espécies arbóreas efetivamente promove a melhoria da estabilidade dos agregados do solo em função das características de seu sistema radicular.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEGRE, J.; ARÉVALO, L. Critérios para La evaluación y monitoreo de La calidad Del suelo em sistemas agroforestales. In: PORRO (Ed). **Alternativa agroflorestal na Amazônia e transformação**. Brasília: Embrapa. 2009. p 501-516.
- ALVES, M.R.P.; DEMATTÊ, M.E.S.P. **Palmeiras: características botânicas e evolução**. Campinas: Fundação Cargil, 1987. 129p.
- ANGHINONI, I.; VOLKWEISS, S.J. Recomendações de uso de fertilizantes no Brasil. In: Simpósio sobre fertilizantes na agricultura brasileira. Brasília, 1984. **Anais....**Brasília: EMBRAPA-DEP, 1984. p.179-204 (EMBRAPA-DEP, Documento 14)
- BAYER, C; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.21, p.105-112, 1997.
- BERBARA, R.L.L; SOUZA, F.A.; FONSECA, H.M.A.C. Fungos micorrízicos arbusculares: muito além da nutrição. In: NOVAIS et al. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2007. p. 53-88.
- BONMEM, H. Acidez do solo – origem e correção. In: KAMINSKI, J. (Coord). **Usos de corretivos da acidez do solo no Plantio Direto**. Pelotas: SBCS – Núcleo Regional Sul, 2000. p. 9-19 (Boletim Técnico 4)
- BORN, R.; TALLOCCI, S. Payment for Environmental Services: Brasil. ROSA, H.; KANDEL, S. (Coor). In: **Payments for environmental services in the Americas**. \_\_\_\_:Prisma, 2002 (Relatório).
- CAMPOS, B.C.; REINERT, D.J.; NICOLODI, R.; CASSOL, L.C. Dinâmica da agregação induzida pelo uso de plantas de inverno para cobertura do solo.**Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.23, p.383-391, 1999.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS et al. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2007. p. 375-470.
- CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de Agregação e qualidade de agregados de Latossolo Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.14, p.99-105, 1990.
- CARVALHO, R. WENCESLAU, J.G., ARMANDO, M.S. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.11, p. 1153-1155, 2004.
- CASTRO FILHO, C. MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A.L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num latossolo roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.22, p.527-538, 1998

CQFS-RS/SC. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO DOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre: SBCS, 2004. 400p

D'ANDREA, A.F.; SILVA, M.L.N. CURI, N.; FERREIRA, M.M. Atributos de agregação indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região dos cerrados no sul do Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 26, p.1047-1054, 2002.

DORAN, J.W. & PARKING, T.B. Defining and assessing soil quality. IN: DORAN, J.W. et al. (ed). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison, Soil Society of America, 1994. p.3-21 (SSSA Special Publication, 35).

EMBRAPA. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado de Santa Catarina**. Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1988. 113p. (Documentos, 21).

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise do solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997.

EMBRAPA. **Mapa do reconhecimento de solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: EMBRAPA – CNPQ, 2004.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 2006. 306 p.

FERNANDES, E.C.M. Agroflorestria para paisajes productivos y sostenibles frente al cambio global. In: PORRO (Ed). **Alternativa agroflorestal na Amazônia e transformação**. Brasília: Embrapa. 2009. p 123 - 160.

FERREIRA, M.M. Caracterização física do solo. In: QUIRIJN, J.L. (Ed). **Física do solo**. Viçosa: SBCS, 2010. p.1-28.

FREIRE, L.R.; CUNHA, L.H.; SANTOS, G.A.; SOBRINHO, N.M.B.A.; EIRA, P.A. Fertilidade do solo. In: DE-POLLI (Coord). **Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro**. Itaguaí: Ed. Universidade Rural. 1988. p.13 - 48 (Série Ciências Agrárias n.2)

FROUFE, L.C.M.; RACHWAL, M.F.G; SEOANE, C.E.S. Potencial de sistemas agroflorestais multiestrata para sequestro de carbono em áreas de ocorrência de Floresta Atlântica. **Pesquisa Florestal Brasileira**. v.31, n.66, p.143 -154, 2011.

FURTINI NETO, A. E.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; MOREIRA, F.M.S. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. In: GONÇALVES et al. (Ed). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 351 – 383

GAVANDE, S.A. **Física de suelos: principios y aplicaciones**. México: Limusa-Wiley, 1973. 351p.

GOEDERT, W.J.; OLIVEIRA, S.A. Fertilidade do solo e sustentabilidade da atividade agrícola. In: NOVAIS et al. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2007. p. 991-1017.

GONÇALVES, J.L.M.; MELLO, S.L.M. O sistema radicular das árvores. In: GONÇALVES et al. (Ed). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 221 – 267.

KEMPER, W.D.; CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C.A et al. (Eds). **Methods of soil analysis**. Madson: American Society of Agronomy, 1965. Parte 1. p. 499-510 (Agronomy Series,9)

KEULEN, H.V. Physical resources of the humid tropics and their relation to yield potentials of food crops. In: Potassium in the agricultural system of the humid tropics. **Proceeding of the colloquium of the international potash institute**. Bangkok: International Potash Institute, 1985. p 31-59.

KLEIN, R.M. **Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978. 24 p.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: GTZ, 1990. 343p.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS et. al (Ed). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2007. p. 1-64

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638p.

MAFRA, A.L.; MIKLÓS, A.A.W; VOCURCA, H.L.; HARKALY, A.H; MENDOZA, E. Produção de fitomassa e atributos químicos do solo sob cultivo em aléias e sob vegetação nativa de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**. v.22, p. 43-48, 1998.

MAIA, S.M.F; XAVIER, F.A.S.; OLIVEIRA, T.S.; SÁ MENDONÇA, E. ARAUJO FILHO, J.A. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. **Revista Árvore**. v.30, n.5, p.837-848, 2006

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2009. 270 p.

MEURER, J. E. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. In: NOVAIS et. al (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2007. p. 65-90.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; FRANCHINI, J.C. Neutralização da acidez do perfil do solo por resíduos vegetais. **Informações Agronômicas**, n 92, p 1-8, 2000.

MUNEER, M.; OADES, J.M. The role of Ca-organic interactions in soil aggregate stability. III mechanisms and models. **Australian Journal of Soil Science**. v. 27., p.411-423, 1989.

NAIR, P.K.R.; BURESH, R.J.; MUGENDI, D.N.; LATT, C.R. Nutrient cycling in tropical agroforestry Systems: myths and science. In: BUCK, L.E. et al. (Ed). **Agroforestry in sustainable agricultural systems**. New York: Lewis publishers. 1998. p. 1-32.

PENEIREIRO, Fabiana M. **Sistemas agroflorestais para uma agricultura sustentável: produção aliada à conservação dos recursos naturais**. 1999. 138p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

POGGIANI, F & SCHUMACHER, M.V. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In: GONÇALVES et al. (Ed). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 287 – 308.

PORTELA, J.C.; COGO, N.P.; BARGATINI, T.; CHAGAS, J.P.; PORTZ, G. Restauração da estrutura do solo por sequências culturais implantadas em semeadura direta, e sua relação com a erosão hídrica em distintas condições físicas de superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.34, p.1353 – 1364, 2010

PUNDEK, M.; MOLINARI, A.J. **Curso de identificação, uso e manejo dos solos da região do litoral de Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 2001. 170p.

PUNDEK, M. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Texto preparado para o curso de solos da Gerência Regional de Joinville – EPAGRI, 2005. 48p.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; SUZUKI, L.E.A.S.; RAINER, H. Mecânica do solo. In: QUIRIJN, J.L. (Ed). **Física do solo**. Viçosa: SBCS, 2010. p.29-102..

REIS, V.M.; OLIVEIRA, A.L.M.; BALDANI, V.L.D.; OLIVARES, F.L.; BALDANI, J.I. Fixação biológica de nitrogênio simbiótica e associativa. In FERNANDES, M.S. (Ed). **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2006. p 375-418.

ROSA, R.O. Domínios morfoestruturais e unidades geomorfológicas. In: Knie, J. L.W. (coord.). **Atlas ambiental da Região de Joinville: complexo hídrico da Baía da Babitonga**. Florianópolis: FATMA/GTZ, 2002. p.9-11.

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P.C.; FABRÍCIO, A.C.; MACEDO, M.C.M; BROCH, D.L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.32, p.11-21, 2008.

SANCHES, P.A. Changing tropical soil fertility paradigms: from Brasil to Africa and back. In: MONIZ, A.C et. al (Ed). **Plant-Soil Interaction at Low pH: Sustainable Agriculture and Forestry Production**. Campinas/Viçosa. Brazilian Soil Science Society: **Proceedings of the Fourth International Symposium on Plant-Soil Interactions at Low pH**. Belo Horizonte, 1996. p.19-28.

SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; CORTE, A. D.; FERNANDES, L.A.V.; SIQUEIRA, J. D. S. **Inventários florestais: planejamento e execução**. 2 ed. Curitiba: Multi-Graphic Gráfica e Editora, 2009. 316p

SILVA, D.C.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; OLIVEIRA, A.H.; SOUZA, F.S.; MARTINS, S.G.; MACEDO, R.L.G. Atributos do solo em sistemas agroflorestais, cultivo convencional e floresta nativa. **Revista de Estudos Ambientais**. v.13, n.1, p.77-86, 2011.

SILVA, I. R.; SÁ MENDONÇA, E. Matéria Orgânica do solo. In: NOVAIS et. al (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2007. p. 275-374.

SILVA, I.F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.21, p.113-117, 1997a.

SILVA, I.F.; MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.21, p.313-319, 1997b.

SILVA, I.F.; MIELNICZUK, J. Sistemas de cultivo e características do solo afetando a estabilidade de agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.22, p.311-317, 1998.

SILVEIRA, N.D.; PEREIRA, M.G.; POLIDORO, J.C.; TAVARES, S.R.L.; MELLO, R.B. Aporte de nutrientes e biomassa via serrapilheira em sistemas agroflorestais em Paraty (RJ). **Ciência Florestal**. v.17, n.2, p. 129 – 136, 2007.

SOARES, J.L.N; ESPÍNDOLA, C.R.; CASTRO, S.S. Alteração física e morfológica em solos cultivados sob sistema tradicional de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.1005 – 1014, 2005.

