

CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DA AROEIRA (*SCHINUS
TEREBINTHIFOLIUS* RADDI) NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS, NO
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

JADIR JOSE PÉLA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
MAIO - 2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCTA / UENF** 072/2014

Péla, Jadir José

Caracterização agrônômica da aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) no município de São Mateus, no Estado do Espírito Santo / Jadir José Péla. – 2014.

62 f. : il.

Orientador: Silvério de Paiva Freitas
Tese (Doutorado – Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2014.

Bibliografia: f. 50–57.

1. Aroeira 2. Pimenta rosa 3. Crescimento 4. Nutrientes minerais 5. Óleos essenciais 6. Plantas medicinais I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD – 633.8

CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DA AROEIRA (*SCHINUS
TEREBINTHIFOLIUS* RADDI) NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS, NO
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

JADIR JOSE PÉLA

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

Orientador: Prof. Dr. Silvério de Paiva Freitas

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
MAIO - 2014

CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DA AROEIRA (*SCHINUS
TEREBINTHIFOLIUS* RADDI) NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS,
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

JADIR JOSE PÉLA

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

Aprovada em 05 de maio de 2014

Comissão Examinadora:

Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

Prof. Sávio da Silva Berilli (D.Sc., Produção Vegetal) – IFES

Prof. José Tarcisio Lima Tiébauth (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

Prof. Silvério de Paiva Freitas (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF
Orientador

Dedico este trabalho à minha família, pela compreensão das horas distantes, pelo amor e pelo apoio;

Aos meus pais pelo apoio aos meus estudos e pelo exemplo de luta, fé e determinação;

Aos mestres, pela sabedoria e pelos momentos de dedicação, harmonia, paz.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha existência;

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), pela oportunidade de realizar este trabalho;

A Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), pela oportunidade concedida para cursar o doutorado;

Ao meu orientador, Prof. Silvério de Paiva Freitas, pela acolhida em todos os momentos, pela qualificada orientação, humildade acadêmica, autenticidade e pela disposição em compartilhar seus saberes;

Aos professores Almy Junior Cordeiro de Carvalho, Sávio da Silva Berilli, José Tarcisio Lima Tiébauth, Marta Simone Mendonça Freitas e Cláudia Lopes Prins pelo apoio em diversas etapas da execução deste trabalho;

Aos produtores rurais do município de São Mateus-ES que disponibilizaram as suas áreas de produção da aroeira e seus conhecimentos que contribuíram para a conclusão desta tese e compreenderam a importância deste trabalho;

Ao Engenheiro Químico José Acácio da Silva pela preciosa colaboração na determinação de nutrientes minerais nas folhas e nos frutos das plantas;

Por fim, a todos aqueles que, direta e indiretamente, estiveram presentes, às vezes anonimamente, apoiando ou apontando caminhos, meu muito-obrigado.

SUMÁRIO

RESUMO.....	VI
ABSTRACT.....	VIII
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	04
2.1. Caracterização da aroeira no Brasil.....	04
2.2. Contextualização da cadeia produtiva da aroeira no Espírito Santo..	08
2.3. Potencial de uso da aroeira.....	10
2.3.1. Uso condimentar.....	10
2.3.2. Uso cosmético ou biomedicinal de plantas no Brasil.....	12
2.3.3. Uso medicinal com aroeira.....	15
2.3.4. Outros usos.....	16
2.4. Composição mineral de plantas e de frutos da aroeira.....	17
2.4.1. Visão geral da nutrição de plantas.....	17
2.4.2. Nutrientes em folhas.....	21
2.4.3. Nutrientes em frutos.....	24
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1. Caracterização da região de avaliação.....	27
3.2. Caracterização e avaliação das plantas de aroeira.....	29
3.3. Determinação de nutrientes em folhas e frutos da aroeira.....	29
3.4. Análise do solo na projeção da copa da aroeira.....	30
3.5. Determinação de óleos essenciais em frutos da aroeira.....	30
3.6. Análises estatísticas.....	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1. Análise química do solo cultivado com aroeira.....	33
4.2. Crescimento e produção da aroeira.....	35
4.3. Nutrientes minerais em folhas da aroeira.....	38

4.4. Nutrientes minerais e óleos essenciais em frutos da aroeira.....	41
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	47
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
7. APÊNDICES.....	58

RESUMO

PÉLA, Jadir José, D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Maio de 2014. **Caracterização agronômica da aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) no município de São Mateus, no Estado do Espírito Santo**. Orientador: Prof. Dr. Silvério de Paiva Freitas.

A aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) é pertencente à família *anacardiáceas*, também conhecida como aroeira mansa, aroeira pimenteira, aroeira-da-praia, aroeira-do-brejo, aroeira-do-sertão e muitas outras sinonímias populares. Trata-se de um arbusto nativo com rápido desenvolvimento no campo e ampla dispersão no Brasil e na América do Sul. Destaca-se em vários segmentos: cosméticos, condimentares, farmacêuticos, alimentares-especiarias e ervas. Este trabalho objetivou caracterizar o crescimento, a produção, a composição mineral de folhas e frutos e a produção de óleos essenciais de aroeira no norte do Estado do Espírito Santo. O levantamento de dados para esta pesquisa ocorreu no município de São Mateus, localizado no norte do Estado do Espírito Santo. O município de São Mateus possui 18°42'58" de latitude sul e 39°51'21" de longitude oeste, com 36 m de altitude média. O clima da região é tropical AW, segundo a classificação climática de Koppen. A região caracteriza-se pela irregularidade das chuvas e ocorrência de elevadas temperaturas com inverno seco. Esta pesquisa ocorreu de forma exploratória em plantações já estabelecidas de treze agricultores familiares que cultivam a aroeira, na maior parte dos casos, como fonte alternativa de renda e diversificação das atividades

das propriedades ou mesmo como atividade principal. Avaliaram-se dez plantas por produtor, **em um** total de 130 plantas avaliadas, com idade variando de 2 a 12 anos. Determinaram-se o crescimento das plantas, os teores de nutrientes minerais em folhas e frutos da aroeira e os teores de óleos essenciais em frutos da aroeira. De modo geral, conclui-se que a aroeira cultivada no município de São Mateus–ES, apresentou altura de planta variando de 226,7 cm a 305,9 cm, diâmetro do caule de 16,57 cm a 44,80 cm, produtividade média de 2,50 kg a 6,21 kg planta⁻¹ ano⁻¹ e peso de cem sementes variando de 2,81 g a 3,22 g. A ordem decrescente estabelecida para a quantidade de nutrientes presentes em folhas amostradas de 130 plantas, com 95% de confiança é N>K>Ca>S>Mg>P >> Fe>Mn>B>Zn>Cu. O Ca, Mg e o S apresentam-se como os principais macronutrientes presentes no solo, os quais se relacionam com a produtividade e o desenvolvimento das plantas de aroeira, e são também responsáveis por caracterizar nutricionalmente os solos das regiões produtoras em estudo. Nas condições do município de São Mateus–ES, plantas de aroeira com maior produtividade apresentaram teores médios de nutrientes na matéria seca foliar de 20,1 g kg⁻¹ para o N, 1,40 g kg⁻¹ para o P, 12,9 g kg⁻¹ para o K, 20,2 g kg⁻¹ para o Ca, 3,40 g kg⁻¹ para o Mg, 5,0 g kg⁻¹ para o S, 6,30 mg kg⁻¹ para o Cu, 99,8 mg kg⁻¹ para o Fe, 109 mg kg⁻¹ para o Mn, 17,6 mg kg⁻¹ para o Zn e 26,6 mg kg⁻¹ para o B. Os óleos essenciais presentes em frutos de aroeira cultivados em São Mateus–ES, com 95% de certeza, pertencem ao intervalos de confiança de 1621 mg a 1841 mg de óleos por kg de frutos.

Palavras-chave: Aroeira vermelha, pimenta rosa, nutrientes minerais, óleos essenciais, cultivo.

ABSTRACT

PÉLA, Jadir José, D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. May, 2014. **Agronomic characterization of Brazilian pepper tree (*Schinus terebinthifolius* Raddi) in the municipality of São Mateus in Espírito Santo state, Brazil.** Advisor: Prof. Dr. Silvério de Paiva Freitas

Brazilian pepper tree (*Schinus terebinthifolius* raddi) belongs to the family Anacardiaceae, also known as aroeira mansa, aroeira pimenteira, aroeira-da-praia, aroeira-do-brejo, aroeira-do-sertão and many other popular synonyms. It is a native shrub with quick development in the field, widely spread in Brazil and South America. It stands out in several segments: cosmetics, condimentary, pharmaceuticals, food-spices and herbs. This work aimed to characterize growth, production and mineral composition of leaves and fruits, and the production of Brazilian pepper essential oils in the north of the State of Espírito Santo. Data collection for this research occurred in the municipality of São Mateus, located in the North of the State of Espírito Santo. The municipality of São Mateus, 18° 42 ' 58" South and 39° 51 ' 21" West, is at an average elevation of 36 m above sea level. The climate of the region is tropical AW, according to the Koppen climate classification. The region is characterized by irregular rainfall and occurrence of high temperatures with dry winter. This research was carried out, in an exploratory manner, in already established plantations of thirteen family farmers who grow Brazilian pepper, in most cases, as an alternative of income and diversification of the activities of the properties or even as main activity. Ten plants were evaluated

per producer, with a total of 130 plants evaluated, with age range 2 -12 years. Plant growth, mineral nutrients levels in leaves and fruits of Brazilian pepper, and levels of essential oils in fruits of Brazilian pepper were determined. Overall, it is concluded that the Brazilian pepper cultivated in São Mateus-ES presented plant height ranging from 226.7 cm to 305.9 cm, stem diameter of 16.57 cm to 44.80 cm, average productivity of 2.50 kg to 6.21 plant⁻¹ year⁻¹, and 100-seed weight ranging from 2.81 g to 3.22 g. The descending order established for the amount of nutrients present in sampled leaves of 130 plants, with 95% confidence, is N>K>Ca>S>Mg>P >> Fe>Mn>B>Zn>Cu. Ca, Mg and S were presented as the main macronutrients in the soil, which are related to the productivity and development of Brazilian pepper plants; and also as the macronutrients responsible for characterizing, nutritionally, soils of the cropping regions under study. Under the conditions of the city of São Mateus, in Espírito Santo state, Brazil, Brazilian pepper plants with higher productivity showed average nutrient levels in leaf dry matter of 20.1 g kg⁻¹ for N, 1.40 g kg⁻¹ for P, 12.9 g kg⁻¹ for K, 20.2 g kg⁻¹ for Ca, 3.40 g kg⁻¹ for Mg, 5.0 g kg⁻¹ for S, 6.30 mg kg⁻¹ for Cu, 99.8 mg kg⁻¹ for Fe, 109 mg kg⁻¹ for Mn, 17.6 mg kg⁻¹ for Zn and 26.6 mg kg⁻¹ for B. Essential oils in Brazilian pepper fruits cultivated at São Mateus in Espírito Santo state, Brazil, presented the 95 percent confidence interval from 1621 mg to 1841 mg per kg of fruit oils.

1. INTRODUÇÃO

Em todos os ecossistemas brasileiros, existe uma infinidade de espécies vegetais nativas, muitas vezes pouco conhecidas fora dos seus ambientes naturais, as quais geralmente são obtidas de forma extrativista e se traduzem em benefícios de subsistência para as populações locais, amplamente exploradas por vários setores da sociedade.

O Brasil é o país que detém a maior parcela da biodiversidade, em torno de 15% a 20% do total mundial. Entre os elementos que compõem a biodiversidade, as plantas, além de produzirem alimento, fibras, combustível, condimentos e medicamentos, são utilizadas em práticas populares e tradicionais, como remédios caseiros e comunitários, processo conhecido como medicina tradicional. Além desse acervo genético, o Brasil é detentor de rica diversidade cultural e étnica que resultou em um acúmulo considerável de conhecimentos e tecnologias tradicionais, passados de geração a geração, entre os quais se destaca o vasto acervo de conhecimentos sobre manejo e uso de plantas medicinais.

Estudos realizados pelo Instituto Brasileiro de Ecologia e Desenvolvimento Sustentável (IBEDS, 2012) revelam que “[...] é possível constatar que a maioria das espécies utilizadas e comercializadas não dispõem de informações básicas como, por exemplo, ocorrência da espécie, estado de conservação, formas adequadas de manejo”.

No entanto, percebe-se que a escassez de informações sobre essas espécies nativas, assim como a ausência de difusão dos conhecimentos já existentes, faz com que muitas das essências valiosas presentes em nossa flora sejam subutilizadas, entre as quais está a aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi), que, apesar de ser bem conhecida no meio rural, ainda não é utilizada em toda a sua potencialidade (Baggio, 1988).

Observa-se que essa essência florestal arbórea, encontrada ao longo de quase todo o território brasileiro, possui atributos importantes para uma multiplicidade de usos nas propriedades de pequeno e médio porte: produção de carvão, lenha, associações agroflorestais, moirões, cercas vivas, forragem para animais de pequeno porte, aves silvestres, abelhas, ornamentação, medicina alternativa e especiarias culinárias.

O uso da aroeira, cada vez mais acentuado, está gerando preocupações porque espécies nativas fornecedoras de matéria-prima para os mais diversos setores da produção estão sendo ameaçadas de extinção. Esse processo está relacionado ao fato de que partes das plantas, tais como raízes, sementes, caule e flores, essenciais para a sua reprodução, têm sido utilizadas para a comercialização de forma não sustentável (Silva et al., 2001).

Outra questão relevante é que as indústrias farmacêutica, cosmética e condimentar têm buscado várias espécies, porém essa busca já está sendo observada em campo pela equipe de pesquisadores do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), que identificou que, entre tantas, a aroeira tem sido tratada como fonte alternativa de renda para muitas comunidades por meio da coleta dos frutos da aroeira.

Este estudo foi motivado inicialmente pela percepção de que, no Estado do Espírito Santo, o comércio de plantas medicinais nativas pela população local é intenso não só para o uso popular que essas plantas vêm sendo procuradas, mas também para o uso comercial de exportação.

Relatos produzidos pelo Bandes (2008) indicam que, no Brasil, a produção é obtida, na sua maior parte, por meio de colheita dos frutos em áreas nativas-extratativismo, de modo que, somente no Estado do Espírito Santo, existem registros de alguns plantios de aroeira voltados para a produção de pimenta rosa.

A aroeira é uma planta nativa da mata atlântica brasileira, mas o grão vermelho não é tão valorizado no país. No início de 2005, o Ministério da Saúde

do Brasil, por intermédio da ANVISA, indicou a pimenta rosa como medicinal. Isso começa a animar os produtores, com a possibilidade de valorização nacional do produto. A aroeira vem ganhando espaço no norte do Espírito Santo. Um plantio feito em Linhares mostrou que, no primeiro ano, ela já paga todo o custo de implantação. Do segundo ano em diante, praticamente só há os custos de colheita e poda.

Tendo em vista a importância da aroeira para a região norte do Estado do Espírito Santo, estudos relacionados com a caracterização e o manejo dessa espécie podem revelar informações relevantes para uma agricultura moderna e sistematizada, proporcionando maiores produtividades e inserindo a cultura da aroeira como uma alternativa a outras culturas agrícolas avançadas já estabelecidas no norte do Estado do Espírito Santo, como o mamão, o maracujá, a pimenta-do-reino, o eucalipto e o café conilon.

Baseado na importância de estudos para a cultura da aroeira no ES, com o intuito de melhorar os sistemas de produção e revelar conhecimentos sobre a planta, este trabalho tem, como objetivo geral, caracterizar a produção de aroeira no norte do Estado do Espírito Santo, notadamente com relação às análises nutricionais da planta e do solo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Caracterização da aroeira no Brasil

A aroeira vermelha pertencente à família anacardiáceas, também conhecida como aroeira-mansa, aroeira-pimenteira, aroeira-da-praia, aroeira-do-brejo, aroeira-do-sertão e muitas outras sinonímias populares. Trata-se de uma árvoreta nativa com rápido desenvolvimento no campo e ampla dispersão no Brasil, onde se encontram espécimes desde o Nordeste até o Sul, assim como também há várias formações vegetais no Paraguai, no Uruguai e na Argentina (Lorenzi, 2002).

Esse tipo de aroeira produz anualmente grande quantidade de pequenos frutos, de coloração vermelha quando maduros, com uma casca seca que se assemelha a um papel envolvendo as sementes, as quais são amplamente disseminadas pela avifauna, o que explica a fácil regeneração e dispersão da espécie. Sua madeira, que se presta à utilização para moirões, esteios, lenha e carvão, é moderadamente pesada, mole, resistente e durável.

O porte pequeno da planta faz dela ideal para a arborização urbana e, com esse fim, foi implantada no sul da França, país em que as propriedades culinárias dos frutos/sementes foram reconhecidas e incorporadas como *poivre rose* ou pimenta rosa na alta cozinha local (Ethur et al., 2011).

A importância da aroeira vermelha é abrangente, uma vez que possui destaque em vários segmentos: cosméticos, condimentares, farmacêuticos,

alimentares-especiarias e ervas. Embora o reconhecimento pela medicina tradicional e pelas indústrias de modo geral não tenha sido fortalecido, necessariamente, com a demanda existente, é notável que se enfatizem o estudo e a compreensão desde os processos empregados na cadeia produtiva, assim como a agregação de valor ao produto, tanto pela utilidade quanto pelos benefícios proporcionados aos consumidores intermediários – como insumos – e aos consumidores finais: ação medicamentosa, dermocosméticos, condimentos.

Sendo assim, o estudo da aroeira torna-se de fundamental importância para a humanidade por sua riqueza medicinal, condimentar, cosmética. Apesar de incipiente na cadeia produtiva, sua participação econômica também se torna fundamental, uma vez que ela é um elemento contribuinte como fonte de renda para grupos familiares, extrativistas, comerciantes e exportadores. Além disso, em sua colaboração como fonte de matéria-prima – sementes, folhas, flores, caule –, encontram-se alguns insumos, como cicatrizantes, anti-inflamatórios, madeira e temperos.

Segundo Coradin et al. (2011), o interesse pela categoria de plantas medicinais, aromáticas e condimentares é relativamente recente no cenário econômico brasileiro, é resultado do crescente interesse mundial e da motivação da implementação da Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (PNPMF).

Quanto ao uso dos frutos da aroeira, notadamente para fins condimentares, há poucos relatos na bibliografia científica. No entanto, Degáspari (2004), Clemente (2006), Nunes Jr. et al. (2006) e Silva et al. (2010) apresentaram estudos relacionados aos princípios ativos do óleo nas diferentes partes vegetais para fins de biomedicina ou fitoterápicos.

Com relação à produção brasileira dos grãos de aroeira, documentos do Bandes (2008), existem registros de que o Espírito Santo é o maior produtor. No entanto, pesquisas realizadas por Cesário e Gaglianone (2008) mostram que essa espécie vem sendo explorada, **em uma** escala menor, em outras regiões do Brasil, principalmente no litoral, em áreas de restinga, tendo-se tornado uma fonte de renda importante para os moradores no período de menor atividade pesqueira.

Ressalta-se que a aroeira, apesar de ser conhecida no meio rural, não é ainda utilizada em sistemas integrados de produção, principalmente pelos pequenos e médios produtores. Estudos realizados por Baggio (1988), Cesário e

Gaglianone (2008) e Bona et al. (2011) revelam que essa espécie nativa possui atributos importantes para usos múltiplos como os de muitas outras espécies conhecidas mundialmente, todavia com um diferencial de ser completamente adaptada aos diferentes territórios brasileiros e possuir grande habilidade de adaptação em regiões onde outras culturas mais exigentes não sobreviveriam, como regiões de restinga ou áreas próximas ao litoral com solos arenosos e água do lençol freático com elevado índice de salinidade.

Apesar de ser um grande potencial na agricultura moderna, a aroeira, nas regiões produtoras do Rio de Janeiro e Espírito Santo, ainda é cultivada de forma rudimentar ou mesmo extrativista. Os estudiosos Cesário e Gaglianone (2008) e Figueirôa et al. (2004) indicam que melhorias no padrão cultural, por meio da seleção e melhoramento genéticos com vistas a maximizar a produtividade tanto quantitativa quanto qualitativamente, e também por meio da seleção de ecotipos com potencial para uso múltiplo **em uma** cadeia agroindustrial – extração de óleos e essências, aperfeiçoamento do padrão culinário, entre outros –, podem estimular o desenvolvimento desta atividade como alternativa produtiva promissora, dada a plasticidade ecológica da espécie e sua rusticidade.

A espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi é nativa e pioneira da mata Atlântica do Brasil, sendo encontrada do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, bem como no Mato Grosso do Sul. Figueiredo (2009) diz que a aroeira pode ser considerada um parente do caju, da manga e do cajá-mirim. Entre outras conhecidas anacardiáceas frutíferas, a aroeira é uma árvore frondosa e de pequeno porte, de 5 m a 10 m, e não possui parentesco com a família das pimentas.

Segundo Lenzi e Orth (2004), a aroeira é considerada como planta pioneira, com sexualidade dioica. Esta espécie vegetal é encontrada **em uma** extensa distribuição geográfica e possui imensa plasticidade ecológica, podendo sobreviver em estações secas de até seis meses, com deficiência hídrica moderada, facilmente vista por toda a faixa litorânea do país, próxima de rios, córregos e várzeas úmidas de formações secundárias, além de ser encontrada crescendo em dunas, terrenos secos, pobres e pedregosos, habitando várias formações vegetais e apresentando diversos aspectos, como arbusto rasteiro e retorcido, ou em forma de árvore com copa globosa.

Degáspari (2004), Cesário e Gaglianone (2008) informam que essas mudanças morfológicas ocorrem em razão da adaptação aos vários ambientes habitados. Isso acontece porque essa planta é pouco exigente quanto ao tipo de solo, crescendo melhor em solos bem drenados, com textura variando de argila a areno-argilosa.

A espécie não necessita de maiores cuidados para sua proliferação natural e produção de sementes, pois tem crescimento rápido e é facilmente disseminada por animais, dada a grande produção de frutos. Segundo IBENS (2007), ela é uma planta altamente invasiva e muito resistente, que pode ser cultivada a partir de sementes ou estacas a pleno sol ou em áreas degradadas, podendo atingir de 5 m a 10 m na idade adulta e apresentar de 30 cm a 60 cm de espessura de diâmetro do caule.

Cesário e Gaglianone (2008) mostram que, ao longo da costa brasileira, o meio biótico mais indicado para essa espécie são as áreas de restinga ao longo de seu litoral, ocorrendo naturalmente em grande concentração no norte do Espírito Santo, região norte e noroeste Fluminense e no extremo sul da Bahia.

Essa árvore apresenta folhas perenes, verde-escuras, compostas, oblongas a elípticas, na parte superior do limbo contém nervuras pronunciadas do tipo imparipenada de aroma forte. Suas flores melíferas apresentam cor amarelo-pálida a branca, são pequenas e agrupadas em panículas (Lorenzi, 2002; Almeida, 2005).

A floração varia de julho a setembro ou de novembro a março, conforme a região, e a frutificação ocorre de dezembro a julho, especialmente nos meses de maio e junho, com frutos redondos com diâmetro de 5 mm, que crescem em forma de cachos e são colhidos quando maduros.

Figueiredo (2009) acompanhou o ciclo de produção, que é de duas vezes ao ano, produzindo os primeiros frutos entre o 1.º e 3.º anos. A coleta dos frutos é feita de forma manual e, muitas vezes, em áreas naturais. São brilhantes e de cor vermelha ou rosada, com sabor ora picante, ora intensamente aromático, adocicado e, ao mesmo tempo, levemente apimentado.

Devido às características organolépticas específicas, os frutos da aroeira, na culinária europeia, são muito utilizados com o nome de pimenta rosa e como especiaria utilizada essencialmente para acrescentar sabor e refinamento aos pratos da culinária. São frequentemente misturados com os grãos brancos e

pretos da pimenta-do-reino e colocados em moinhos de mesa para temperar carnes, aves, peixes e pratos diversos.

As sementes de aroeira são usadas também como condimento em chocolates e saladas de frutas, como corante e aromatizante. O apreço e especialmente a consequente difusão na culinária francesa ajudaram a elevar o *status* da pimenta rosa como ingrediente para um nível superior na conotação dos consumidores finais em todo o mundo (Bandes, 2008). Além de seu uso mais comum na culinária, a aroeira possui diversas outras aplicações e utilidades. Desse modo, a produção de pimenta rosa gera uma série de subprodutos que também podem ser comercializados.

2.2. Contextualização da cadeia produtiva da aroeira no Espírito Santo

A compreensão da dinâmica do processo de domesticação possível das espécies é muito importante e, segundo Jesus (2010), é parte de uma lógica de mercado, tanto interna quanto externa, possibilitando a produção de uma cultura nos moldes de uma agricultura moderna e produtiva. Nesse sentido, estudar a caracterização ecofisiológica e os sistemas de produção atualmente usados na exploração da aroeira possibilitará a compreensão do processo de domesticação dessa espécie nativa brasileira e trará melhorias no sistema de produção.

Atualmente, a produção de aroeira nos estados do Rio de Janeiro, do Espírito Santo e da Bahia é destinada basicamente à exportação para fabricação de cosméticos e especiarias na culinária sofisticada de todo o mundo. Para isso, existe uma cadeia organizada de coleta das produções que envolve intermediários e empresas especializadas no processamento e na exportação das sementes de aroeira (IBENS, 2007).