THOMÉ, V. M. R. ; ZAMPIERI, S. L. ; BRAGA, H. J. ; PANDOLFO, C.; **Zoneamento agroecológico e socioeconômico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri/Ciram, 1999. 1015 p.

TISDALL, J.M. & OADES, J.M. Stabilization of soil aggregates by the root systems of ryegrass. **Australian Journal of Soil Research**. v.17, p. 429-441, 1979.

TISDALL, J.M. & OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **Australian Journal of Soil Research**. v.33, p. 141-163, 1982.

TORNQUIST, C.G.; HONS, F.M.; FEAGLEIB, S.E.; HAGGAR, J. Agroforestry system effects on soil characteristics of the Sarapiquí region of Costa Rica. **Agriculture, Ecosystems and Environmental**. v.73, p.19-28, 1999

VEIGA, M. **Métodos de Análises Físicas do Solo**. Campos Novos: Epagri/EECN, 2005. (Manual interno do Laboratório de Física do Solo da EPAGRI de Campos Novos)

VEIGA, M.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Aggregate stability as affected by short and long-term tillage systems and nutrient sources of a hapludox in southern Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**.v. 33, p 767 – 777, 2009.

VEZZANI, F.M.; MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.35, p. 213-223, 2011.

VIEIRA, .P.C.; SHIMIZU, S.H.; MOSER, J.M.. Pedologia. In: KNIE, J. L.W. (coord.). **Atlas ambiental da Região de Joinville: complexo hídrico da Baía da Babitonga**. Florianópolis: FATMA/GTZ, 2002. p.15 -18.

VITTI, G.C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, Magnésio e Enxofre. In: NOVAIS et al. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2007. p. 299-326

WENDLING, B.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.5, p.487-494, 2005.

WODA, C. Indicadores para serviços ambientais em sistemas agroflorestais: um estudo de caso no nordeste paraense. In: PORRO (Ed). **Alternativa agroflorestal na Amazônia e transformação**. Brasília: Embrapa. 2009. p 435 – 452.

WRIGHT, S.F.; UPADHYAYA, A. A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hiphae of arbuscular mycorrhizal fungi. **Plant and Soil**. v.97, p.97-107, 1998.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil management**. 2nd ed. Nairobi: CAB Internacional, 1997. 320p.

ZIMMERMANN, F.J.P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 402p

ZONTA, E.; BRASIL, F.C.; GOI, S.R.; ROSA, M.M.T. O sistema radicular e suas interações com o ambiente edáfico. In FERNANDES, M.S. (Ed). **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2006. p 7-52

## CAPÍTULO II

### **PROPOSTA DE RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO PARA O *Euterpe edulis* Martius EM SANTA CATARINA – 1ª APROXIMAÇÃO**

## RESUMO

Conhecer o conteúdo em nutrientes das plantas, principalmente da parte colhida, é fundamental para avaliar a exportação de nutrientes das áreas de cultivo e para estabelecer o cálculo de sua reposição, com vistas a possibilitar o adequado manejo da fertilidade do solo e o aumento da produtividade com produtos de qualidade. O cultivo do *Euterpe edulis* com vistas à produção de frutos é uma atividade produtiva recente, e não se têm disponíveis estudos acerca das exigências nutricionais dessa espécie e tampouco tabelas de recomendação de adubação para a cultura. O objetivo deste trabalho consiste em propor uma primeira aproximação de recomendação de adubação e calagem do *E. edulis* para o Estado de Santa Catarina e colocá-la em discussão. Esta primeira aproximação foi construída com uma base teórica e mediante a determinação da quantidade de nutrientes exportada pela colheita dos frutos. Os frutos para análise foram coletados em oito áreas produtivas localizadas na região do litoral de SC, estabelecidas em solos com diferentes atributos e conduzidas por agricultores sob diferentes manejos de adubação. Selecionaram-se 19 plantas que apresentavam bom aspecto visual quanto à sanidade e ao vigor da parte vegetativa, e cujos cachos apresentavam frutos com grau de maturação uniforme e que estavam no ponto ideal de colheita. A determinação dos nutrientes presentes nos frutos de *E. edulis* indicou que a quantidade de macronutrientes exportada pela colheita se dá na seguinte ordem decrescente:  $K > N > Ca > P > Mg$ , com as respectivas quantidades exportadas: 6,17; 2,18; 6,56; 3,31; 0,85- em kg/t de frutos frescos. Através de uma lógica teórica e mediante a determinação analítica da quantidade de nutrientes exportada pelos frutos do *E. edulis* foi possível propor uma primeira aproximação de recomendação de adubação e calagem para seu cultivo no Estado de Santa Catarina, sem que a mesma tenha se distanciado de uma realidade prática, o que a habilita a ser utilizada como balizadora para o manejo de adubação dessa espécie até que os resultados possam ser aprimorados a partir de futuros experimentos de calibração no campo.

**Palavras -chave:** *Euterpe edulis*, exportação de nutrientes, adubação

## ABSTRACT

Knowing the plant nutrient content, especially the harvested portion, is essential to assess the nutrients export from agricultural fields and to establish its calculation replacement, aiming at an increase of productivity and quality. The *Euterpe edulis* cultivation for fruit production is a recent activity, and for this reason, there are no studies available on the nutritional requirements of this species nor fertilizer recommendation tables yet. The main goal of the current study is to propose a first attempt on a fertilizing and liming recommendation for *E. edulis* in the State of Santa Catarina and bring the subject into debate. This first version was built on a theoretical basis and on the amount of nutrients exported determination by harvesting the fruit. The fruits collected for analysis were from productive areas located in the northern coast of Santa Catarina, in soils with different properties and performed by farmers under different fertilizer managements. Nineteen plants visually in good shape as for both sanity and vegetative vigour aspects, and whose bunches presented fruits in an uniform ripeness phase and ideal point of harvest, were selected. The present mineral determination (N, P, K, Ca and Mg) in those *E. edulis* fruits showed that the amount of nutrients exported by harvesting occurs in the following descending order:  $K > N > Ca > P > Mg$ , with the respective exported quantities: 6.17, 2.18, 6.56, 3.31, 0.85, in kg/ton of fresh fruit. Based on a theoretical logic and by analytical determination of the amount of nutrients exported by the *E. edulis* fruits was possible to propose a first attempt of liming and fertilizing recommendation for the *E. edulis* cultivation in the State of Santa Catarina without distancing itself from a practical and consistent reality. To sum up it shows that this attempt (version) can be used as a guideline for the fertilization management of this species until further field experiments provide new results.

**Key words:** *Euterpe edulis*, nutrients export, fertilization

## 1 INTRODUÇÃO

O conceito de fertilidade do solo é bastante abrangente e complexo, implicando aspectos físicos, químicos e biológicos do solo, características fisiológicas das plantas nele cultivadas e os eventos físico-químicos e bioquímicos decorrentes das interações do sistema solo/planta.

A fertilidade do solo pode ser natural - em função do seu material de origem e de seu processo de formação - ou pode advir da adição de nutrientes e do seu manejo adequado durante o cultivo. Manejos inadequados, por sua vez, podem fazer com que solos de boa fertilidade natural tornem-se solos de baixa fertilidade (LOPES & GUILHERME, 2007). As recomendações de adubação para espécies cultivadas têm como base as exigências da espécie e a capacidade do solo em suprir essas necessidades, visando à obtenção do maior lucro por área cultivada (MALAVOLTA, 1984; BRIZOLA et al., 2005).

O manejo da adubação tem como objetivo complementar a diferença entre a exigência nutricional da cultura, que é a quantidade de nutrientes utilizada para a formação da parte vegetativa e de outros órgãos que acumulam nutrientes somada à quantidade do que é exportado pela colheita e o fornecido pelo solo, considerando-se as possíveis perdas: volatilização, lixiviação, imobilização, erosão, entre outras (MALAVOLTA, 1980). A adubação permite elevar o teor dos nutrientes no solo a níveis considerados adequados para as culturas expressarem todo seu potencial produtivo, desde que os demais fatores não sejam limitantes (BISSANI et al., 2008). Tratando-se de espécies frutíferas, a nutrição adequada das plantas afeta de forma marcante a produtividade, a qualidade dos frutos, a conservação pós-colheita, a susceptibilidade da planta a moléstias e a sua tolerância a efeitos ambientais adversos – seca prolongada, geadas e alta salinidade (VAN RAIJ et al., 1997).

A determinação da quantidade de nutrientes acumulada pela planta, em cada estágio de crescimento e desenvolvimento, bem como a quantificação dos nutrientes exportados pela colheita constituem importantes informações para o adequado manejo de adubação das culturas (HAAG et al., 1993; LELES, 1995; GRANGEIRO et al., 2005). VAN RAIJ et al. (1997) defendem que conhecer o conteúdo em nutrientes das plantas, principalmente da parte colhida, é fundamental para avaliar a exportação de nutrientes das áreas de cultivo e para estabelecer o cálculo de sua reposição, com vistas à manutenção ou o aumento da produtividade de frutos de qualidade. Segundo esses autores, a determinação e quantificação dos nutrientes extraídos e exportados pela colheita, quando confrontados com a quantidade de nutrientes fornecidos pelo solo e pela adubação, permitem preparar balanços nutricionais – ferramenta importante para o manejo adequado da fertilidade do solo.

VELARDE et al. (1979) apontam que, tendo como referência uma unidade de área, os dados acerca da quantidade de elementos minerais extraídos anualmente pelos cultivos configuram-se como importantes informações para o manejo da nutrição de pomares. De acordo com esses autores, no que se refere às árvores frutíferas, as extrações de nutrientes são motivadas pelos frutos colhidos e pelo crescimento das raízes e das partes aéreas perenes, pois a cada ano a árvore adquire um maior volume, demandando, ao longo do ano transcorrido, uma extração complementar de elementos minerais.

Quando considerado o aspecto econômico da fruticultura, componente integrante de um programa de adubação, a determinação da quantidade de nutrientes exportados pelos frutos e a reposição desses nutrientes ao solo em quantidades suficientes ajudam a compor o planejamento das práticas culturais de forma a manter equilibrada a fertilidade do solo, a

garantir a produtividade desejada e a rentabilidade da atividade (LIMA et al., 2008; FRAGOSO et al., 2009).

Dessa forma, o conhecimento das quantidades de nutrientes extraídas pelas plantas, que, segundo HIROCE (1979), fornece dados básicos para um programa de adubação para fins de manutenção de sua fertilidade, é fundamental quando se busca o equilíbrio das dimensões econômica e ambiental em um sistema produtivo.

Quando se busca atingir quer a regularidade e/ou o aumento e a sustentabilidade da produção em agroecossistemas, quer a recuperação de áreas intensamente perturbadas pela ação do homem, ou ainda identificar novas áreas com potencial para serem incorporadas aos sistemas produtivos, a avaliação da fertilidade do solo é fundamental (CANTARUTTI et al., 2007). Segundo FREIRE et al. (1988), a avaliação da fertilidade do solo é a primeira etapa a ser cumprida para se estabelecer adequadamente quais medidas a serem adotadas no que se refere ao manejo da fertilidade de um solo.

Além de determinar a capacidade do solo em suprir nutrientes para o ótimo crescimento e desenvolvimento das plantas, a avaliação da fertilidade do solo deve abranger outros fatores que limitam a produtividade, entre eles: a acidez, a salinidade, os elementos fitotóxicos, as condições climáticas (quantidade e distribuição da precipitação e temperatura) e o potencial genético das plantas (FREIRE et al., 1988; CANTARUTTI et al., 2007).

Predominam no Brasil dois métodos de avaliação da fertilidade do solo, sendo um baseado no estado nutricional das plantas (diagnose visual ou análise de tecido das plantas) e outro na análise química do solo (CANTARUTTI et al., 1999). É importante frisar, conforme descrevem ANGHINONI & VOLKWEISS (1984) e FREIRE et al. (1988), que outros métodos também podem ser utilizados na avaliação na fertilidade do solo – métodos microbiológicos, ensaios em vasos, ensaios de campo, aspersão foliar, mas, por apresentarem ao menos uma limitação específica (custo, reprodutibilidade, operacionalidade, tempo), têm sido pouco empregados quando comparados aos primeiros métodos descritos.

Por uma série de fatores - facilidade de execução, baixo custo, possibilidade de serem realizadas em qualquer época do ano e possibilidade de reprodução dos resultados, e por serem efetuadas antes da implantação da cultura -, as análises químicas de solo constituem-se na forma mais prática e viável de avaliar a fertilidade do solo (ANGHINONI & VOLKWEISS, 1984; BISSANI et al., 2008).

A análise química do solo é o principal meio para a diagnose da necessidade de corretivos e fertilizantes da maioria das culturas (CQFS-RS/SC, 2004). Diversos métodos podem ser utilizados para a determinação dos diferentes atributos do solo indicativos da disponibilidade dos nutrientes para as plantas, e caracterizam-se por utilizar diferentes substâncias extratoras, as quais podem agir de modo diferente entre distintos tipos de solo; dessa forma alguns métodos são mais adequados que outros em função das especificidades dos solos de uma região (ANGHINONI & VOLKWEISS, 1984; BISSANI et al., 2008). A uniformização da metodologia analítica é essencial para a correta interpretação dos resultados, cabendo à Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e Tecido Vegetal do RS de SC (ROLAS) o permanente monitoramento da qualidade das análises dos laboratórios dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Os métodos de análise química de solo utilizados pelos laboratórios vinculados à ROLAS é descrito em CQFS-RS/SC (2004).

A interpretação das análises de solo é feita pelo enquadramento dos resultados analíticos em amplitudes de valores (faixas ou classes), conforme a probabilidade de resposta das culturas (CQFS-RS/SC, 2004). Segundo essa publicação, essas faixas são estabelecidas pelo processo de calibração do método de análise – que por sua vez se fundamenta em resultados de pesquisa de campo, em que o rendimento relativo das culturas em diferentes solos, e por vários anos, é relacionado com os teores de nutrientes no solo.

Segundo ANGHINONI & VOLKWEIS (1984), no método clássico de obtenção das curvas de calibração, cada ponto da curva representa um local diferente, e é obtido com a seguinte fórmula: rendimento relativo = rendimento sem adição do nutriente/rendimento com adição de nutriente x 100.

A calibração tem por objetivos definir níveis críticos e classes de fertilidade ou de disponibilidade do nutriente, relacionando o teor do nutriente extraído pelo método de análise e a resposta da planta à adição do nutriente (CANTARUTTI et al., 2007). Segundo esses autores, os experimentos de campo necessários para a construção das curvas de calibração permitem definir a resposta das culturas às doses dos nutrientes ou, mais especificamente, a resposta ao aumento da disponibilidade de nutriente no solo.

ANGHINONI & VOLKWEIS (1984) afirmam que uma vez definida a curva de calibração se estabelecem as classes de disponibilidade do nutriente, e que, no processo mais simples, são estabelecidas apenas duas classes: uma em que há possibilidade de resposta positiva à adubação e outra em que esta probabilidade é nula ou muito baixa. Segundo esses autores, o teor do nutriente que separa essas duas classes é o nível crítico (NC) ou teor crítico (TC), o que corresponde a aproximadamente 90% do rendimento máximo das culturas. Ressaltam ainda que, no caso de existirem números de experimentos de campo suficientes, é possível detalhar a curva de calibração – principalmente na porção da curva em que há probabilidade de resposta à adubação –, o que permite sua subdivisão em maior número de classes. Ainda conforme estes autores, o processo de calibração permite, para cada classe de disponibilidade, a determinação das quantidades de nutrientes necessárias para elevar o rendimento das culturas a um certo percentual do rendimento máximo – determinado por fatores de ordem técnica e econômica.

Os ensaios de campo e o estabelecimento de teores críticos específicos para cada espécie cultivada constituem-se em estudos longos e dispendiosos, porém necessários e ainda limitados no Brasil (VAN RAIJ et al., 1997), principalmente para cultura perenes. Mesmo em regiões em que há um grande número de trabalhos de pesquisa, estes tendem a se concentrar em poucas culturas, já que a expectativa é de que os níveis críticos sejam diferentes para solos, para culturas e até para cultivares (ANGHINONI & VOLKWEISS, 1984).

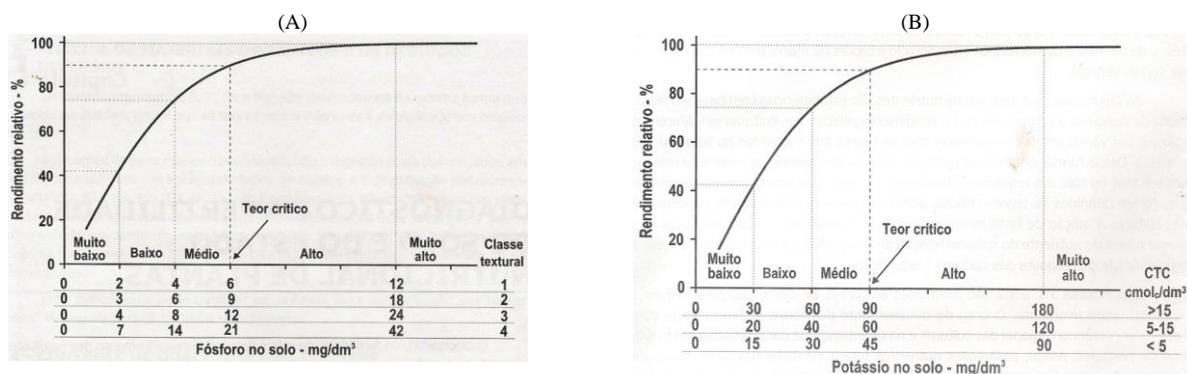
Na ausência de resultados de pesquisa, na intensidade desejável, para cada uma das espécies de interesse econômico, o Manual de Recomendação de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2004) estabeleceu curvas de calibração com base em experimentos de campo realizados em muitos solos desses Estados e com as principais culturas comerciais, principalmente para grãos. A partir dessas curvas de calibração os resultados podem ser extrapolados para outras espécies cultivadas cujos estudos são ainda insuficientes ou inexistentes. As tabelas para interpretação dos resultados analíticos do solo e enquadramento nas faixas de disponibilidade dos nutrientes utilizadas pelos Estados do RS e SC são apresentadas no Anexo A.

Para determinados nutrientes, como o P e o K, foram estabelecidas cinco faixas de interpretação agrônômica dos resultados de análise de solo, sendo três delas entre o valor zero e o valor determinado como teor crítico, pela divisão em intervalos uniformes, denominadas “Muito Baixo”, “Baixo” e “Médio”, e duas para os valores superiores ao valor do teor crítico, denominadas “Alto” e “Muito Alto”. A probabilidade de resposta à adição de nutriente em rendimento das culturas para estas faixas são: muito alta, alta, média, baixa e muito baixa, respectivamente (CQFS-RS/SC, 2004; BISSANI et al., 2008). Segundo esses autores, o teor de suficiência ou teor crítico, valor da análise acima do qual a probabilidade de resposta à adição do nutriente é baixa ou nula, corresponde ao limite superior da faixa “Médio”.

A quantidade de fertilizantes a aplicar em cada classe de disponibilidade de nutrientes do solo visa elevar o rendimento da cultura e proporcionar ao agricultor o maior lucro por área adubada (ANGHINONI & VOLKWEISS, 1984). A partir de curvas de respostas da

produção – obtidas a partir de experimentos em que se avalia a resposta das culturas de interesse a doses crescentes do nutriente, incluindo solos que se enquadrem nas diferentes classes de fertilidade e, ainda, repetidos em vários locais e vários anos - estima-se a dose de nutrientes que proporciona a produção de máxima eficiência econômica - DMEE, normalmente em torno de 80 a 90% da produção máxima (CANTARUTTI et al., 2007). Segundo ANGHINONI & VOLKWEISS (1984), nessas circunstâncias a DMEE depende do nível de nutriente no solo que determina a magnitude de resposta da cultura à adubação, como também do custo do fertilizante, da mão de obra de aplicação e da receita do produto.

Segundo CQFS-RS/SC (2004), em razão das variações nos preços dos insumos (fertilizantes e corretivos) e dos produtos colhidos, bem como ao grande número de outros fatores que interferem no rendimento, os Estados do RS e SC optaram por estabelecer as recomendações de adubação com base no critério de suficiência dos nutrientes fósforo e potássio no solo. Segundo BISSANI et al. (2008), o teor crítico dos nutrientes fósforo e potássio (Figura 1) corresponde à DMEE que, em geral, está próxima à utilizada para obter 90% do rendimento máximo, correspondendo ao limite superior da faixa “Médio”.