De acordo com Jesus (2010), o segmento das indústrias processadoras e exportadoras da pimenta rosa no Espírito Santo forma um arranjo produtivo integrado, tendo como parceiros o governo do Estado e o Banco de Desenvolvimento do Espírito Santo (Bandes), por meio de linhas de financiamento ao produtor rural e ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), com assistência técnica ao produtor rural e extrativista dos Estados que participam com a produção que se integra à produção local, conforme mostra a Figura 1.

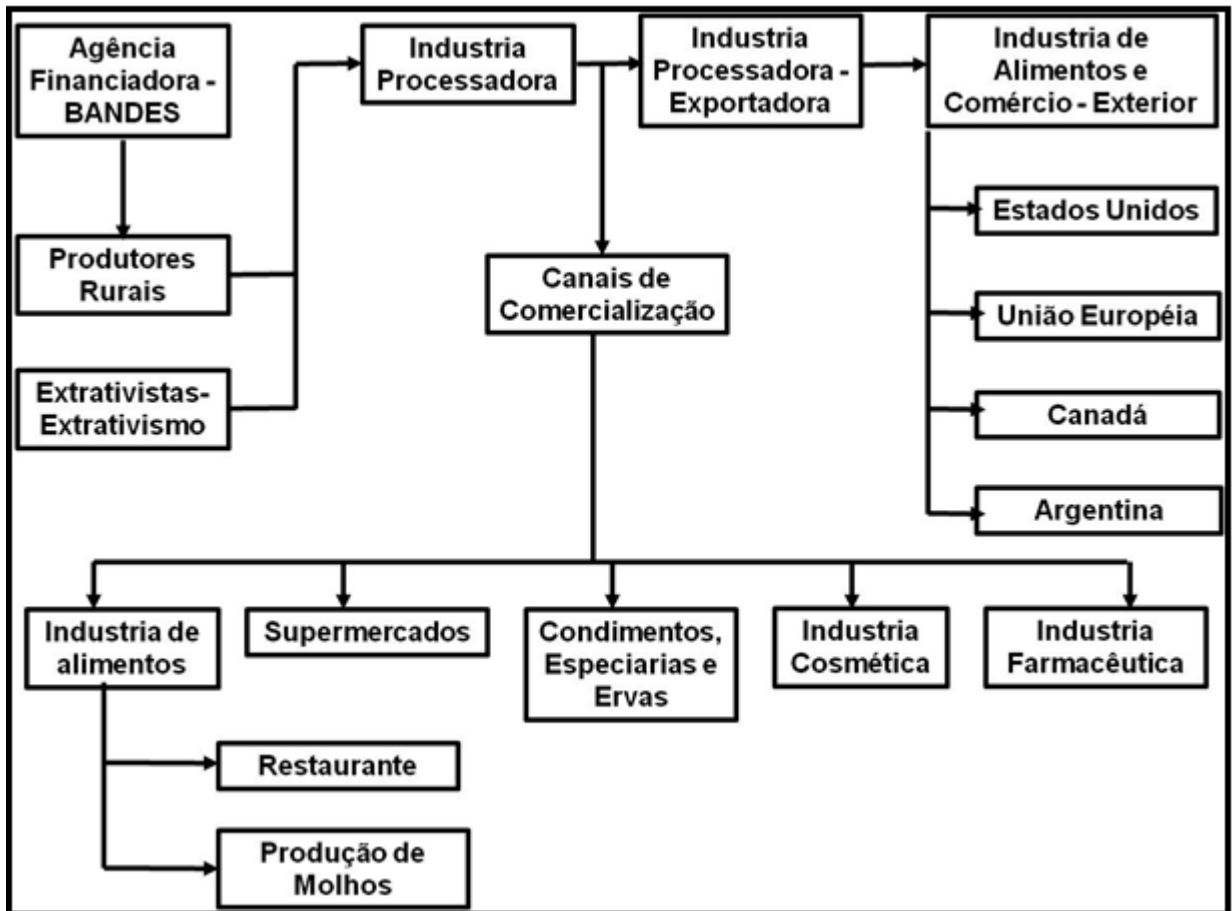


Figura 1. Cadeia produtiva da pimenta rosa (produção, parceiros, exportação, comercialização). Fonte: Jesus (2010).

Jesus (2010) ainda afirma que, do ponto de vista da sustentabilidade, a aroeira possui vários insumos para a composição de produtos segmentados, para as indústrias farmacêuticas, dermocosméticas, alimentares, entre outras, verificando-se, portanto, a riqueza e diversidade, principalmente para os produtores rurais que têm na extração dela sua única fonte de renda. Por esse motivo, é determinante que a cadeia produtiva da aroeira seja analisada sob a ótica da responsabilidade socioambiental, econômica e financeira. A lógica do processo produtivo por extrativismo demanda a conscientização de informação como forma de extrair, manter, inovar e expandir a agricultura de subsistência na sua totalidade, gerando benefícios para a comunidade envolvida.

2.3. Potencial de uso da aroeira

2.3.1. Uso condimentar

O uso dos frutos da aroeira como produto condimentar, denominada pimenta rosa, tem sido bastante difundido em nível nacional e internacional, embora no Brasil ainda seja incipiente. Para Laca-Buendia et al. (1992), a pimenta rosa tem sido utilizada como substituta da pimenta-do-reino na região do cerrado de Minas Gerais. Segundo esses autores, por meio das análises químicas dos frutos dessas espécies, foi constatada grande similaridade entre seus componentes químicos.

As pesquisas de Bertoldi (2006) revelam que a pimenta rosa vem sendo utilizada nas mais exigentes culinárias do mundo para temperar carnes brancas, salames, massas e conferir sabores exóticos a bebidas e doces, como coquetéis e chocolates. Esse mesmo autor constatou elevada aceitabilidade da pimenta rosa na utilização desse condimento tanto em salmão como em chocolate.

Coradin et al. (2011) indicam que a aroeira foi introduzida na cozinha francesa com o nome de *poivre rose*, na italiana de *pepe rosa*, na espanhola de *pimienta rosa*, na alemã de *blausroter pfeffer* e na americana de *pink peppe* ou *brazilian pink peppercorn*. A aroeira-pimenteira vem sendo amplamente utilizada e apreciada na culinária internacional. O seu sabor suave levemente apimentado e a sua bonita aparência de uso decorativo permitem utilizá-la na forma de grãos inteiros ou moída.

Carvalho (1994) indica que os frutos da aroeira-pimenteira, procedentes das ilhas Maurício – República da Maurício –, foram comercializados na Alemanha como sucedâneos da pimenta-do-reino. Com alto potencial econômico, a pimenta rosa atualmente atinge preços comparáveis ao da pimenta-do-reino no mercado internacional, principalmente devido ao aumento na demanda e disponibilidade reduzida.

Bertoldi (2006) diz também que os frutos da aroeira no país são utilizados apenas em sua forma desidratada e comercializados, na maioria das vezes, a granel, tendo um rendimento em torno de três kg de sementes frescas produzindo um kg de material processado.

De acordo com informações obtidas diretamente de produtores de aroeira localizados em São Mateus–ES, em 2012 foi comercializado o quilo da semente

fresca no valor de R\$ 4,00 (quatro reais). Ainda de acordo com produtores de aroeira, cada planta produz, em média, 10 kg de sementes frescas, tendo geralmente 277 plantas por hectare.

Dentro do fluxo de produção da pimenta rosa, a produção em escala comercial no Brasil ainda é bastante restrita e pouco expressiva ante os mercados nacional e internacional em franca expansão. Destaca-se que esse tipo de pimenta vem demonstrando potencial de substituir a pimenta-preta, por apresentar sabor e efeito semelhante e poder ser cultivada em uma variedade de condições ambientais, enquanto o cultivo da pimenta-preta está restrito a um tipo de ambiente.

Entretanto, Coradin et al. (2011) afirmam que existem indícios de que o sabor e a qualidade da pimenta rosa podem variar em razão da origem, o que necessita ser **melhor** investigado. Além disso, a produção no país necessita de muita organização e capacitação dos agricultores e empresários envolvidos para que se consiga um produto de alta qualidade e com competitividade no mercado internacional, bastante exigente. Por ser uma atividade nova, há a necessidade de pesquisas sobre tecnologias de cultivo, processamento e transformação.

Ainda segundo Coradin et al. (2011), a produção de muda de aroeira pode vir a ser uma atividade complementar para a agregação de renda na pequena propriedade, desde que haja capacitação e organização para tal, bem como inserção nas diversas cadeias produtivas que envolvem a espécie. Apesar disso, a produção de matéria-prima no Brasil para atender pelo menos aos fluxos principais, como já foi afirmado, é ainda incipiente, pois existe uma necessidade premente – urgente – de investimento, integração e organização dentro/entre os diferentes segmentos que compõem os vários fluxos ou **as** cadeias de produção de *Schinus terebinthifolius*.

A produção industrial de pimenta rosa no Brasil está regulamentada pela Resolução RDC n.º 276, de 22 de setembro de 2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2012), na qual foi aprovado o Regulamento Técnico para Especiarias.

2.3.2. Uso cosmético ou biomedicinal de plantas no Brasil

O Brasil é considerado como um dos países com maiores perspectivas para a exploração econômica da biodiversidade do planeta. É o país com maior número de espécies animais e vegetais do mundo, contando com um número estimado entre 10% e 20% do total. A maioria das plantas existentes é encontrada nos países tropicais e estima-se que 25% das espécies ocorram originalmente no Brasil. Além disso, cerca de 25 mil espécies de plantas são usadas em todo o mundo para a produção de medicamentos, incluindo tanto aqueles obtidos, por síntese, de produtos naturais quanto os medicamentos comercializados como produtos fitoterápicos. Das espécies nativas brasileiras, não mais que 1% foi objeto de pesquisas realizadas por Braga (2002) quanto ao seu potencial de uso bioeconômico.

Para Rodrigues e Nogueira (2008), trata-se de um forte indicador de quanto o país perde, ao não investir sistematicamente no uso sustentável de sua biodiversidade. A ampliação da competitividade sistêmica da cadeia produtiva de plantas medicinais passa fundamentalmente pela mudança no marco regulatório e pela política industrial e tecnológica nacional. Estímulos econômicos são essenciais para que a grande variedade das plantas medicinais possa ser transformada em produtos de alto valor agregado e com grandes repercussões sobre desenvolvimento econômico sustentável do país.

O maior potencial econômico da biodiversidade está na descoberta de novas drogas derivadas diretamente ou sintetizadas considerando os recursos biológicos. Calcula-se que, no mercado mundial de medicamentos, estimado em mais de 300 bilhões de dólares anuais, aproximadamente 40% dos remédios sejam oriundos direta ou indiretamente de fontes naturais: 75% de origem vegetal e 25% de origem animal e de micro-organismos.

A maior potencialidade econômica da biodiversidade está associada à descoberta de novos biomateriais e novas drogas derivados diretamente ou sintetizados considerando os recursos biológicos. Segundo Braga (2002) e Coradin et al. (2011), também existem estudos realizados nos Estados Unidos que mostram a eficiência de medicamentos derivados direta ou indiretamente de produtos naturais no tratamento de câncer e outras doenças infecciosas.

No que se refere às plantas medicinais, são poucas as literaturas que enfatizam a variedade e relevância, quer seja no aspecto econômico, quer seja no

medicinal (Ethur et al., 2011). Contudo, a exploração de frutos da aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) tem **se** tornado fonte de renda para a agricultura familiar, com comercialização recente de 6 a 7 anos, sem muitos dados oficiais sobre sua produção total nacional, em que se destaca o Espírito Santo.

As estimativas partem de uma produção total de 300 toneladas por ano, da qual 90% são destinados ao mercado externo, especialmente à Europa, e somente 10% são consumidos internamente (IBENS, 2007).

Segundo Ethur et al. (2011), as plantas medicinais foram negligenciadas pelo mercado e **pelos** consumidores, porém, na década de 80, essa realidade começou a mudar e atualmente ocorrem constantes descobertas sobre o uso de plantas na terapêutica e principalmente de novos produtos devido à pressão sofrida pelo mercado. A complexidade do mundo das plantas medicinais inicia-se na própria definição, pois tradicionalmente se assume que plantas medicinais são vegetais empregados com fins terapêuticos, em razão de, ao menos, uma das partes possuir propriedades medicamentosas – curativas ou preventivas.

No fluxo da produção de fitoterápicos, já existem medicamentos sendo desenvolvidos por instituições de ensino e de pesquisa que atuam na área de produtos farmacêuticos comerciais que contêm extrato de aroeira-pimenteira. Entretanto, não há muita informação disponível sobre a cadeia produtiva envolvida na produção desses fitoterápicos¹ e mesmo da própria cultura da aroeira.