**Figura 1.** (A): relação entre o rendimento relativo de culturas e o teor de fósforo no solo, extraídos pela solução de Mehlich-1. A capacidade de extração de P pela solução de Mehlich-1 é baixa em solos que contêm alto teor de argila. A interpretação dos teores de P é feita conforme o teor de argila para as culturas de sequeiro.

(B): relação entre o rendimento relativo de culturas e o teor de potássio extraído no solo pela solução de Mehlich-1. A resposta das culturas ao potássio depende da relação entre o K extraído e a capacidade de troca do solo, sendo estabelecidas três classes de CTC a pH 7,0 do solo para interpretação dos teores de K na análise.

Fontes: CQFS-RS/SC (2004); BISSANI (2008).

As adubações potássica e fostatada, além de causarem efeito imediato, possibilitam efeito residual; na determinação da DMEE, esse efeito pode ou não ser considerado. O fato de se levar em conta ou desconsiderar esse efeito residual origina dois sistemas ou “princípios” de recomendação no Brasil: a) adubação de cultura ou anual e b) adubação de correção mais manutenção (ANGHINONI & VOLKWEISS, 1984). Segundo esses autores, o sistema de adubação de cultura é o mais largamente utilizado no Brasil (SP, MG, PR, entre outros), enquanto o sistema de adubação de correção e manutenção é utilizado nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e em parte do Brasil Central. CANTARUTI et al. (2007) observam que o princípio da correção e manutenção da fertilidade no solo fundamenta-se na superação das limitações nutricionais em curto período de tempo – usualmente um ou dois anos-, seguida de aplicações anuais de quantidades equivalentes àquelas perdidas por razões físicas (ex. lixiviação, erosão) ou químicas (ex. fixação de P, Zn, entre outros) e removidas com a produção das culturas.

ANGHINONI & VOLKWEISS (1984) consideram a adubação de correção um melhoramento do solo, e seu uso um investimento na propriedade; sua adoção, portanto, depende de investimento. Os autores ressaltam também que, ao se considerar um período de quatro a cinco anos, as quantidades totais de adubos recomendadas nos dois sistemas são semelhantes, e que em ambos os sistemas a adubação nitrogenada, por geralmente não apresentar efeitos residuais, é sempre recomendada como adubação de cultura/anual.

Conforme comentado anteriormente, os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul recomendam que o diagnóstico da fertilidade do solo seja feito pelo enquadramento dos resultados das análises de solo e/ou de tecido vegetal em amplitudes de valores conforme a probabilidade de resposta das culturas; o uso das recomendações tenderá a elevar o teor de nutrientes ao “teor crítico”, que também está próximo ao do máximo rendimento econômico (CQFS-RS/SC, 2004). Segundo esses autores, o princípio da adição de fertilizantes conforme a expectativa de rendimento também é adotado nesse modelo.

Os princípios gerais para recomendação de adubação de espécies frutíferas adotados pelo Manual de Adubação e Calagem dos Estados do RS e SC (CQFS-RS/SC, 2004) são apresentados a seguir:

Adubação pré-plantio ou de correção (C): Conforme apresentado na Figura 1, na faixa entre o limite inferior do teor “Muito Baixo” e o limite superior do teor “Médio”, há a necessidade de correção dos teores de nutriente no solo. Busca-se nesta adubação de correção elevar os teores de fósforo e potássio até o teor crítico dos nutrientes no solo uma vez que os Estados do RS e SC optaram por estabelecer as recomendações de adubação com base no critério de suficiência dos nutrientes fósforo e potássio no solo. Na ausência de pesquisas em número suficiente para determinar os teores críticos de P e K específicos para cada cultura, utilizam-se os valores estabelecidos pelo Manual de Adubação e Calagem para os Estados do RS e SC (CQFS-RS/SC, 2004), que podem ser recomendados genericamente para diferentes culturas (Tabela 1). Essa adubação de correção pode ser realizada de duas formas: correção total - consiste em aplicar todo o fertilizante fosfatado ou potássico de uma só vez; é a forma mais recomendada para espécies perenes; e adubação corretiva gradual – indicada somente para as culturas de grãos em solos de classe textural 4 (arenosos).

**Tabela 1.** Quantidades, em kg/ha, de fósforo e de potássio a serem adicionadas ao solo para a adubação de correção total nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina

Classe de fertilidade do solo	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potássio (K <sub>2</sub> O)
Muito baixo	120	120
Baixo	60	60
Médio	30	30

Fonte: CQFS-RS/SC (2004).

Adubação de crescimento: Na faixa entre o limite inferior e o limite superior do teor “Alto”(Figura 1) há a necessidade da adubação de crescimento. A quantidade de nutrientes a ser aplicada neste caso é a soma das perdas eventuais de nutrientes do sistema e da quantidade de nutrientes acumulados pela planta - formação do pomar. As perdas de nutrientes variam em função da cultura, das características edafoclimáticas, do sistema de produção, do relevo, dos tratos culturais adotados, do tipo de adubo aplicado, entre outros fatores. O nível adequado de nutrientes no solo corresponde à faixa “Alto”. Garantir a manutenção dos teores de nutrientes no solo dentro dessa faixa, através da reposição da quantidade de nutrientes do solo extraída pelas plantas e perdida pelo sistema, constitui o objetivo da adubação de crescimento.

Adubação de manutenção: É indicada para a o pomar em fase de produção. O objetivo desta adubação é repor os nutrientes exportados pela colheita, os nutrientes extraídos pelo crescimento da planta e os perdidos pelo sistema.

A adoção dos princípios de manejo da fertilidade do solo descritos anteriormente, quando associados às condições climáticas e de manejo adequados, propicia o fornecimento dos nutrientes necessários para que a planta expresse todo seu potencial genético de produção, sem provocar redução ou esgotamento das reservas de nutrientes do solo, podendo favorecer, inclusive, o aumento de sua fertilidade natural.

O cultivo do *E. edulis* com vistas à produção de frutos é uma atividade produtiva recente e não se têm disponíveis estudos acerca das exigências nutricionais dessa espécie e tampouco tabelas de recomendação de adubação para a cultura. O manejo da adubação nas áreas de cultivo do *E. edulis*, quando realizado, é feito de forma empírica. Nesse sentido, os estudos sobre a exportação de nutrientes por ocasião da colheita permitem estabelecer critérios mínimos para reposição de nutrientes ao solo possibilitando o incremento da produção e melhorando e/ou mantendo os níveis de fertilidade do solo (CRAVO & SOUZA, 1996).

Considerando as reflexões acima apresentadas, o objetivo desse trabalho consiste em propor uma primeira aproximação de recomendação de adubação e calagem do *Euterpe edulis* Martius com vistas à produção de frutos para o Estado de Santa Catarina e colocá-la em discussão.

Esta 1ª aproximação foi construída com base nos princípios de diagnóstico da fertilidade do solo adotados pelo Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina e na determinação da quantidade de nutrientes exportada pela colheita dos frutos. Foram utilizadas e adaptadas, quando necessário, informações constantes em recomendações de adubação e calagem para acultura do açaizeiro (*Euterpe oleracea* M.) e do coqueiro (*Cocos nucifera* L.).

A partir desta primeira aproximação pretende-se chegar a uma recomendação para a cultura baseada em experimentação e adequada às condições de cultivo do Estado de Santa Catarina. Seguindo estratégia adotada por TEIXEIRA et al. (2005) para a cultura do coqueiro (*Cocos nucifera* L.), espera-se que este trabalho receba contribuições de técnicos e usuários envolvidos com a fruticultura do *E. edulis*, a fim de que esta primeira aproximação possa evoluir para uma recomendação a ser incluída na próxima revisão do Manual de Adubação e Calagem para os Estados do RS e SC.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A proposta metodológica para construção de uma primeira aproximação de recomendação de adubação e calagem para a fruticultura do *Euterpe edulis* Martius alicerçou-se na determinação da composição mineral dos frutos e em estimativas e aproximações teóricas da quantidade exportada de nutrientes por ocasião da colheita, da quantidade de nutrientes necessárias à formação do pomar e da curva de absorção dos nutrientes no período de adubação de crescimento. A partir dessas informações estabeleceu-se uma tabela de recomendação de adubação e calagem – 1ª Aproximação, segundo os princípios de recomendação de adubação adotados pelos Estados do RS e SC (CQFS-RS/SC, 2004).

### 2.1 Amostragem e Determinação da Composição Mineral dos Frutos

A quantidade de nutrientes presentes nos frutos de determinada espécie frutífera pode variar conforme as condições climáticas, o material genético da planta frutífera e a disponibilidade dos nutrientes no solo (CRAVO & SOUZA, 1996; LIMA et al; 2008). Neste trabalho, o objetivo da determinação dos nutrientes presentes nos frutos de *E. edulis* foi o de estimar a quantidade de nutrientes exportados por ocasião da colheita com fins de se estabelecerem parâmetros para reposição desses nutrientes ao solo que pudessem ser aplicados, num primeiro momento, às mais variadas condições edáficas e das áreas cultivadas no Estado de Santa Catarina, independente da classe de solo.

A determinação das áreas produtivas para a coleta de frutos foi feita de forma aleatória, ainda que buscando contemplar cultivos de *E. edulis* conduzidos por agricultores sob diferentes manejos de adubação e estabelecidos em solos com diferentes atributos. Para tanto, em oito diferentes sistemas agrossilviculturais de *E. edulis* localizados na região do litoral de Santa Catarina, selecionaram-se 19 plantas que apresentassem bom aspecto visual quanto à sanidade e ao vigor da parte vegetativa, e cujos cachos apresentassem frutos com grau de maturação uniforme e que estivessem no ponto ideal de colheita - frutos com cor violácea escura e com aspecto reluzente (MAC FADDEN, 2005)

Os cachos foram colhidos em junho de 2010, e a partir deles foram coletadas amostras de aproximadamente 100g de frutos/cacho, sendo um terço obtido da porção superior do cacho, um terço da porção intermediária e um terço da porção inferior, conforme ilustrado na Figura 1. Obtiveram-se, portanto, 19 amostras com aproximadamente 100g por amostra, conforme metodologia adaptada de LIMA et al. (2008).

As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises de Tecidos Vegetais da EPAGRI (Estação Experimental de Caçador-SC).