A produção de um fitoterápico depende de fornecimento continuado e com qualidade da planta utilizada como matéria-prima para a sua fabricação. A Política Nacional visa

[...] garantir à população brasileira o acesso seguro e o uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos, promovendo o uso sustentável da biodiversidade e a repartição dos benefícios derivados do uso dos conhecimentos tradicionais associados e do patrimônio genético, bem como o desenvolvimento da cadeia produtiva, promovendo a inclusão da agricultura familiar nas cadeias e nos arranjos produtivos das plantas medicinais, insumos e fitoterápicos e da indústria nacional. (Brasil (2008).

Os estudos realizados por Coradin et al. (2011) indicam que esse é um fluxo de produção que apresenta enormes possibilidades de crescimento nas áreas de ocorrência ou em áreas propícias para o cultivo da aroeira.

¹ No Brasil, há uma Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos implementada pelo Decreto nº. 5.813, de 22/6/2006, e a Portaria Ministerial 2.960, de 9/12/2008, que estabelece o Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), 80% da população mundial faz uso de medicamentos derivados de plantas medicinais, enquanto, no Brasil, as pesquisas demonstram que 91,9% da população fez uso de alguma planta medicinal e que 46% dela mantém cultivo caseiro dessas plantas (Abifisa, 2007).

De acordo com Melo et al. (2007), existe no Brasil uma farmacopeia popular muito diversa baseada em plantas medicinais, resultante da miscigenação cultural, principalmente de origem africana, europeia e indígena, que determina a construção do perfil local e regional de usuários de plantas medicinais com relação às particularidades na comercialização e na abertura de novos nichos de mercado e de emprego.

Desde 1978, a Organização Mundial da Saúde reconhece oficialmente o uso de fitoterápicos, e, no Brasil, a política de uso de plantas medicinais iniciou-se em 1981, sendo regulamentada recentemente pelo Decreto 5.813/2006, que instituiu a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (Brasil, 2006).

Para Ethur et al. (2011), nas últimas duas décadas houve aumento no interesse da humanidade em plantas medicinais e nos respectivos produtos, acarretando a abertura de mercados nacionais e mundiais na área de fitoterápicos e de plantas bioativas. De acordo com Costa e Mayworm (2011), os raizeiros de Alto Rio Grande-MG reconhecem que ocorreu declínio na procura de plantas medicinais nas décadas de 70 e 80, retomando por volta de 1985 e intensificando-se cada vez mais até os dias de hoje.

O intenso crescimento do mercado de plantas medicinais no Brasil, para Santos (2007), é motivado por diversos fatores, entre os quais o consumismo de produtos naturais, acessibilidade para os segmentos de baixa renda e eficácia no tratamento de enfermidades. Porém, não existem dados oficiais a respeito do mercado de plantas medicinais e fitoterápicos no Brasil, principalmente com relação a volume e preço, estimando-se um movimento no mercado brasileiro em torno de 1 bilhão de reais/ano e com pretensão de que o mercado de fitoterápicos chegue a 15% do total do mercado farmacêutico (Abifisa, 2007).

No entendimento de Ethur et al. (2011), pode-se perceber que, de modo geral, o início do comércio informal de plantas medicinais deve ter ocorrido no momento em que se iniciaram as permutas de mercadorias. Costa (2011) indica que o comércio informal, ou seja, aquele que não apresenta nenhum tipo de

certificação e/ou licenciamento é realizado por raizeiros, ervateiros e extrativistas em praticamente todas as cidades brasileiras.

Atualmente o comércio formal agrega grande variedade de estabelecimentos, tais como mercados, drogarias, farmácias e feiras, apresentando diversidade de plantas e fitoterápicos.

2.3.3. Uso medicinal com aroeira

Pertencente à família das anacardiáceas, a aroeira vermelha – *Schinus terebinthifolius* Raddi – é apreciada na medicina popular e usada no tratamento dos processos inflamatórios em geral, úlceras da pele e diarreias. Na maioria desses empregos terapêuticos, usa-se o extrato aquoso bruto, obtido da casca, do caule e de suas folhas (Queires e Rodrigues, 1998).

São atribuídas inúmeras qualidades medicinais à aroeira, restringindo-se o seu uso, no entanto, ao nível doméstico. Em Cuba, onde foi introduzida e recebeu o nome de copal, ela é usada como substituta do verdadeiro copal (*Protium cubense*) do qual se extrai uma resina terebintácea para uso em compressas (Mesa, 1945). Nesse sentido, Balbachas (1959) recomenda o chá das cascas (100 g L⁻¹ de água) para curar diarreias e hemoptises. Ela é utilizada também em banhos, com 25 g L⁻¹ de água, contra a ciática, a gota, o reumatismo e bactérias que se manifestam sob a forma de edemas do tipo erisipela.

Correia (1978) descreve as propriedades da casca observando seus efeitos depurativos, febrífugos e contra afecções uterinas em geral. As folhas, segundo esse autor, são antirreumáticas e produzem valioso remédio na cura de úlceras e feridas. Aos frutos, atribuem-lhes propriedades diuréticas e recomenda ainda precaução no uso da planta devido às suas propriedades tóxicas, apesar de não haver dúvidas quanto às suas qualidades antinevrálgica, adstringente, tônica e estimulante.

Martinez et al. (1996) recomendam a utilização da casca e das folhas dessa planta, relatada na medicina tradicional de vários países para o tratamento de doenças venéreas, inflamação no útero, distúrbios do trato urinário, feridas, diarreia e úlcera gastroduodenal.

Oliveira Jr. et al. (2013) avaliaram o efeito do óleo essencial do fruto de *Schinus terebinthifolius* sobre o crescimento micelial do fungo *Colletotrichum*

gloeosporioides e no desenvolvimento da antracnose no período de pós-colheita em mamões e concluíram que a inibição do crescimento do fungo foi diretamente proporcional à quantidade do óleo e que, nos frutos do mamoeiro, o tratamento com óleo tem sido eficiente contra o fungo, não foi indicado comercialmente, pois apresentou valores elevados de perda de massa fresca, de firmeza e também sintomas de fitotoxidade. O óleo tem propriedade antifúngica contra *C. gloeosporioides* *in vitro* e *in vivo*; contudo, não é recomendado para o mamão em virtude da fitotoxidez.

2.3.4. Outros usos

Na literatura, foram verificados outros usos múltiplos para a *Schinus terebinthifolius*. Conforme Carvalho et al. (2003), a aroeira é também indicada para as seguintes finalidades:

- ✓ Energia — Produz lenha e carvão de boa qualidade. O poder calorífico da madeira é de 4.632 kcal kg⁻¹ a 4.891 kcal kg⁻¹; o teor de lignina é de 25,2%; o poder calorífico do carvão varia de 8.047 kcal kg⁻¹ a 8.07 kcal kg⁻¹; e o teor de carbono fixo (% de carvão seco) é de 85,2% (Baggio, 1988);
- ✓ Goma-resina — É importante fonte de goma-resina, extraída da casca, sendo aromática e conhecida por mástique. Esse resultado tem propriedades antitérmicas, homeostáticas e antitussígenas (Oliveira e Grotta, 1965);
- ✓ Madeira serrada e roliça — A madeira da aroeira-pimenteira é usada principalmente como mourões de cerca, já que é madeira de pouco valor comercial. Na região metropolitana de Curitiba-PR, é utilizável para cabos de ferramentas ou de utensílios domésticos (Baggio e Carpanezzi, 1998);
- ✓ Matéria tintorial — Um pigmento utilizado para tingir e fortalecer redes de pesca é extraído da casca;
- ✓ Óleo essencial — Da semente extrai-se óleo volátil, com atividade inseticida comprovada em *Musca domestica* (Saleh, 1988);
- ✓ Substância tanante — Apresenta até 10% de tanino na casca, utilizado localmente em curtume e no fortalecimento de redes de pesca (Rizzini e Mors, 1976).

2.4. Composição mineral de plantas e de frutos da aroeira

A aroeira é considerada como planta nativa de vários ecossistemas, percorrendo regiões do sul ao norte do Brasil, sendo perfeitamente adaptada a cada um desses ambientes (Lorenzi, 2002). Nesse contexto, a espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi apresenta-se como uma opção para a repovoação ou recuperação de áreas degradadas. Estados do sul, serrado e nordeste do Brasil vêm promovendo estudos de nutrição e fisiologia dessa planta, focando suas características necessárias para a sobrevivência em áreas degradadas, não sendo, nesse caso, levados em consideração outros aspectos, como a utilização de seus frutos para a comercialização (Lenzi e Orth, 2004; Duboc e Guerrini, 2007; Silva, 2007; Grisi, 2010; Bona et al., 2011). No entanto, alguns estados do país já possuem outros destinos mais nobres para a cultura da aroeira, visando à produção de frutos para a culinária ou extração de óleos essenciais, como o Estado do Rio de Janeiro e Espírito Santo, onde já se encontram plantios comerciais para essa finalidade (Cesário e Gaglianone, 2008). Contudo, nessa região, poucos estudos foram desenvolvidos no sentido de caracterizar a composição mineral de plantas e frutos e utilizar tais resultados com o propósito de aprimorar o manejo fitotécnico da cultura da aroeira e melhorar, ainda mais, a qualidade do produto colhido.

2.4.1. Visão geral da nutrição de plantas

As plantas, assim como outros seres vivos, possuem vários elementos químicos básicos em sua constituição, tais como carbono, hidrogênio e oxigênio, os quais podem ser obtidos da atmosfera ou diretamente da quebra das moléculas de água por meio da fotossíntese. Outros elementos necessários para completar o ciclo de vida das plantas são fornecidos normalmente por meio da solução do solo, onde os elementos químicos ficam dissociados e entram nas plantas pelo fluxo de massa (Kerbaui, 2012).

Dependendo da quantidade exigida de cada elemento para se completar o ciclo de vida de uma espécie vegetal, cada elemento é classificado como macro ou micronutriente nas ciências da nutrição mineral de plantas, de modo que os

macronutrientes são elementos exigidos em maiores quantidades e os microelementos exigidos em menores quantidades. Nessa perspectiva, elementos como o nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre são normalmente classificados como macronutrientes e elementos como o ferro, zinco, cobre, manganês, boro, cloro e molibdênio são classificados como micronutrientes (Taiz e Zeiger, 2013).

O suprimento inadequado de um desses nutrientes minerais resulta em distúrbios metabólicos, pois esses nutrientes têm papéis fundamentais no metabolismo vegetal; além disso, dependendo das espécies vegetais, alguns nutrientes são mais exigidos do que outros, como é o caso do cloro para a cultura do coco, em que tal elemento ganha as mesmas proporções de macronutrientes como o nitrogênio e potássio (Ouvrier, 1984; Valicheski et al., 2011).

Cada elemento possui suas funções no metabolismo dos vegetais: o nitrogênio é um elemento presente em todas as enzimas e proteínas, fazendo parte de aminoácidos. Além disso, esse é um elemento presente nas moléculas de clorofila junto com o magnésio; o fósforo está envolvido nas reações de transferência de energia e faz parte de moléculas energéticas, como o ATP e o NADPH; o potássio, entre outras funções, está relacionado ao balanço osmótico e hídrico das células, além de responder pelas trocas gasosas envolvendo a abertura e o fechamento estomático; o cálcio está relacionado a elementos estruturais, como paredes celulares, além de funções de sinalização dentro e fora das células vegetais; e o enxofre faz parte de moléculas importantes, como coenzimas, proteínas e aminoácidos (Malavolta, 2006).

Quanto à função dos microelementos, pode-se inferir que o molibdênio está relacionado à fixação do nitrogênio; o cobre e o zinco estão presentes na constituição de enzimas; o manganês e o boro às atividades de enzimas e integridade de membranas em várias organelas; o ferro relaciona-se à síntese de clorofila; e o cloro relaciona-se a osmose e equilíbrio iônico das células (Malavolta, 2006).

Ao relacionar a presença dos elementos presentes em cada órgão das plantas, é possível identificar a necessidade de cada elemento nos órgãos vegetais, como folhas, frutos, raízes e caule. Desse modo, a identificação das quantidades de elementos essenciais presentes nos órgãos vegetais torna-se uma ferramenta fundamental para a caracterização nutricional de uma espécie,

notadamente quanto aos teores de nutrientes em folhas, ferramenta já usual em espécies cultivadas. A aroeira, mesmo sendo uma planta conhecida há centenas de anos, apresenta-se como uma espécie cultivada ainda pouco conhecida no meio científico, com poucos relatos científicos caracterizando as diferentes partes das plantas e suas necessidades nutricionais.