A preparação das amostras para determinação dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg seguiu os seguinte procedimento laboratorial: lavagem, determinação prévia do massa fresca, secagem em estufa com ventilação forçada a 65° C até atingir massa constante, determinação do peso da matéria seca e moagem do material em moinho tipo Willey. Para determinação do N foi utilizado solução sulfúrica + catalisadores a quente seguido pelo método de titulação de Kjeldahl, para os demais nutrientes utilizou-se digestão de solução nítrico-perclórica, seguida pela determinação por colorimetria para o P, fotometria de chama para o K e absorção atômica para o Ca e Mg; conforme descrito em EMBRAPA (2000). A partir desses valores calculou-se a quantidade de nutrientes exportada por tonelada de frutos frescos a partir do teor do nutriente encontrado na matéria seca.



Figura 1. Desenho esquemático da forma de coleta das amostras para determinação da composição mineral dos frutos em ponto de colheita.

## 2. 2 Estimativa da Quantidade de Nutrientes Exportada pela Colheita

Seguindo a metodologia utilizada por CRAVO & SOUSA (1996) e LIMA (2008), a quantidade de nutrientes exportada por ocasião da colheita de frutos de *E. edulis* foi estimada com base na determinação da quantidade média dos nutrientes presente nos frutos (kg de nutrientes/t de frutos) em ponto de colheita e no valor de produtividade média (4 t/ha) observada em levantamentos realizados por MAC FADDEN (2005) e FARIAS (2009) em SAFs de *E. edulis* no Litoral Catarinense.

## 2.3 Estimativa da Quantidade de Nutrientes Necessária para a Formação do Pomar

Não existem dados sobre a quantidade de nutrientes extraída do solo pelo *E. edulis* para seu crescimento e estabelecimento (biomassa aérea e radicular), impossibilitando estabelecer critérios para adubação da fase de formação do pomar. Visando superar essas limitações, utilizaram-se como parâmetro observações de VAN RAIJ (1991) e VAN RAIJ et al. (1997)- os autores afirmam que, de forma geral, o conteúdo de nutrientes presentes na biomassa das espécies frutíferas de um pomar de alta produtividade representa cerca de 3 a 4 vezes a quantidade extraída em uma colheita elevada. A partir da estimativa da quantidade de nutrientes extraída por uma colheita elevada de frutos de *E. edulis* e mediante multiplicação pelo fator 4, estabeleceu-se uma aproximação da quantidade de nutrientes necessária à formação de um pomar de *E. edulis*.

Esta informação, mesmo quando considerado que sua obtenção se dá de forma teórica e de caráter genérico, permite estimar a quantidade de nutrientes necessários à formação do pomar, período compreendido entre o plantio das mudas e a primeira frutificação.

## 2.4 Aproximação de uma curva de absorção de nutrientes aplicada ao *E. edulis*

A curva de absorção - informação importante para o manejo da adubação, uma vez que indica a quantidade de nutrientes a ser aplicada nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta (CHARLO et al., 2006; FRANCO et al., 2007). –também não está disponível para a cultura do *E. edulis*. Visando superar essa lacuna, estabeleceu-se um paralelo com a recomendação de adubação para outra palmeira – o coqueiro (*Cocos nucifera* L.) -, que, além de ser uma palmeira monocaule, também apresenta período semelhante ao do *E. edulis* no que

se refere à idade juvenil (5anos) - tempo compreendido entre o plantio e o início da produção de frutos.

Considerada a tabela de recomendação da adubação de crescimento proposta por TEIXEIRA et al. (2005), adotou-se a mesma proporcionalidade de aplicação anual de cada um dos nutrientes (N, P e K) em relação ao total aplicado para essa fase de desenvolvimento do pomar, mediante o seguinte cálculo:

$$\text{Percentual de aplicação do nutriente no ano } i = \frac{\text{qtde. do nutriente aplicado no ano } i}{\text{qtde total do nutriente aplicado no período de formação do pomar.}} \times 100$$

Na Tabela 2 são apresentados os percentuais anuais de aplicação dos nutrientes durante a formação do pomar (do 1º ao 5º ano) em relação ao total de nutrientes fornecidos para a formação de um pomar de *Cocus nucifera*, conforme recomendação feita por TEIXEIRA et al. (2005). As percentagens de nutrientes aplicadas anualmente, observadas na Tabela 2, serão adotadas para recomendação de adubação de crescimento do *E. edulis* proposta neste trabalho.

**Tabela 2.** Percentual anual de aplicação dos nutrientes em relação ao total de nutrientes fornecidos para a adubação de crescimento de um pomar de *Cocus nucifera*

Idade (anos)	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
	(g/planta)	(%)	(g/planta)	(%)	(g/planta)	(%)
0-1	120	7	100	19	120	7
1-2	240	13	60	12	240	13
2-3	360	20	90	17	360	20
3-4	480	27	120	23	480	27
4-5	600	33	150	29	600	33
Total	1800	100	520	100	1800	100

Fonte: Adaptado de TEIXEIRA (2005)

O fornecimento dos nutrientes Ca e Mg será feito, em sua maior parte, no pré-plantio, através da aplicação de calcário dolomítico; desse modo, a curva de absorção não definirá a época de aplicação desses nutrientes (PRADO, 2008).

## 2.5 Índice de eficiência de fertilizantes (restituição corrigida)

Nem todo o nutriente aplicado é aproveitado pela cultura. Dessa forma, a quantidade de nutrientes necessários ao pleno crescimento e desenvolvimento da planta não reflete a quantidade que deve ser aplicada no solo, uma vez que é necessário considerar as perdas de nutrientes ocorridas no sistema, que é variável conforme o tipo do solo, às condições climáticas e às práticas de manejo, dentre outros fatores (MALAVOLTA, 1984; CHARLO et al., 2006). Nesse sentido, admitem-se índices de eficiência para os nutrientes N, P e K de 50%, 30% e 70%, respectivamente (PRADO, 2008), correspondendo a um fator de eficiência (fe) igual a 1,50 para o N; 1,70 para o P; e 1,30 para o K. De acordo com MALAVOLTA (1984), o fator de eficiência para as fontes de Ca e Mg é o mesmo que o indicado para o K. A utilização desses fatores nos cálculos para determinação da quantidade de adubo a ser aplicada visa compensar as possíveis perdas de nutrientes do sistema.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Determinação da Quantidade de N, P, K, Ca e Mg em Frutos Frescos de *E. edulis* e Estimativa da Quantidade de Nutrientes na Biomassa Vegetativa de um Pomar de *E. edulis*

Com base nos resultados da determinação da composição mineral das amostras de frutos de *E. edulis* (Tabela 3), é possível verificar que nem todas as amostras seguiram um padrão de percentagem de exportação de nutrientes. Isso é esperado uma vez que os frutos foram coletados de plantas com diferentes materiais genéticos, submetidas a diferentes práticas de adubação e estabelecidas em diferentes tipos de solo, o que também foi verificada para a aceroleira (LIMA et al., 2008); para a bananeira (SOARES et al., 2008) e para o cupuaçuzeiro (COSTA, 2006).

**Tabela 3.** Quantidade de nutrientes em kg por t de frutos frescos de *E. edulis*, determinada a partir de amostras de frutos colhidos no ponto de maturação adequado para a produção de açaí, em cultivos agroflorestais localizados no litoral de Santa Catarina

Amostras	N	P	K	Ca	Mg
1	5,45	3,03	9,56	2,94	1,12
2	6,84	2,79	4,72	5,39	0,87
3	6,23	2,67	5,81	3,44	0,79
4	6,84	1,38	4,73	2,77	0,73
5	8,78	1,85	5,52	2,41	0,82
6	6,84	1,61	5,69	3,84	0,74
7	5,84	2,79	6,31	2,99	0,93
8	7,78	1,61	6,68	4,06	0,96
9	5,84	1,73	7,93	4,38	0,95
10	6,06	2,56	6,92	3,15	0,74
11	5,62	3,73	7,54	3,33	1,01
12	5,39	1,49	5,29	2,86	0,54
13	4,89	2,32	6,69	1,70	0,87
14	4,89	2,08	5,80	3,91	0,64
15	5,84	1,61	6,19	3,06	0,73
16	6,84	2,32	7,24	2,99	0,90
17	6,06	1,97	7,43	3,14	0,91
18	5,84	2,20	7,61	3,50	0,70
19	5,45	1,61	7,04	2,99	1,17
<b>Média</b>	<b>6,17</b>	<b>2,18</b>	<b>6,56</b>	<b>3,31</b>	<b>0,85</b>
Desvio padrão	0,94	0,61	1,17	0,77	0,16

Quando considerados os valores médios dos nutrientes contidos em uma tonelada de frutos frescos de *E. edulis* M., determinados a partir das 19 amostras, verifica-se que a sequência da quantidade de nutrientes exportada pela colheita dos frutos ( $K > N > Ca > P > Mg$ ), segue a mesma da macieira e do cafeeiro e é semelhante à do dendezeiro, conforme resultados de trabalhos de MALAVOLTA (1984) apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Conteúdo aproximado de nutrientes em frutos frescos de diferentes espécies cultivadas em regiões do Brasil

Frutífera	N	P	K	Ca	Mg
-----kg/t de fruto-----					
Aceroleira <sup>1</sup>	2,3	0,3	2,4	0,16	0,21
Abacateiro <sup>2</sup>	2,0	0,3	3,7	0,13	0,15
Dendezeiro <sup>2</sup>	3,0	0,5	16,0	0,50	0,50
Bananeira–nanição <sup>3</sup>	2,1	0,3	5,0	-	-
Banana – prata <sup>3</sup>	1,7	0,3	4,8	-	-
Laranjeira <sup>2</sup>	2,0	0,2	1,5	0,5	0,13
Macieira <sup>2</sup>	0,7	0,1	1,0	0,07	0,04
Cafeeiro (grãos) <sup>2</sup>	16,0	1,5	26,0	3,5	1,5

<sup>1</sup>LIMA (2008); <sup>2</sup>MALAVOLTA (1984); <sup>3</sup>VAN RAIJ et al. (1997)

Tendo como referência a quantidade de nutrientes exportada em uma tonelada de frutos frescos (Tabela 3), estimou-se a quantidade de nutrientes presentes na biomassa do pomar formado, através da quantidade de nutrientes presentes em uma colheita elevada multiplicada pelo fator 4, conforme sugerido por VAN RAIJ et al. (1997).

Para essa estimativa considerou-se o valor de 6 t/ha como sendo uma colheita “elevada”, uma vez que este valor representa uma produção 50% superior à produtividade média de 4 t/ha, conforme observado por MAC FADDEN (2005) e FARIAS (2009) em experimentos realizados na região. A quantidade de nutrientes presentes na biomassa do pomar foi estimada e expressa em kg/há e transformada para g/planta, considerando a densidade de 834 plantas/ha, utilizando-se espaçamento 3 x 4 m (Tabela 5).

**Tabela 5.** Estimativa da quantidade de nutrientes presente na biomassa total das palmeiras adultas em um pomar de *E. edulis* (kg/ha), e da quantidade de nutrientes presente em cada palmeira (g/planta), considerando-se a densidade de 834 plantas por hectare.\*

Quantidade de nutrientes	N	P	K	Ca	Mg
Biomassa total das palmeiras do pomar (kg/ha)	148,2	52,2	157,5	79,4	20,4
Biomassa individual da palmeira adulta (g/planta)	177,7	62,6	188,9	95,2	24,4

\* Valores obtidos a partir da quantidade de nutrientes exportada de um hectare pela colheita de 6 toneladas de frutos frescos multiplicada pelo fator 4, segundo indicação de VAN RAIJ et al. (1997).

Ao determinar a composição da matéria seca de uma planta, observa-se que, de modo geral, os nutrientes C, H e O predominam sobre os demais, representando cerca de 92% da matéria seca vegetal (PRADO, 2008). Segundo esse autor, os nutrientes N, P, K, Ca e Mg somados representam cerca de 6,6 % da matéria seca de uma planta, uma vez que cada um deles representa o seguinte percentual relativo da matéria seca vegetal total: N = 2,2; P = 0,4; K = 2,5; Ca = 1,3; Mg = 0,4.

A partir dos resultados apresentados na Tabela 5 - quantidade estimada de nutrientes contidos em cada palmeira adulta (g/planta)-, e admitindo-se que eles representem 6,6% da matéria seca total de cada palmeira, conforme sugerido por PRADO (2008), constata-se a seguinte composição relativa de cada um dos nutrientes por planta, em percentagem: N=2,14; P=0,75; K= 2,27; Ca = 1,14 e Mg = 0,29. Ao comparar a composição relativa dos nutrientes estimados neste trabalho com os observados por PRADO (2008), verifica-se que os dados,

mesmo apresentando desvios em relação ao P e Mg, mantêm a mesma proporcionalidade para os demais nutrientes.

### 3.2 Proposta de Recomendação de Adubação do *E. edulis* para o Estado de SC – 1ª Aproximação

Com o intuito de atender ao princípio adotado pelo Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC 2004), que considera como objetivo do manejo da adubação elevar e manter o teor de nutrientes do solo na faixa “Alto”, adotou-se o seguinte procedimento para estabelecer os valores a serem utilizados nesta recomendação:

- a) Correção da acidez do solo e fornecimento de Ca e Mg no pré-plantio;
- b) Adubação de correção total para os solos com teores de P e K enquadrados nas faixas “Muito Baixo”, “Baixo” e “Médio” no pré-plantio;
- c) Adubação de base (plantio), de formação e de produção.

#### 3.2.1 Calagem e fornecimento de Ca e Mg

O bom desenvolvimento do *Euterpe edulis* M. em solos ácidos, indicando tolerância da espécie a essas condições, são destacados por BOVI et al. (1988) e por CORRÊA JUNIOR et al. (2008). Não se têm disponíveis trabalhos específicos acerca da necessidade ou não de correção da acidez do solo para o cultivo do *E. edulis*. No entanto, BOVI (1998) recomenda a correção do substrato a ser utilizado para produção de mudas de *E. edulis* de forma a elevar a saturação por bases a 60%.

*Euterpe oleracea* M. (açazeiro) apresenta indicadores semelhantes de tolerância à acidez do solo verificada por para o *E. edulis*. Na região Norte do Brasil, populações espontâneas dessa espécie - densos povoamentos naturais (açazais) – ocorrem em solos predominantemente ácidos (MÜLLER, 2006). No entanto, resultados de pesquisas desenvolvidas para o cultivo do *Euterpe oleracea* para produção de frutos indicam que a quantidade de calcário a ser aplicada deve ser suficiente para a saturação por bases atingir 60% (MÜLLER et al., 2006; VIEGAS & BOTELHO, 2007). Considerando a semelhança e o alto grau de proximidade botânica entre essas duas espécies produtoras de açaí, recomenda-se, nesta 1ª aproximação, a correção do solo com a quantidade de calcário calculada de acordo com o critério de saturação de bases, em quantidades suficientes para elevá-la a 60% na camada de 0 -20 cm, de acordo com o seguinte cálculo:

$NC = CTC (V_2 - V_1)/100$ , em que

NC = necessidade de calcário, com PRNT 100%, em t/ha;

$V_2$  = porcentagem de saturação por bases desejada (60%);

$V_1$  = porcentagem da saturação por bases atual do solo.

Em solos em que não se faz necessária a elevação da saturação por bases e que apresentem teores de Ca e de Mg na faixa de interpretação “Médio”, recomenda-se a aplicação de 1,0 t/ha de calcário dolomítico, para elevar os teores de Ca e Mg do solo até a faixa de interpretação “Alto” (vide Anexo A).

Uma tonelada de calcário dolomítico com relação 2:1 em Ca:Mg no solo, cujo efeito residual é de 5 anos, supre - após a dissolução completa - aproximadamente 290 kg de Ca/ha (BISSANI et al., 2008). Esse valor é bem superior à quantidade de Ca necessária para a

formação do pomar, que é de 103 kg de Ca/ha<sup>(\*)1</sup>, e para a reposição da exportação pela colheita de 4 t/ha/ano<sup>(\*)2</sup>, que é de 17 kg de Ca/ha/ano.

A partir do 5º ano após o plantio das mudas, recomenda-se realizar nova análise de solo para verificar a necessidade de reaplicação de Ca e Mg ao solo. Em situações específicas, em que há a necessidade de elevar apenas os teores de Mg no solo, recomenda-se utilizar o sulfato de magnésio conforme especificado no item “adubação de crescimento e produção”, descrito adiante neste trabalho.

### 3.2.2 Adubação de correção total

Nos solos cujos teores de P e K enquadram-se nas faixas “Muito Baixo”, “Baixo” e “Médio”, devem ser aplicados, na etapa pré-plantio, as quantidades de P e K necessárias à elevação dos teores desses nutrientes para a faixa “Alto” (correção total). As quantidades de fósforo e potássio necessárias para elevar o teor desses nutrientes das faixas “Muito Baixo”, “Baixo” e “Médio” para a faixa “Alto” são apresentadas na Tabela 1. Com o objetivo de promover o incremento de matéria orgânica no solo, recomenda-se que a adubação de correção total seja feita pelo uso de adubos orgânicos aplicados em cobertura e distribuídos em faixas de 2 metros de largura nas linhas de plantio.

Como referência a quantidade de adubo orgânico necessária para suprir os teores de nutrientes calculados para a adubação de correção total (Tabela 1), utilizou-se a cama de aviário (3-4 lotes) – material orgânico com grande disponibilidade no Estado de Santa Catarina. A quantidade de cama de aviário recomendada foi calculada considerando-se os valores médios das concentrações dos nutrientes (P e K), do teor de matéria seca (75%) e dos índices de disponibilidade e de eficiência desses nutrientes presentes nesse fertilizante orgânico, de acordo com o descrito em CQFS-RS/SC (2004). As quantidades de cama de aviário necessárias para a correção total, conforme as faixas de interpretação dos nutrientes P e K, são apresentadas na Tabela 6.

**Tabela 6.** Quantidade de cama de aviário, em t/ha, a ser aplicada em cobertura para a adubação de correção total, conforme interpretação dos teores de P e K no solo<sup>1</sup>

Interpretação do teor de P ou K no solo	Fósforo	Potássio
Muito baixo	6,0	7,0
Baixo	3,0	4,0
Médio	2,0	2,0

<sup>1</sup> Doses recomendadas a partir dos valores médios das concentrações dos nutrientes (P e K), do teor de matéria seca (75%) e dos índices de disponibilidade e eficiência dos nutrientes presentes nesse material orgânico, de acordo com descrito em CQFS-RS/SC (2004).

### 3.2.3 Adubação de base (plantio)

A adubação de base é a adubação realizada na cova de plantio e visa fornecer a quantidade de fósforo necessária ao bom desenvolvimento das mudas durante o primeiro ano. A quantidade de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a ser aplicada na base foi determinada a partir do seguinte cálculo:

Quantidade de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = A • B • fe ÷ fc, em que

A= Percentual de P a ser aplicado no período 0-1 ano ÷ 100 (Tabela 2);

(\*)1 Valor obtido a partir da multiplicação de 79,38 (Tabela 5) por 1,30 (fator de eficiência -vide item 2.5), (\*)2 Valor obtido a partir da multiplicação da produtividade média 4 (ton/ha) • 3,31 (Tabela 3) • 1,30 (fator de eficiência para o Ca).

B= Quantidade total de fósforo contido na palmeira adulta (Tabela 5);  
fe (fator de eficiência para P) = 1,70;  
fc (fator de conversão de P para  $P_2O_5$ ) = 0,437.  
Quantidade de  $P_2O_5$  =  $0,19 \cdot 62,64 \cdot 1,70 \div 0,437$ ,  
Quantidade de  $P_2O_5$  = 46,2 g

O adubo fosfatado (superfosfato simples ou superfosfato triplo), na dose correspondente a 50 g de  $P_2O_5$  (valor arredondado para facilitar a adubação), deve ser aplicado integralmente na base (cova com dimensões de 40 x 40 x 30cm) juntamente com três litros de adubo orgânico curtido por planta, misturando-os bem com o solo da cova. A adição do adubo orgânico visa fornecer micronutrientes importantes ao desenvolvimento inicial das mudas e propiciar uma maior retenção de água no solo próximo ao sistema radicular das mudas.