A quantificação de nutrientes em frutos pode revelar a quantidade de elementos exportados de uma área de produção, dando ideia ao produtor da necessidade de reposição nutricional em lavouras comerciais adubadas. Além disso, a quantificação dos elementos em frutos pode revelar aspectos nutricionais desse órgão. Nesse caso, quanto à aroeira, que vem sendo produzida comercialmente e vendida como condimento alimentar, torna-se imprescindível o conhecimento da composição mineral de seus frutos. É importante ressaltar que, além do aspecto nutricional, os frutos de aroeira apresentam características especiais no tocante aos óleos essenciais presentes em seus frutos, os quais dão a essa planta características peculiares.

Os óleos essenciais presentes em plantas fazem parte de metabólitos secundários, assim como os presentes na aroeira, sendo influenciados pelas condições de cultivos, como estresses hídricos, luminosos ou por temperatura. Outros fatores também podem interferir na biossíntese dos metabólitos secundários, sendo a nutrição mineral um dos que merecem destaque. A deficiência ou o excesso de nutrientes podem promover maior ou menor produção de metabólitos secundários devido a estresses ou promoção de rotas alternativas; além disso, muitos elementos, como o enxofre, o fósforo e o nitrogênio, fazem parte da constituição de enzimas ou processos relacionados à geração de compostos secundários, como é o caso do enxofre e do fósforo, que fazem parte da rota secundária de produção de terpenos (rota do mevalonato), o mais abundante grupo de compostos secundários produzidos em plantas. Já o nitrogênio possui uma categoria específica de compostos secundários – os compostos nitrogenados – que têm o nitrogênio presente nas cadeias de compostos fenólicos, como a cocaína, nicotina, morfina e atropina (Taiz e Zeiger, 2013).

Dado o valor das informações geradas em análises químicas de frutos, folhas e solos cultivados em plantios comerciais de aroeira. Tais informações poderão contribuir fortemente para práticas de manejo e nutrição dessa planta

ainda pouco conhecida. O diagnóstico nutricional consiste em estabelecer padrões de nutrientes em folhas de uma determinada planta padrão com elevada produtividade, e assim utilizar tais teores para corrigir, desde análises de lavouras, as deficiências estimadas. Com base nessa comparação, é feito o diagnóstico do estado nutricional da planta (Fontes, 2001).

Para a aroeira não foram encontrados na literatura até o momento padrões de nutrientes foliares para serem utilizados como referências nos processos de manejo nutricional das lavouras cultivadas. Mesmo com poucas referências disponíveis, estudos realizados por Andrade e Boaretto (2012), pesquisando sobre a deficiência de macro e micronutrientes em aroeira na solução nutritiva, verificaram que a omissão de macronutrientes, ferro e manganês individualmente promoveu a redução do desenvolvimento das plantas e causou sintomas de deficiências visuais típicas desses elementos em plantas de modo geral, mostrando que a aroeira segue padrões conhecidos na nutrição mineral durante sua fase juvenil e, além disso, tais deficiências comprometeram o ganho de massa seca pelas plantas.

De acordo com Andrade e Boaretto (2012), a deficiência de nitrogênio em plantas jovens de aroeira foi a mais limitante entre todos os elementos faltantes em solução nutritiva, demonstrando o alto grau de dependência por tal elemento na sua fase juvenil. Nesse caso, a própria condição juvenil das plantas pode naturalmente exigir maiores quantidades de nitrogênio devido ao elevado índice de metabolismo e desenvolvimento vegetal (Engels e Marschner, 1995).

Plantas de aroeira que apresentam pontos necróticos no limbo dos folíolos podem estar relacionadas a deficiências de fósforo, cálcio, cobre ou manganês. Ademais, deficiências de micronutrientes como manganês e ferro em plantas de aroeira podem induzir sintomas de alterações no crescimento e nas raízes respectivamente, sendo a deficiência de manganês responsável pelo encurtamento dos nós da aroeira e a de ferro pelas alterações na coloração e pelo aumento do volume radicular e da matéria seca (Andrade e Boaretto, 2012). Fenômeno similar às alterações de coloração em raízes de plantas deficientes de ferro também já foi relatado por outros autores em relação às em plantas de goiaba (Salvador et al., 1999). De modo geral, deficiências nutricionais severas de elementos como N, P, K, Ca, Mg e B tendem a apresentar sintomas visuais em folhas de aroeira (Andrade e Boaretto, 2012).

Segundo Grisi (2010), a aroeira apresenta demandas nutricionais, na ordem decrescente, para macronutrientes N>Ca>K>Mg>P e para micronutrientes Fe>Zn>Mn>Cu. A ordem estabelecida por alguns autores deve ser entendida como um indicativo, de modo que a necessidade da cultura por todos ou alguns elementos pode variar de acordo com a idade da planta ou mesmo com as fases vegetativas e reprodutivas (Larcher, 2004).

2.4.2. Nutrientes em folhas

A folha é um dos órgãos mais importantes da planta, visto que é nesse órgão que reações fundamentais para a sobrevivência e o desenvolvimento dos vegetais ocorrem, como a conversão de luz em energia química, a carboxilação, as trocas gasosas, a fabricação de hormônios, entre outras funções vitais aos vegetais. Nesse sentido, esse órgão pode ser considerado como uma excelente referência do estado funcional das plantas, sendo ele, na maior parte das vezes, o material escolhido para diagnósticos do teor de minerais de uma planta. A relação entre os teores de nutrientes contidos nas plantas, no solo e suas relações com dados de produtividades, ou no caso de alguma substância desejada em maior quantidade como os óleos essenciais, pode fornecer informações necessárias a uma agricultura de precisão e direcionada à cultura desejada.

Os teores de nitrogênio encontrados em folhas podem variar bastante, dependendo das espécies vegetais envolvidas. Teores menores do que 30 g kg⁻¹ de folha podem ser observados em *Z. japonica* (grama esmeralda), *Coffea arabica* L. jovem (cafeeiro) e *Cocos nucifera* (coqueiro). Teores entre 30 e 50 g kg⁻¹ em folhas podem ser observados em plantas de *M. officinalis* (melissa), *M. piperita* (hortelã-pimenta), *Piper nigrum* (pimenta-do-reino), *Zea mays* (milho), *Phaseolus vulgaris* L. (feijão), *Glycine max* (soja). Já teores maiores do que 50 g/kg podem ser observados em plantas de *Solanum tuberosum* (batata) (Veloso et al., 2000; Blank et al., 2006; Goncalves et al., 2009; Backes et al., 2010; Coelho et al., 2010; Soratto et al., 2010; Sant'ana et al., 2010; Valicheski et al., 2011). A presença do nitrogênio é fundamental para os vegetais, pois tal elemento faz parte da constituição dos aminoácidos e das clorofilas, estando relacionados fortemente ao metabolismo vegetal.

Os teores de potássio encontrados em folhas de algumas plantas cultivadas podem variar de 15 a 30 g kg⁻¹ de folha, como os encontrados em folhas de *Cocos nucifera* (coqueiro), *Coffea arabica* L. (café), *M. officinalis* (melissa), *M. piperita* (hortelã-pimenta), *Piper nigrum* (pimenta-do-reino) e *Ricinus communis* L (mamona). Valores de potássio encontrados acima desses teores podem ser observados em folhas de *Glycine max* (soja) (Blank et al., 2006; Goncalves et al., 2009; Coelho et al., 2010; Soratto et al., 2010; Sant'ana et al., 2010; Valicheski et al., 2011; Prado et al., 2010; Lavres Jr. et al., 2005; Wadt et al., 2012).

Para os macronutrientes fósforo e enxofre é possível encontrar teores em folhas de *Cocos nucifera* (coqueiro), *Coffea arabica* L. (café), *M. officinalis* (melissa), *Piper nigrum* (pimenta-do-reino) na faixa de 2 a 3 g kg⁻¹ de folha. Ainda para o teor de fósforo nas folhas de *Ricinus communis* L (mamona), *Glycine max* (soja) e *M. piperita* (hortelã-pimenta), podem-se encontrar teores **acima de** 4 g kg⁻¹ de folha (Velooso et al., 2000; Blank et al., 2006; Goncalves et al., 2009; Coelho et al., 2010; Soratto et al., 2010; Sant'ana et al., 2010; Valicheski et al., 2011; Prado et al., 2010; Lavres Jr. et al., 2005; Wadt et al., 2012).

Os teores de cálcio em folhas como as de melissa, menta, mamona, soja e pimenta-do-reino podem variar de 10 a 20 g kg⁻¹ de folha. Folhas de café arábica e de coqueiro podem apresentar valores menores de cálcio em folhas. Já o teor de magnésio em folhas das espécies citadas pode variar de 1 a 10 g kg⁻¹ de folha (Blank et al., 2006; Goncalves et al., 2009; Coelho et al., 2010; Soratto et al., 2010; Sant'ana et al., 2010; Valicheski et al., 2011; Prado et al., 2010; Lavres Jr. et al., 2005; Wadt et al., 2012).

Os teores de micronutrientes encontrados podem variar conforme os nutrientes na faixa de 80 a 260 mg kg⁻¹ para o manganês (plantas de coco, soja, pimentão e pimenta-do-reino); 90 a 340 mg kg⁻¹ para o ferro (coco, melissa, menta, soja, pimentão e pimenta-do-reino); 3 a 12 mg kg⁻¹ para o cobre (coco, soja, pimentão e pimenta-do-reino); 13 a 80 mg kg⁻¹ para o zinco (coco, melissa, menta, soja, pimentão e pimenta-do-reino); e 54 a 122 mg kg⁻¹ para o boro (melissa, menta, soja e pimentão) (Blank et al., 2006; Goncalves et al., 2009; Coelho et al., 2010; Soratto et al., 2010; Sant'ana et al., 2010; Valicheski et al., 2011; Prado et al., 2010; Lavres Jr. et al., 2005; Wadt et al., 2012).

Alguns estudos sobre a nutrição da aroeira já foram realizados em plantas juvenis em solução nutritiva, de modo que foram observados teores de nitrogênio nas folhas na faixa de 10 a 28 g kg⁻¹ de folha (Andrade e Boaretto, 2012), valores similares foram relatados em outras espécies, como *Z. japonica*, *Coffea arabica* L. jovens e *Cocos nucifera* (Goncalves et al., 2009; Blank et al., 2006). Quando comparados os teores de nitrogênio existentes em folhas de aroeira em relação a espécies como *Solanum tuberosum* (acima de 50 g kg⁻¹ de folha), tais teores podem ser relativamente baixos (Coelho et al., 2010).

Teores de potássio encontrados em folhas de plantas cultivadas em solução nutritiva apresentaram valores na faixa de 4 a 31 g kg⁻¹ de folha (Andrade e Boaretto, 2012) e valores semelhantes aos observados em outras espécies, como *Cocos nucifera*, *Coffea arabica* L., *M. officinalis*, *M. piperita*, *Piper nigrum* e *Ricinus communis* L, no entanto, considerados baixos quando comparados a *Glycine max* (Blank et al., 2006; Goncalves et al., 2009; Coelho et al., 2010; Soratto et al., 2010; Sant'ana et al., 2010; Valicheski et al., 2011; Prado et al., 2010; Lavres Jr. et al., 2005; Wadt et al., 2012).

Para os teores de fósforo, enxofre e magnésio encontrados em folhas de aroeira cultivadas em solução nutritiva, verificaram-se faixas de 1,2 a 5 g kg⁻¹ para fósforo, 1,4 a 3,4 g kg⁻¹ para enxofre e 0,9 a 3,7 g kg⁻¹ para magnésio (Andrade e Boaretto, 2012). Valores similares para várias outras espécies também se encontram próximos a essa faixa, como *Cocos nucifera*, *Coffea arabica* L., *M. officinalis*, *Piper nigrum*, *Ricinus communis* L, *Glycine max* e *M. piperita* (Blank et al., 2006; Goncalves et al., 2009; Coelho et al., 2010; Soratto et al., 2010; Sant'ana et al., 2010; Valicheski et al., 2011; Prado et al., 2010; Lavres Jr. et al., 2005; Wadt et al., 2012).

Os níveis de cálcio em plantas de aroeira cultivadas em solução nutritiva variaram de 4 a 15 g kg⁻¹ (Andrade e Boaretto, 2012). Valores semelhantes podem ser observados em folhas de outras espécies, como as de *Cocos nucifera*, *Coffea arabica* L., *M. officinalis*, *M. piperita*, *Piper nigrum* e *Ricinus communis* L e *Glycine max* (Blank et al., 2006; Goncalves et al., 2009; Coelho et al., 2010; Soratto et al., 2010; Sant'ana et al., 2010; Valicheski et al., 2011; Prado et al., 2010; Lavres Jr. et al., 2005; Wadt et al., 2012).

Estudos relacionados a deficiências nutricionais em aroeira em solução nutritiva puderam revelar que o cálcio é um dos elementos mais importantes junto

com o nitrogênio e o potássio, de modo que as interações de deficiências entre o potássio e o cálcio alteram significativamente os níveis de absorção de cada um desses elementos, como plantas de aroeira com deficiência de potássio, absorvem 33% mais cálcio do que uma planta suprida com todos os nutrientes, assim como uma planta de aroeira deficiente em cálcio responde semelhantemente quanto à absorção de potássio, mostrando uma relação de compensação osmótica e iônica entre esses dois elementos para essa espécie (Andrade e Boaretto, 2012).

O efeito da exigência de cálcio em aroeira pôde ser observado por outros autores, quando compararam os teores de cálcio de folhas dessa espécie com outros fitoterápicos, como artemísia, cainca, camará e poejo, nos quais os níveis de cálcio foram superiores em mais do que o dobro dos valores contidos nessas plantas (Lopes et al., 2002).

Com relação aos micronutrientes presentes em folhas de aroeira cultivadas em solução nutritiva, foram observados por Andrade e Boaretto (2012) valores de 9 a 25 mg kg⁻¹ de boro; 3 a 5,6 mg kg⁻¹ de cobre; 122 a 358 mg kg⁻¹ de ferro; 16 a 43 mg kg⁻¹ de manganês; e 15 a 25 mg kg⁻¹ de zinco.

De modo geral, os resultados de análises foliares encontrados em pesquisas com aroeira para macro e micronutrientes seguem um mesmo padrão dos níveis citados anteriormente, independente da idade das plantas (Caldeira et al., 2007; Caldeira et al., 2006; Grisi, 2010).

2.4.3. Nutrientes em frutos

Na maioria das vezes, as características de um fruto, desde características sensoriais até nutricionais ou de produção de compostos secundários, respondem grandemente ao equilíbrio nutricional dos macro e micronutrientes disponíveis para as plantas, sendo esse um dos fatores de maior influência em tais características, pois esses elementos regulam processos fisiológicos e bioquímicos dos tecidos vegetais. Sendo assim, a deficiência de qualquer um desses elementos pode não somente causar alterações nas características nutricionais ou sensorial, mas também causar desordens fisiológicas que contribuem para o aparecimento de defeitos nos produtos pós-colheita (Chitarra e Chitarra, 2005).

Elementos como o potássio, cálcio, nitrogênio e o enxofre podem afetar características específicas dos frutos, a saber: o nitrogênio em excesso é responsável por reduzir o teor de vitamina C e a rigidez das paredes celulares; o cálcio, ao contrário, eleva tal rigidez, formando pectato de cálcio, material insolúvel; o potássio está relacionado ao teor de sólidos solúveis; e o enxofre, junto com o nitrogênio, faz parte de rotas de metabólitos secundários e proteínas (Chitarra e Chitarra, 2005; Taiz e Zeiger, 2013).

Os nutrientes em frutos, assim como em folhas, podem variar de acordo com as espécies envolvidas. Esse fato torna-se ainda mais notável mediante as grandes diferenças existentes quanto aos volumes e às composições pertencentes a cada espécie vegetal.

Estudos realizados por Marcussi e Boas (2003) demonstraram que os teores de vários elementos essenciais presentes em frutos, notadamente micronutrientes, na cultura do pimentão, sofrem variações com a idade da planta, ou seja, uma análise química de um fruto é fortemente influenciada pelo estágio fisiológico da uma espécie, seja pelas variáveis climáticas, **pelos** tratos culturais, seja mesmo pela idade fisiológica das plantas. Esses mesmos autores observaram variações de 18 a 43 mg kg⁻¹ nos teores de boro; de 5 a 21 mg kg⁻¹ nos de cobre; de 55 a 161 mg kg⁻¹ nos de ferro; de 15 a 50 mg kg⁻¹ nos de manganês; de 21 a 60 mg kg⁻¹ nos de zinco.

Estudos que envolvem análises químicas de frutos de aroeira referem-se, em sua maioria, a extratos de óleos de frutos para pesquisas voltadas para princípios ativos presentes e seus metabólitos secundários. Nesse sentido, pouco se sabe com relação ao fruto intacto, às suas características nutricionais e suas relações com o ambiente de cultivo. Um dos poucos trabalhos preliminares encontrados sobre o assunto foi o realizado por Zanetti et al. (2012), em que foram observados teores de nutrientes em frutos adquiridos em feiras populares do município de São Matheus, estado do Espírito Santo. Esses autores encontraram, nos frutos da aroeira, valores de potássio de 13,53 mg g⁻¹; de magnésio de 1,3 mg g⁻¹; de ferro de 172 µ g⁻¹; de zinco de 36 µ g⁻¹; de manganês de 14 µ g⁻¹; e de cobre de 7,65 µ g⁻¹.

Os estudos promovidos até o momento sobre a nutrição da aroeira, em sua grande maioria, estão relacionados com o desenvolvimento dessa espécie voltada para o reflorestamento ou a recuperação de áreas degradadas, não sendo

apresentados estudos com vistas à produção de frutos para a comercialização ou manutenção de plantios comerciais, até porque poucos Estados brasileiros, como o Rio de Janeiro e o Espírito Santo, possuem agricultores que invistam na implantação de lavouras de aroeira. Esse foco é único e inovador, sendo um dos princípios desta pesquisa. Essa demanda intensifica-se quando diz respeito ao monitoramento nutricional de uma lavoura comercial, sendo de suma importância para a nova atividade econômica em algumas regiões.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da região de avaliação

O levantamento de dados para esta pesquisa ocorreu no município de São Mateus, localizado no norte do Estado do Espírito Santo, nas comunidades denominadas de Nativo e Palmitinho. O município de São Mateus está situado em 18°42'58" de latitude sul e 39°51'21" de longitude oeste, com 36 m de altitude média. Possui uma área territorial de 2343 km² e uma população de 109.067 habitantes (IBGE, 2010). O clima da região é tropical AW, segundo a classificação climática de Köppen. A região caracteriza-se pela irregularidade das chuvas e ocorrência de elevadas temperaturas com inverno seco. Na localidade de Nativo (41°99'51" de latitude e 79°05'01" de longitude), foram visitadas oito propriedades e, na comunidade de Palmitinho (40°48'00" de latitude sul e 79°03'82" de longitude oeste), foram visitadas cinco propriedades.

Esta pesquisa ocorreu de forma exploratória em plantações já estabelecidas de agricultores familiares que cultivam a aroeira, na maior parte dos casos como uma fonte alternativa de renda e diversificação das atividades das propriedades ou mesmo como atividade principal.

Os produtores visitados durante esta pesquisa foram caracterizados da seguinte forma:

Produtor 1 — Pertence à comunidade de Palmitinho, com propriedade de 1 ha a 5 ha plantados com aroeira, com manejo adotado de espaçamento 6 m x 5 m e início do plantio em 2011;

Produtor 2 — Pertence à comunidade de Palmitinho, com propriedade de 4,5 ha a 3 ha plantados com aroeira, com manejo adotado de espaçamento 6 m x 5 m e início do plantio em 2011;

Produtor 3 — Pertence à comunidade de Palmitinho, com propriedade de 2 ha a 1 ha plantado com aroeira, com manejo adotado de espaçamento 6 m x 6 m e início do plantio não informado;

Produtor 4 — Pertence à comunidade de Palmitinho, com propriedade de 25 ha a 2 ha plantados com aroeira, com manejo adotado de espaçamento 5 m x 5 m e início do plantio em 2006;

Produtor 5 — Pertence à comunidade de Palmitinho, com propriedade de 5 ha e 1 ha plantado com aroeira, com manejo adotado de espaçamento 4 m x 4 m e início do plantio em 2010;

Produtor 6 — Pertence à comunidade de Nativo, com propriedade de 24 ha e 5 ha plantados com aroeira, com manejo adotado de espaçamento 5 m x 5 m e início do plantio em 2004;

Produtor 7 — Pertence à comunidade de Nativo, com propriedade de 10 ha e 4 ha plantados com aroeira, com manejo adotado de espaçamento 6 m x 6 m e início do plantio em 2006;

Produtor 8 — Pertence à comunidade de Nativo com propriedade de 5ha e 4 ha plantados com aroeira, com manejo adotado de espaçamento 6 m x 5 m e início do plantio em 2005;

Produtor 9 — Pertence à comunidade de Nativo, com propriedade de 5 ha e 2 ha plantados com aroeira, com manejo adotado de espaçamento 7 m x 7 m e início do plantio em 2009;

Produtor 10 — Pertence à comunidade de Nativo, com propriedade de 3 ha e 2,5 ha plantados com aroeira, com manejo adotado de espaçamento 6 m x 6 m e início do plantio em 2010;

Produtor 11 — Pertence à comunidade de Nativo, com propriedade de 2,5 ha e 2 ha plantados com aroeira, com manejo adotado de espaçamento 7 m x 6 m e início do plantio em 2010;

Produtor 12 — Pertence à comunidade de Nativo, com propriedade de 4,8 ha e 4 ha plantados com aroeira, com manejo adotado de espaçamento 8 m x 8 m e início do plantio em 2002;

Produtor 13 — Pertence à comunidade de Nativo com propriedade de 5 ha e 4 ha plantados com aroeira, com manejo adotado de espaçamento 6 m x 6 m e início do plantio em 2009.

3.2. Caracterização e avaliação das plantas de aroeira

As avaliações quantitativas foram realizadas em todas as propriedades, de forma que, em cada propriedade visitada, foram amostradas dez plantas de forma aleatória, as quais foram marcadas pontualmente via GPS (Global Positioning System).

As avaliações quantitativas realizadas nas plantas amostradas foram altura da planta, produtividade por planta, diâmetro do tronco a 20 cm do solo, peso de cem sementes, análise química dos frutos e da folha (micro e macronutrientes), teor de óleos nas sementes e análise química mineral dos solos de cada aroeira avaliada.

Para todas as avaliações quantitativas e qualitativas, foi feita uma única coleta em 2013. As avaliações de altura das plantas, peso de cem sementes, diâmetro do caule a 20 cm do solo e produtividade (kg/planta) foram realizadas em maio, e, após a avaliação, as posições geográficas das plantas foram marcadas via GPS. As coletas de folhas para as análises químicas foram realizadas em outubro, após a rebrotação decorrente da poda pós-colheita.

3.3. Determinação de nutrientes em folhas e frutos da aroeira

Foram coletadas amostras foliares nas plantas adultas um mês antes da frutificação das plantas (outubro/2013). Coletaram-se folhas totalmente expandidas, do terço médio de ramos da região central das plantas. O material vegetal foi acondicionado em sacos de papel devidamente identificados e submetido à secagem em estufa de circulação de ar forçada, a 40°C. Após a secagem, o material foi pesado para obtenção da massa da matéria seca das

folhas velhas, novas e raízes. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho do tipo Willey, e o material moído foi acondicionado em frascos hermeticamente fechados e identificados.

Para a determinação dos teores de N, o material vegetal seco, moído e submetido à digestão sulfúrica, no qual o nitrogênio foi determinado pelo método de Nessler (Jackson, 1965), os outros nutrientes P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Zn, Mn e Cu foram quantificados utilizando-se o plasma (ICPE-9000), marca Shimadzu®, após digestão com HNO₃ concentrado e H₂O₂ em sistema de digestão aberta. Condições do ICP: gás plasma 8,0 L min⁻¹, gás auxiliar 0,70 L min⁻¹ e gás carreador 0,55 L min⁻¹ (Peters, 2005).

3.4. Análise do solo na projeção da copa da aroeira

Para as análises de solo, foram realizadas as seguintes análises químicas do solo: pH em água, (solo: água = 1:2,5); fósforo disponível, extraído com solução de Mehlich I (HCl 0,05M + H₂SO₄ 0,0125M) na relação solo: solução 1:10 e determinado por colorimetria; potássio extraído com solução de Mehlich I e determinado por fotometria de chama; cálcio e magnésio trocáveis, extraídos com KCl 1M na relação solo: solução 1:10 e determinados pelo método de espectrofotometria de absorção atômica (EMBRAPA, 2007).

3.5. Determinação de óleos essenciais em frutos da aroeira

O óleo essencial foi extraído de 100 g de frutos frescos pelo método de hidrodestilação, de acordo com o método empregado pela AOAC (1992), utilizando-se aparelho Clevenger (Marconi®, Modelo MA 553/2000), por um período de três horas, após o início da condensação. Após a extração, o óleo essencial obtido foi retirado com auxílio de pipeta graduada; em seguida, foi determinada a massa do óleo essencial obtido. O material foi armazenado em frasco de vidro envolto em papel alumínio e mantido sob refrigeração.

Coletaram-se amostras de três plantas por produtor para realizar a determinação de óleos essenciais nos frutos da aroeira.