### 3.2.4 Adubação de crescimento e produção

Adotado o manejo de adubação recomendado para o pré-plantio, admite-se que os teores de P e K no solo estejam enquadrados na faixa “Alto”. Considerada essa condição de manejo da fertilidade, as doses anuais de nutrientes recomendadas na fase de crescimento visam restituir ao solo as quantidades correspondentes à extração de nutrientes pela planta em formação - período compreendido entre o plantio e o final do 5º ano. Com exceção do adubo fosfatado referente ao ano 0 a 1 - que deve ser aplicado na base -; as quantidades anuais de nutrientes recomendadas são apresentadas na Tabela 7, e foram obtidas a partir dos seguintes cálculos:

Quantidade de nutriente a ser aplicada no ano  $i$  =  $A \cdot B \cdot fe \div fc$ , onde:  
A= Percentual do nutriente a ser aplicado no ano  $i \div 100$  (Tabela 2);  
B= Quantidade total do nutriente contido na palmeira adulta (Tabela 5);  
fe (fator de eficiência para o nutriente): 1,5 para N; 1,7 para P e 1,3 para K;  
fc (fator de conversão): 1,000 para o N; 0,437 para o P e 0,830 para o K;  
 $i$ : anos (0-1); (1-2); (2-3); (3- 4) e (4 a 5).

As doses de nutrientes recomendadas anualmente para a adubação de produção – do 6º ano em diante - visam restituir ao solo a quantidade de nutrientes necessária para restituir ao solo o correspondente à quantidade extraída pela planta para seu crescimento contínuo - uma vez que a planta não cessa seu crescimento vegetativo - somada ao exportado pela colheita dos frutos. A quantidade a ser fornecida para compensar o crescimento vegetativo é a mesma recomendada para o ano 4 - 5 e a quantidade exportada pela colheita foi estimada considerando a produtividade média de 4 t/ha. As quantidades anuais de nutrientes recomendadas para a fase de produção, também apresentadas na tabela 7, foram calculadas em duas etapas (a e b), conforme descritas a seguir:

a) Dose de cada um dos nutrientes, em g/planta, a ser aplicada para cada tonelada de fruto exportada (Dnut),

$Dnut = Qm \cdot 1000 \div 834 \cdot fe \div fc$ , onde:

Qm: Quantidade média dos nutrientes por tonelada de fruto fresco (Tabela1);

fe e fc: os mesmos utilizados nos cálculos da adubação de crescimento.

Obs. O fator 1000 foi utilizado para transformação de kg para g e o fator 834 representa o número de plantas em um hectare.

A partir desses cálculos chega-se aos seguintes resultados:

Dnut (nitrogênio) = 11,0 g/planta de N;

Dnut (fósforo) = 10,0 g/planta de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; e

Dnut (potássio) = 12,0 g/planta de K<sub>2</sub>O.

Esses resultados correspondem às doses de nutrientes necessárias para repor ao solo a quantidade exportada em 1 tonelada de frutos frescos.

b) Dose a ser aplicada a partir do 6º ano (adubação de produção):

Adubação de produção = D<sub>5</sub> + 4• Dnut, onde:

D<sub>5</sub> : Dose recomendada no ano 4 - 5 (visa restituir os nutrientes extraídos para o crescimento vegetativo da planta);

Dnut: D nitrogênio, D fósforo, D potássio (visa restituir os valores exportados em uma tonelada de frutos frescos);

Fator 4: Produtividade média de 4 t/ha.

**Tabela 7.** Recomendação para adubação de crescimento e de produção<sup>1</sup> para a produção de frutos do *E. edulis*, considerando-se uma densidade de 834 plantas/ha e produtividade média de 4 t/ha

Idade (Ano)	Nitrogênio	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	-----g/ planta-----		
0 a 1	20	-	20
1 a 2	35	30	40
2 a 3	55	40	60
3 a 4	70	55	80
4 a 5	90	70	100
5 a 6	135	110	150
6 a 7	135	110	150

<sup>1</sup>Adubação de crescimento: entre os anos 0 e 5; adubação de produção: a partir do ano 5. Para produtividades superiores a 4 t/ha, adicionar à adubação de produção, em g/ planta: 11 de N; 10 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 12 de K<sub>2</sub>O, para cada tonelada adicional.

No ano 0 a 1, os adubos nitrogenado e potássico devem ser aplicados na superfície de dois a três meses após o plantio. Em solos com teor de magnésio menor que 1,0 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>, deve-se aplicar sulfato de magnésio – sem ser misturado com os outros fertilizantes – na dose correspondente a 1/3 da dose do potássio, conforme recomendado por VIÉGAS & BOTELHO. (2007) para a cultura do açaizeiro. Os adubos devem ser distribuídos ao redor da muda entre dois círculos com 20 e 50 cm de raio a partir do coleto. No caso de utilizar uréia como fonte de N, proceder a incorporação a uma profundidade de cerca de 2-5 cm.

A partir do ano 1 a 2 recomenda-se parcelar os adubos nitrogenado, potássico e magnésiano (caso o teor Mg no solo seja menor que 1,0 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) em duas aplicações, distribuindo-os nos dois terços externos da projeção da copa. O adubo nitrogenado deve ser aplicado a lanço e levemente enterrado. Os fertilizantes fosfatados devem ser aplicados de uma só vez. Apesar de Santa Catarina apresentar chuvas relativamente bem distribuídas durante todo o ano, pode-se optar por realizar a adubação nos meses setembro/outubro e fevereiro/março. Antes da adubação é importante realizar o coroamento, para facilitar a aplicação e o aproveitamento dos fertilizantes pela planta.

No caso de diagnose visual de deficiência de boro em plantas adultas, aplicar o total de 10 g de bórax por planta, distribuindo-o nas axilas das folhas 3, 4 e 5, conforme recomendação de VIÉGAS & BOTELHO (2007) para a cultura do açaizeiro. Considerando que o manejo do açaizeiro mantém três perfilhos por planta, enquanto o *E. edulis* é

monocaula, recomenda-se, para as plantas de *E. edulis* com sintomas de deficiência de boro, 3 g de bórax/planta.

Ao confrontar os resultados apresentados na Tabela 7 com a tabela de recomendação de adubação, para a cultura do *Euterpe oleracea* (açazeiro), proposta por VIÉGAS & BOTELHO (2007), apresentada no Anexo B, é possível verificar que as quantidades de nutrientes recomendadas para a adubação de crescimento e de produção do *E. edulis* não se distanciam muito das doses propostas para o açazeiro.

A recomendação aqui proposta, construída a partir de uma lógica teórica, é derivada de uma determinação analítica da quantidade de nutrientes exportada pelos frutos do *E. edulis*, o que a alicerça em uma ação concreta. É relevante assinalar, como demonstração da eficácia da metodologia aqui utilizada, considerados os objetivos a que se propôs o presente trabalho, que a tabela de recomendação de adubação para o *E. edulis*, em caráter de 1ª aproximação, se aproxima de uma recomendação já consolidada para uma espécie muito semelhante, o *Euterpe oleracea*.

Essas considerações apontam que essa 1ª Aproximação pode ser utilizada por produtores e técnicos como forma de balizar o manejo da adubação do *Euterpe edulis*, uma vez que não se têm disponíveis outras referências de adubação para esta espécie. É importante ressaltar que futuros experimentos de campo e contribuições de técnicos e produtores envolvidos com a cultura do *E. edulis* serão imprescindíveis para o aprimoramento e evolução desta primeira proposta, até que se chegue a uma recomendação oficial de adubação e calagem para o *E. edulis* no Estado de Santa Catarina.

## 4 CONCLUSÃO

A determinação dos nutrientes presentes nos frutos de *E. edulis* indicaram que a quantidade de macronutrientes exportada pela colheita se dá na seguinte ordem decrescente:  $K > N > Ca > P > Mg$ , com as respectivas quantidades exportadas: 6,17; 2,18; 6,56; 3,31 e 0,85, em kg por tonelada de frutos frescos.

Através de uma lógica teórica e mediante a determinação analítica da quantidade de nutrientes exportada pelos frutos do *E. edulis*, foi possível propor uma primeira aproximação de recomendação de adubação para o cultivo do *Euterpe edulis* Martius no Estado de Santa Catarina, sem que a mesma tenha se distanciado de uma realidade prática, o que a habilita a ser utilizada como balizadora para o manejo de adubação dessa espécie até que os resultados possam ser aprimorados a partir de futuros experimentos de campo.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGHINONI, I.; VOLKWEISS, S.J. Recomendações de uso de fertilizantes no Brasil. In: Simpósio sobre fertilizantes na agricultura brasileira. Brasília, 1984. **Anais...**Brasília: EMBRAPA-DEP, 1984. p.179-204 (EMBRAPA-DEP, Documento 14)

BISSANI, C.A.; GIANELLO, C. CAMARGO, F.A.O.; TEDESCO, M.J. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. 2.ed. Porto Alegre: Metrópole. 2008. 343p.

BOVI, M.L.A., GODOY G.J.R., SAES, L.A. Pesquisas com os gêneros Euterpe e Bactris no Instituto Agrônomo de Campinas. In: I Encontro Nacional de Pesquisadores em Palmito. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA-CNPf, 1988. p.1-18.

BRIZOLA, R.M.O.; LEONEL, S. TECCHIO, M.A.; HORA, R.C. Teores de macronutrientes em pecíolos e folhas de figueira (*Ficus carica* L.) em função da adubação potássica, **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 610-616, 2005.

CANTARUTTI, B.R.; ALVAREZ, V.H.V; RIBEIRO, A.C.R. AMOSTRAGEM DO SOLO. In RIBEIRO, A.C. et al. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa: Comissão da Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

CANTARUTTI, R.B.; BARROS, N.F.; PRIETO, H.E.; NOVAIS, R.F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS et al. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2007. p. 769-850

CORRÊA JÚNIOR, C.; BELLETTINI, S.; SANTOS, AL.F.; NEVES E.J.M.; CHAIMSOHN, F. P.; RODIGHERI, H.R. Cultivo da Juçara para produção de palmito. In: SANTOS, A.F.; CORRÊA JÚNIOR, C. & NEVES, E.J.M (Org.). **Palmeiras para produção de palmito: juçara, pupunheira e palmeira**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. p.23-37

COSTA, E.P. **Exportação de nutrientes em frutos de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) em três solos da Amazônia Central**. 2006. 41p. Dissertação (Mestrado em Biologia Tropical e Recursos Naturais). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

CQFS-RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre: SBCS, 2004. 400p

CRAVO, M.S.; SOUZA, A.G.C. Exportação de nutrientes por fruto de cupuaçuzeiro. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas (XXII). **Anais...**Manaus: EMBRAPA/UFAM/INPA, 1996. p.632 – 633.