3.6. Análises estatísticas

Para a seleção das unidades amostrais que foram analisadas, foi utilizado o método da amostragem simples ao acaso e realizada a amostragem aleatória simples. Assim, foram selecionados treze produtores de duas regiões e dez plantas ao acaso, um total de 130 amostras, para o estudo das características ou variáveis aleatórias de composição do solo e das folhas. As análises estatísticas foram realizadas de acordo com recomendações de Cruz (2013), Härdle e Simar (2003), Rencher (2002), López e Hidalgo (1994) e Kaiser (1960).

$$\bar{Y}_{(ij)} = \frac{\sum_{k=1}^{n_{ij}} y_{ijk}}{n_{ij}}$$

$\bar{Y}_{(ij)}$ = média da amostra da característica i e linhagem j.

$$s_{ij}^2 = \frac{\sum_{k=1}^{n_{ij}} y_{ijk}^2 - \frac{\left(\sum_{k=1}^{n_{ij}} y_{ijk}\right)^2}{n_{ij}}}{n_{ij} - 1}$$

s_{ij}^2 = variância da amostra da característica i e linhagem j

n_{ij} = tamanho da amostra simples ao acaso para a característica i e linhagem j

O dimensionamento amostral para cada variável aleatória de solo e folha foi obtido conforme o nível de significância de 5% e o desvio de 10% em torno da média da amostra de cada uma das variáveis de solo e folha, considerando as 130 observações já mencionadas.

$$n_{ijcat} = \frac{t_{tab}^2 * s_{ij}^2}{d_{ij}^2}$$

Para: $d_{ij} = 0,10 * \bar{y}_{ij}$

A amostra é significativa se cada $n_{ij} \geq n_{ijcat}$

Posteriormente, a análise para a obtenção dos intervalos de confiança, também **em** nível de significância de 5%, de cada variável aleatória, foi feita em cada uma das regiões produtoras. Essa análise permite a comparação das regiões, por intervalo de confiança, **em** nível de 5% de significância.

$$\bar{y}_{ij} - t_{tab} \sqrt{\frac{S_{ij}^2}{n_{ij}}} \leq \bar{Y}_{ij} \leq \bar{y}_{ij} + t_{tab} \sqrt{\frac{S_{ij}^2}{n_{ij}}}$$

$$t_{tab} = t_{\left(\frac{\alpha}{2}\right)}(n_{ij} - 1)gl$$

Os intervalos de confiança da média populacional permitem que se façam exercícios para N_{ij} , em que N_{ij} = tamanho da população infinita e que pode ser tratada como população infinita ($n_{ij} < 0,05 N_{ij}$)

$$Y_{ij} = N_{ij} * \bar{Y}_{ij}$$

$$N_{ij} \left(\bar{y}_{ij} - t_{tab} \sqrt{\frac{S_{ij}^2}{n_{ij}}} \right) \leq Y_{ij} \leq N_{ij} \left(\bar{y}_{ij} + t_{tab} \sqrt{\frac{S_{ij}^2}{n_{ij}}} \right)$$

$$\bar{Y}_{ij} - t_{tab} N_{ij} \sqrt{\frac{S_{ij}^2}{n_{ij}}} \leq Y_{ij} \leq \bar{Y}_{ij} + t_{tab} N_{ij} \sqrt{\frac{S_{ij}^2}{n_{ij}}}$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise química do solo cultivado com aroeira

Ao analisar os dados coletados, em todos os casos as amostras foram representativas de populações infinitas, permitindo assim a inferência no tipo de solo utilizado nas regiões do município de São Matheus, no Estado do Espírito Santo, para o plantio da aroeira.

Após as análises, considerando todas as amostras e admitindo a representatividade de populações infinitas de produtores, foram feitos os cortes por região para a obtenção dos intervalos de confiança para as características de solos em ambas as regiões estudadas (Palmitinho e Nativo), **em** nível de 5% de significância.

Ao analisar o Quadro 1, pode-se observar que houve superposição entre os intervalos de confiança das características de solo: fósforo, potássio, alumínio, soma de bases, zinco e manganês. Esse fato leva a concluir, com 95% de confiança, que as médias populacionais dessas características são estatisticamente equivalentes.

Os níveis de fósforo e de potássio encontrados nos solos sob a projeção das copas de aroeira, nos plantios comerciais, de ambas as regiões estudadas, estão presentes em um mesmo intervalo de confiança e revelam que, apesar de os produtores adotarem diferentes práticas culturais, como adubações, espaçamentos, idade das plantas ou outros fatores ligados à condução do plantio,

não vêm influenciando os níveis de tais elementos nos solos. Vale ressaltar que, apesar de não haver variações significativas para os níveis desses elementos no solo entre as regiões produtoras e conseqüentemente na influência das práticas adotadas, é de conhecimento geral que práticas como adubação adequada podem alterar os níveis de estoque de nutrientes nos solos; no entanto, os produtores em estudo não promovem uma adubação específica ou completa para a aroeira, até porque ainda não existe uma recomendação própria para essa espécie cultivada.

Quadro 1. Intervalos de confiança para as características de solo cultivadas com aroeiras plantadas nas comunidades de Palmitinho e Nativo, pertencentes ao município de São Matheus–ES

Característica	Total n =130*		Palmitinho n=50*		Nativo n=80*	
	L.I.*	L. S.*	L.I.*	L.S.*	L. I.*	L.S.*
pH em água	5,66	5,90	5,45	5,68	5,73	6,10
Fósforo (mg dm ⁻³)	4,03	4,59	3,69	4,40	4,08	4,87
Potássio (mg dm ⁻³)	49,31	55,27	43,80	52,31	50,87	59,00
Sódio (mg dm ⁻³)	10,75	12,43	5,57	7,272	14,29	15,36
Cálcio (mg dm ⁻³)	2,00	2,67	0,85	1,27	2,68	3,59
Magnésio (mg dm ⁻³)	0,40	0,52	0,19	0,27	0,53	0,69
Alumínio (mg dm ⁻³)	0,29	0,33	0,27	0,34	0,29	0,33
H + Al (mg dm ⁻³)	1,90	2,21	2,01	2,46	1,74	2,15
CTC a pH 7 (T)	5,10	5,63	3,54	4,29	6,09	6,45
Matéria orgânica (%)	2,01	2,17	1,70	1,99	2,15	2,34
Zinco (mg dm ⁻³)	1,20	1,56	1,25	1,71	1,06	1,57
Ferro (mg dm ⁻³)	104,40	113,23	77,67	91,61	121,51	126,26
Manganês (mg dm ⁻³)	3,45	4,23	3,07	4,37	3,41	4,43
Cobre (mg dm ⁻³)	0,42	0,55	0,16	0,29	0,55	0,73
Boro (mg dm ⁻³)	0,29	0,37	0,19	0,26	0,34	0,45

*n – Corresponde ao número de amostras coletadas; L.I. – Limite Inferior; L.S. – Limite Superior, ambos em nível de significância de 5%.

Ainda quanto às características de solo relacionadas ao Quadro 1, o pH, os teores de sódio, o cálcio, o magnésio, o ferro, o cobre, o boro e a matéria orgânica, a CTC efetiva e a pH 7, a saturação por base e a saturação por ácido, nota-se que não há superposição entre os intervalos de confiança, o que leva a afirmar com 95% de confiança que as médias populacionais não são estatisticamente equivalentes, porém responsáveis por caracterizar as duas regiões de produção de aroeira no município de São Matheus, no Espírito Santo.

Ao relacionar os níveis dos macronutrientes cálcio e magnésio entre as regiões (Quadro 1), é possível perceber que os níveis de tais elementos são significativamente superiores nos solos cultivados nas propriedades da região de Nativo, quando comparados aos da região de Palmitinho. Esse fato também se repete quanto aos níveis de ferro, cobre e boro, revelando um solo aparentemente mais fértil na região de Nativo.

Outros fatores de relevância observados no Quadro 1 dizem respeito ao teor de matéria orgânica e ao pH do solo, ambos com maiores médias em propriedades da região de Nativo. Com relação à matéria orgânica, é sabido que sua presença no solo favorece a vida microbiana, além de melhorar as características físicas e químicas dos solos, culminando em um solo mais propício ao cultivo bem-sucedido (Kratz, 2011). Com relação ao pH, uma faixa de pH mais próxima de 6,0 favorece a disponibilidade de uma faixa maior de nutrientes para as culturas (Taiz e Zeiger, 2013). Tanto a matéria orgânica quanto o pH dos solos das propriedades da região de Nativo apresentam melhores condições de desenvolvimento para as culturas da aroeira.

O sódio também apresentou maiores níveis nas propriedades da região de Nativo. Trata-se de um elemento, por vezes benéfico, usado parcialmente sob deficiências de potássio (Taiz e Zeiger, 2013), por vezes problemático, usado em excesso, promovendo a salinidade dos solos e causando desequilíbrio osmótico além de inatividade fisiológica de íons essenciais para as plantas (Verslues et al., 2006; Silva et al., 2008).

4.2. Crescimento e produção da aroeira

O registro das características das plantas de aroeira, com um número relevante de amostragem, poderá servir de base para outras pesquisas futuras, tendo tais dados como um indicativo das principais características vegetativas e produtivas dessa espécie (Quadro 2).

A caracterização quanto ao crescimento e à produção das plantas de aroeira em duas regiões produtoras no município de São Mateus–ES (Quadro 2) apresentou características de produtividade, área ocupada por planta, produção por planta, diâmetro do tronco, altura das plantas e peso de cem sementes, sem superposição entre os intervalos de confiança, o que leva a afirmar com 95% de

confiança que as médias populacionais não são estatisticamente equivalentes. Essas variáveis caracterizam ambas as áreas de produção.

Quadro 2. Intervalos de confiança para as características de produtividade por planta, diâmetro do tronco, altura da planta e peso de 100 sementes de aroeiras plantadas nas comunidades de Palmitinho e Nativo, pertencentes ao município de São Matheus–ES

Característica	Total n=130*		Palmitinho n=50*		Nativo n=80*	
	L.I.*	L. S.*	L.I.*	L.S.*	L. I.*	L.S.*
Produtividade (kg ha ⁻¹)	1278,00	1356,00	980,00	1115,00	1407,00	1457,00
Área ocupada por planta (m ²)	33,25	37,21	25,48	29,32	37,64	42,61
Produção por planta (kg)	4,26	5,04	2,50	3,27	5,29	6,21
Diâmetro do tronco (cm)	30,00	35,91	16,57	18,92	37,65	44,80
Altura da planta (cm)	252,50	274,20	200,50	226,70	283,10	305,90
Peso de 100 sementes (g)	2,92	3,04	3,04	3,22	2,81	2,96

*n – Corresponde ao número de amostras coletadas; L.I. – Limite Inferior; L.S. – Limite Superior, ambos em nível de significância de 5%.

Com base nos dados apresentados no Quadro 2, já é possível perceber a influência dos diferentes teores de elementos, como o cálcio, o magnésio, o ferro, o cobre, o boro, a matéria orgânica e o pH do solo das lavouras, pertencentes à comunidade de Nativo, onde tais elementos e condições químicas se apresentam superiores com consequências diretas no desenvolvimento vegetativo e na produção da aroeira cultivada nessas regiões.

A característica de produção por planta é uma das mais importantes entre os produtores de aroeira, pois diz respeito ao produto final de comercialização. Nesse sentido, é possível observar, no Quadro 2, que tanto a produção por planta quanto a produtividade das propriedades pertencentes à comunidade de Nativo são mais elevadas, mesmo que os espaçamentos adotados (área ocupada por planta) pelos produtores da comunidade de Palmitinho sejam mais adensados, ocupando maior número de plantas por hectare.

Em relação ao peso de cem sementes, a comunidade de Palmitinho apresentou maiores médias para os intervalos de confiança (Quadro 2), seguindo um padrão conhecido para a relação de produtividade e o peso unitário de frutos na agricultura, pois, quanto mais frutos uma planta produz, menores são os pesos de cada fruto (Scarpate Filho et al., 2000). Essa inversão de valores não foi

proporcional, ocasionando uma maior produtividade na região de Nativo, mesmo com frutos mais leves.

Apesar de a aroeira, no ambiente natural, apresentar altura até 15 metros (Lenzi e Orth, 2004) em condições de cultivo, a altura das plantas atinge pouco mais de três metros, devido principalmente à prática de poda após as colheitas dos frutos. De acordo com Souza (2012), plantas de aroeira em diferentes áreas de reserva natural no sul do país apresentaram tamanho variando de 4m a 10m de altura. Em qualquer um desses estudos, a aroeira é considerada uma espécie de reflorestamento ou vegetação nativa, não sendo explorada agronomicamente como espécie cultivada.

Para o diâmetro de plantas, este trabalho constatou médias de intervalo de confiança entre 30 cm e 35,9 cm. Estudos promovidos por Souza (2012) observaram, na maioria dos casos (quinze plantas amostradas, das quais cinco em dada região de reserva do sul do país), diâmetros de plantas (DAP) de 20 cm a 85 cm; no entanto, apresentou indivíduo atingindo marcas de 150 cm.