EMBRAPA. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 41p (Circular Técnica n 6).

FARIAS, M. **Reinventando a relação humano-*Euterpe edulis*: do palmito ao açaí**. 2005. 85p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

FRAGOSO, H. A. *et al.* Exportação de macronutrientes pela castanha e pseudofruto de dois clones de cajueiro anão-precoce. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 23, n. 03, p. 603-608, 1999.

FRANCO, C.F; PRADO; R.M.; BRACHIROLLI, L.; ROZANE, D.E. Curva de Crescimento e marcha de absorção de macronutrientes em mudas de goiabeira. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 31, p. 1429 - 1437, 2007.

FREIRE, L.R.; CUNHA, L.H.; SANTOS, G.A.; SOBRINHO, N.M.B.A.; EIRA, P.A. Fertilidade do solo. In: DE-POLLI (Coord). **Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro**. Itaguaí: Ed. Universidade Rural. 1988. p.13 - 48 (Série Ciências Agrárias n.2)

GRANGEIRO, L.C.; MENDES, A.M.S.M; NEGREIROS, M.Z. *et al.* Acúmulo e exportação de nutrientes pela cultivar de melancia MickyLee. **Caatinga**, v.18, n.2, p.73-81, 2005.

HAAG, H.P.; MONTEIRO, F.A.; WAKAKURI, P.Y. Frutos de goiaba (*Psidium guayava* L.): desenvolvimento e extração de nutrientes. **Scientia agricola**, v.50, n.3, p.413-418, 1993.

HIROCE, R. **Extração de nutrientes pelo milho aos 65 dias após o plantio e pelas sementes na colheita**. *Bragantia*, vol.38, n.1, p. 1-5, 1979.

LELES, P.S.S. **Crescimento, alocação de biomassa e distribuição de nutrientes e uso de água em *E. camaldulensis* e *E. pellita* sob diferentes espaçamentos**. 1995. 133p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

LIMA, R.L.S; FERREIRA, G. B.; WEBERS, O.B.; SIQUEIRA, D.J.; PAIVAS, J.R. Exportação de nutrientes minerais por frutos de aceloreira colhidos em diferentes épocas do ano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.3, p.806-811, 2008.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS *et al.* (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2007. p. 1-64

MAC FADDEN, J. **A produção de açaí a partir do processamento dos frutos do palmito (*Euterpe edulis* Martius) na Mata Atlântica**. 2005. 100 p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MALAVOLTA, E. **Elementos de Nutrição Mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. Exigências nutricionais das plantas e necessidades de fertilizantes e corretivos. In: Simpósio sobre fertilizantes na agricultura brasileira. Brasília, 1984. **Anais....**Brasília: EMBRAPA-DEP, 1984. p.179-204 (EMBRAPA-DEP, Documento 14)

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638p.

MÜLLER, C.H., MÜLLER, A.A.; CARVALHO, J.E.U.; VIÉGAS, I.J.M. Cultivo de açazeiro em terra firme. In: NOGUEIRA, O.L. (Ed.). **Sistema de Produção do Açaí**. 2.ed. EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. Versão eletrônica, 2006.

MÜLLER, A.A. Ambiente edafo climático. In: NOGUEIRA, O.L. (Ed.). **Sistema de Produção do Açaí**. 2.ed. EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. Versão eletrônica, 2006.

PRADO, R.M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: UNESP, 2008. 407p

SOARES, F.A.L.; GHEYI, H.R.; OLIVEIRA, F.H.T.; FERNANDES, P.D.; ALVES, A.N.; SILVA, F.V. Acúmulo, exportação e restituição de nutrientes pelas bananeiras “Prata Anã” e Grand Naine”. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 38, n.7. p. 2054 – 2058, 2008

TEIXEIRA, L.A.J.; BATAGLIA, O.C.; BUZETTI, S., FURLANI JR., E. Recomendação de adubação e calagem para coqueiro (*Cocos nucifera* L.) no Estado de São Paulo – 1ª Aproximação. **Revista Brasileira de Fruticultura**. V. 27, n.3, p. 519-520, 2005.

VAN RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1991. 343p.

VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A, FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ª ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1997. 285p.

VELARDE; F.G.; GONZALEZ, J.I.; RUIZ, V.S. **Suelo y fertilizacion en fruticultura**. 2.ed. Madrid: Ed. Mundi-Prensa, 1979.

VIÉGAS, I.J.M; BOTELHO, S.M. Açazeiro. In: CRAVO, M.S. (Ed). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará**. Belém: EMBRAPA AMAZONIA ORIENTAL, 2007. 262p.

## CONCLUSÕES GERAIS

As informações apresentadas neste trabalho, incluindo os temas abordados na revisão bibliográfica e nos resultados obtidos pela pesquisa apresentada no Capítulo I, corroboram a perspectiva de que os sistemas agroflorestais com *E. edulis* se constituem potencial estratégia para ser utilizada no processo de conversão de uso do solo em áreas protegidas que se encontram ocupadas com atividades agropecuárias convencionais. Os resultados obtidos no Capítulo I apontam que os SAFs de *E. edulis* não causaram impactos negativos sob os atributos químicos e físicos do solo, tendo como referência solos sob cobertura florestal constituídos predominantemente por espécies nativas. Os SAFs de *E. edulis* propiciaram, sobretudo, uma melhor estabilidade dos agregados do solo; o que aponta a necessidade de estudos mais aprofundados sobre os efeitos do sistema radicular do *E. edulis* sobre a formação e a estabilização dos agregados, uma vez que este atributo tem forte influência na prevenção de processos erosivos do solo.

O Capítulo II apresenta subsídios básicos, até então inexistentes, para o manejo de adubação do *E. edulis*. A proposta de uma 1ª Aproximação de Recomendação de Adubação para o *E. edulis* pode, até uma próxima revisão e aperfeiçoamento, auxiliar na tomada de decisão - por agricultores e técnicos envolvidos com a agrossilvicultura do *E. edulis* - no que se refere aos aspectos de manejo da fertilidade do solo, aspectos esses fundamentais na busca em conciliar boas produtividades, geração de renda e conservação do solo.

## ANEXOS

ANEXO A - Tabelas de Interpretação dos Resultados das Análises de Solo Conforme o Manual de Adubação e Calagem para os Estados do RS e SC

**Tabela 1.** Valores de pH em água e da saturação da CTC por base e por alumínio

Interpretação	pH em água	Saturação por base	Saturação por alumínio
		(CTC <sub>pH 7,0</sub> )	(CTC <sub>efetiva</sub> )
		-----%-----	
Muito Baixo	≤ 5,0	< 45	< 1
Baixo	5,1 – 5,4	45 -64	1 -10
Médio	5,5 – 6,0	65 -80	10,1 – 20
Alto	> 6,0	> 80	>20

Os valores analíticos referem-se somente às faixas de interpretação especificadas, na havendo, necessariamente, correspondência entre si.

**Tabela 2.** Argila, matéria orgânica e capacidade de troca de cátions (CTC<sub>pH 7,0</sub>)

-----Argila-----		-----Matéria orgânica-----		CTC <sub>pH 7,0</sub>	
Faixa	Classe	Faixa	Interpretação	Faixa	Interpretação
%		%		cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	
≤ 20	4	≤ 2,5	Baixo	≤ 5,0	Baixo
21 - 41	3	2,6 – 5,0	Médio	5,1 – 15,0	Médio
41 - 60	2	> 5,0	Alto	> 15,0	Alto
> 60	1	-	-	-	-

**Tabela 3.** Fósforo (Mehlich 1) conforme o teor de argila e para solos alagados

Interpretação	Classe de solo conforme o teor de argila				Solos alagados
	1	2	3	4	
	-----mg/dm <sup>3</sup> -----				
Muito baixo	≤ 2,0	≤ 3,0	≤ 4,0	≤ 7,0	-
Baixo	2,1 – 4,0	3,1 – 6,0	4,1 – 8,0	7,1 – 14,0	≤ 3,0
Médio	4,1 – 6,0	6,1 – 9,0	8,1 – 12,0	14,1 – 21,0	3,1 – 6,0
Alto	6,1 – 12,0	9,1 – 18,0	12,1 – 24,0	21,1 – 42,0	6,1 – 12,0
Muito alto	> 12,0	> 18,0	> 24,0	>42,0	> 12,0

**Tabela 4.** Potássio conforme as classes de CTC do solo a pH 7,0

Interpretação	CTC <sub>pH 7,0</sub> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )		
	15,0	5,1 – 15,0	≤ 5,0
	-----mg/dm <sup>3</sup> -----		
Muito baixo	≤ 30	≤ 20	≤ 15
Baixo	31 – 60	21 – 40	16 – 30
Médio	61 - 90	41 – 60	31 – 45
Alto	91 – 190	61 – 120	46 – 90
Muito alto	> 180	> 120	> 90

**Tabela 5.** Cálcio e magnésio trocáveis e enxofre extraível do solo

Interpretação	Cálcio	Magnésio	Enxofre
	----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----		mg/dm <sup>3</sup>
Baixo	≤ 2,0	≤ 0,5	≤ 2,0
Médio	2,1 – 4,0	0,6 – 1,0	2,1 -5,0
Alto	> 4,0	>1,0	> 5,0

\* Fonte das tabelas CQFS-RS/SC (2004).

ANEXO B – Tabela de Recomendação de Adubação e Calagem para o *Euterpe oleracea*, cultivado em terra firme, em função da análise de solo.

**Tabela1:** Recomendação de adubação para o açazeiro cultivado em terra firme, em função da análise de solo<sup>1</sup>

Época	N g/planta	P no solo (mg • dm <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>			K no solo (mg • dm <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>		
		0 -10	11 -20	>20	0 -40	41 -90	>90
		-----P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g/planta)-----			-----K <sub>2</sub> O (g/planta)-----		
1º ano	45	60	30	15	80	40	20
2º ano	60	75	45	30	100	60	30
3º ano	70	90	60	45	120	70	35
4º ano	80	100	75	60	150	90	45
5º ano	90	110	90	75	180	110	55
6º ano	100	120	105	90	210	130	65
7º ano	110	130	115	105	240	150	75

<sup>1</sup> Fonte: VIÉGAS & BOTELHO (2007). <sup>2</sup> Extrator Mehlich