Quanto à produtividade da aroeira, não há muitos relatos científicos sobre a produção de frutos; mas, Souza (2012) constatou variação na produção de flores em diferentes ambientes de desenvolvimento dessa espécie, culminando em diferentes produtividades por planta. Nesse estudo, foi observado, que em determinadas regiões, algumas plantas produziram mais flores e mais frutos (até 3,5 kg planta⁻¹) do que em outras (até 0,7 kg planta⁻¹), mostrando a relevância dos diferentes ambientes na fisiologia das plantas.

Os resultados desta pesquisa revelam índices de produção entre 4 e 5 kg planta⁻¹ em lavouras cultivadas com aroeira, valores bem superiores aos apresentados por Souza (2012) para plantas em sistema nativo de plantio. Nesse sentido, percebe-se que, por mais despadronizados que pareçam os plantios comerciais do município de São Mateus, tratos culturais adotados por todos os produtores dessa região, como plantio específico da cultura (não extrativismo), sistemas de podas após a colheita, adubações, controles de plantas daninhas, pragas e doenças, e por mais precários que sejam os manejos, aparentemente já surtem efeitos no ganho de produtividade dessa cultura para essas regiões.

4.3. Nutrientes minerais em folhas da aroeira

Ao analisar os intervalos de confiança dos níveis de nutrientes em folhas das duas regiões de cultivo com aroeira no município de São Mateus–ES, é possível observar no Quadro 3, nos intervalos de confiança das duas regiões, a sobreposição entre os níveis de nitrogênio, fósforo, potássio, manganês, zinco e boro. Para esses elementos, é possível afirmar, com 95% de confiança, que suas médias são estatisticamente iguais, mostrando que as características que diferem dos ambientes de cultivo pouco interferiram nos níveis foliares de tais elementos, havendo pouca variação entre as regiões de cultivo.

Quadro 3. Intervalos de confiança para os nutrientes em folhas de aroeiras plantadas nas comunidades de Palmitinho e Nativo, pertencentes ao município de São Matheus–ES

Nutrientes	Total n=130*		Palmitinho n=50*		Nativo n=80*	
	L.I.*	L. S.*	L.I.*	L.S.*	L. I.*	L.S.*
N (g kg ⁻¹)	20,149	21,225	20,661	22,433	19,474	20,825
P (g kg ⁻¹)	1,387	1,505	1,390	1,552	1,346	1,514
K (g kg ⁻¹)	15,247	16,353	15,043	16,835	14,984	16,441
Ca (g kg ⁻¹)	13,385	15,455	9,696	11,432	15,457	18,203
Mg (g kg ⁻¹)	2,724	3,053	2,120	2,440	3,056	3,482
S (g kg ⁻¹)	3,727	4,318	2,314	2,724	4,633	5,290
Cu (mg kg ⁻¹)	5,919	6,536	4,556	5,380	6,677	7,354
Fe (mg kg ⁻¹)	79,00	89,79	61,02	72,120	88,340	102,72
Mn (mg kg ⁻¹)	64,715	76,346	57,178	70,750	66,102	83,167
Zn (mg kg ⁻¹)	15,128	17,530	12,848	17,838	15,707	18,183
B (mg kg ⁻¹)	26,105	29,201	27,245	33,417	24,375	27,583

*n – Corresponde ao número de amostras coletadas; L.I. – Limite Inferior; L.S. – Limite Superior, ambos em nível de significância de 5%.

Todavia, não há sobreposição entre os intervalos de confiança para os níveis foliares de cálcio, magnésio, enxofre, cobre e ferro. Com isso, em nível de 95% de confiança, é possível afirmar que suas médias são diferentes, ainda que essas características individualizem as duas regiões. Esse fato revela que para esses elementos as diferentes condições de cultivo afetaram seus níveis foliares (Quadro 3).

Tomando como base as discussões feitas anteriormente, é possível inferir que os níveis foliares de Ca, Mg, S, Cu e Fe são elementos mais variáveis em seus níveis foliares de acordo com as diferentes regiões de cultivo quando comparados a elementos como N, P, K, Mn, Zn e B (Quadro 3). No entanto, vale relatar que as lavouras presentes em ambas as regiões não são manejadas corretamente, notadamente quanto à adubação, pois, de acordo com entrevista pessoal aos produtores, as adubações, quando feitas, são somente nitrogenadas. Levando esse fato em consideração, pode-se dizer que os fatores responsáveis pela diferenciação das duas regiões de cultivo com aroeira são derivados principalmente das diferentes condições edáficas, notadamente para uma maior fertilidade dos solos na região de Nativo, onde apresentou, além de uma maior quantidade de matéria orgânica, maiores níveis nos solos para elementos como Ca, Mg, Fe, Cu e B (Quadro 1).

Os teores de nitrogênio foliar observados neste estudo para a aroeira encontram-se na faixa de 20 a 21 g kg⁻¹ de N (Quadro 3). Esses valores são próximos aos observados em outras espécies, como *Z. japonica*, *Coffea arabica* L. jovem e *Cocos nucifera* (Goncalves et al., 2009; Backes et al., 2010; Valicheski et al., 2011). Estudo promovido por Grisi (2010) indica valores médios de teores de nitrogênio em folhas de aroeira em torno de 18 g kg⁻¹, com variação de 6,7 g kg⁻¹.

Os teores foliares de potássio observados neste estudo variaram de 15 a 16 g kg⁻¹ (Quadro 3), valores muito acima dos observados por Grisi (2010), que constatou valores máximos de 6,8 g kg⁻¹. Vale ressaltar que as plantas amostradas por Grisi (2010) possuíam 2 anos de idade e não pertenciam a áreas de plantios comerciais.

Os teores de fósforo encontrados em folhas de aroeira mostraram-se na faixa de 1,4 a 1,5 g kg⁻¹ (Quadro 3), valores bem abaixo dos observados por Grisi (2010), que constatou valores médios próximos de 4 g kg⁻¹ em plantas de 2 anos de idade. Outras espécies cultivadas também apresentaram teores de fósforo na folha similares a esses valores, como *Cocos nucifera*, *Coffea arabica* L., *M. officinalis*, *Piper nigrum* (Veloso et al., 2000; Blank et al., 2006; Goncalves et al., 2009; Valicheski et al., 2011). Os teores de enxofre e magnésio para as culturas citadas anteriormente também se encontram na faixa de 1,5 a 5 g kg⁻¹. Esses valores se aproximam dos níveis foliares de enxofre e magnésio observados

nesta pesquisa: de 3,7 a 4,3 g kg⁻¹ para o enxofre e de 2,7 a 3,1 g kg⁻¹ para o magnésio.

O cálcio e o magnésio foram elementos chave na pesquisa, visto que foram elementos marcantes para a caracterização das duas regiões produtoras de aroeira pesquisadas, de modo que seus teores no solo e nos tecidos das raízes foram sempre superiores estatisticamente na região de Nativo, quando comparados aos teores observados na comunidade denominada de Palmitinho.

Para a amostra total (130 plantas), foi possível delimitar um intervalo de confiança para teores de cálcio nas folhas de aroeira de 13 a 15 g kg⁻¹. Tais teores são considerados elevados para a maior parte das espécies, como *Cocos nucifera*, *Coffea arabica* L., *M. officinalis*, *M. piperita*, *Piper nigrum* e *Ricinus communis* L e *Glycine max* (Blank et al., 2006; Goncalves et al., 2009; Coelho et al., 2010; Soratto et al., 2010; Sant'ana et al., 2010; Valicheski et al., 2011; Prado et al., 2010; Lavres Jr. et al., 2005; Wadt et al., 2012).

Estudos relacionados a deficiências nutricionais em aroeira em solução nutritiva revelaram que o cálcio é um dos elementos mais importantes junto com o nitrogênio e o potássio, de modo que as interações de deficiências entre o potássio e o cálcio alteram significativamente os níveis de absorção de cada um desses elementos, como plantas de aroeira com deficiência de potássio, que absorvem 33% mais cálcio do que uma planta suprida com todos os nutrientes, assim como uma planta de aroeira deficiente em cálcio responde semelhantemente à absorção de potássio, mostrando uma relação de compensação osmótica e iônica entre esses dois elementos para essa espécie (Andrade e Boaretto, 2012).

O efeito da exigência de cálcio em aroeira pôde ser observado por outros autores, quando compararam os teores de cálcio de folhas dessa espécie com os de outras fitoterápicas, como artemísia, cainca, camará e poejo, nas quais os níveis de cálcio foram superiores ao dobro dos valores contidos nessas plantas (Lopes et al., 2002).

Ao analisar os níveis dos elementos encontrados em folhas de plantios comerciais de aroeira, de modo geral a ordem estabelecida como exigência pela cultura por macronutrientes é N>K>Ca>S>Mg>P, ordem diferente da sugerida por Grisi (2010), que sugere a ordem N>Ca>K>Mg>P. Nesse caso, vale ressaltar que

os níveis de potássio e de cálcio ficaram muito próximos, o que revela ser muito próxima a quantidade requerida desses dois macronutrientes.

Esta pesquisa encontrou nas folhas os seguintes teores de micronutrientes: 5,9 a 6,6 mg kg⁻¹ de Cu; 79 a 89 mg kg⁻¹ de Fe; 64 a 76 mg kg⁻¹ de Mn; 15 a 17 mg kg⁻¹ de Zn; e 26 a 29 mg kg⁻¹ de B (Quadro 3), valores diferentes dos observados por Andrade e Boaretto (2012) em folhas de aroeira cultivadas em solução nutritiva, estando estes na faixa de 9 a 25 mg kg⁻¹ de boro; 3 a 5,6 mg kg⁻¹ de cobre; 122 a 358 mg kg⁻¹ de ferro; 16 a 43 mg kg⁻¹ de manganês; e 15 a 25 mg kg⁻¹ de zinco. Comparações semelhantes a essas mostram como plantas em fase adulta e em ambiente de cultivo se expressam diferentemente quanto à absorção de nutrientes.

A ordem estabelecida para os micronutrientes observados em 130 amostras foliares de plantios comerciais foi de Fe>Mn>B>Zn>Cu. Essa ordem difere da sugerida por Grisi (2010), que sugere a ordem Fe>Zn>Mn>Cu. Vale ressaltar que os estudos promovidos com a nutrição de aroeira por Grisi (2010) foram feitos com uma amostra de 30 indivíduos (*one-tree-plot*) e com plantas de 2 anos de idade, em área de reflorestamento sem intervenção humana. Levando-se em consideração a quantidade de amostras promovidas na pesquisa (130) e que tais amostras foram colhidas em propriedades que cultivam a aroeira como uma das principais fontes de renda familiar, acredita-se que este estudo represente, com mais fidelidade, a realidade de áreas produtoras de aroeira.

4.4. Nutrientes minerais e óleos essenciais em frutos da aroeira

Para as análises dos nutrientes e de óleos essenciais em frutos de aroeira, foi possível observar (Quadro 4) que, quando comparadas às duas regiões, somente não houve sobreposição dos intervalos de confiança para a característica de nitrogênio em frutos, indicando que há diferença estatisticamente significativa entre as regiões para o teor de nitrogênio nos frutos avaliados. Comparando-se as duas regiões com a amostra geral, observou-se que não houve sobreposição dos intervalos de confiança para os teores de zinco e cobre; porém, houve sobreposição dos níveis de cálcio nos frutos somente para a região de Nativo.

Quadro 4. Intervalos de confiança para os nutrientes e óleos essenciais em frutos de aroeiras plantadas nas comunidades de Palmitinho e Nativo, pertencentes ao município de São Matheus–ES

Nutriente ou óleos essências	Total n=39*		Palmitinho n=15*		Nativo n=24*	
	L.I.*	L. S.*	L.I.*	L.S.*	L. I.*	L.S.*
N (g kg ⁻¹)	9,19	9,70	9,48	10,80	8,39	9,62
P (g kg ⁻¹)	1,54	1,55	1,51	1,57	1,50	1,58
K (g kg ⁻¹)	10,32	10,91	9,50	12,73	9,54	11,06
Ca (g kg ⁻¹)	2,80	3,21	1,93	3,13	2,61	3,98
Mg (g kg ⁻¹)	1,14	1,21	0,96	1,44	1,02	1,29
S (g kg ⁻¹)	1,04	1,12	0,85	1,08	1,0282	1,28
Cu (mg kg ⁻¹)	9,26	11,24	5,05	9,71	8,374	15,70
Fe (mg kg ⁻¹)	51,67	61,37	34,77	75,25	24,04	90,89
Mn (mg kg ⁻¹)	13,44	16,69	11,30	19,42	9,11	20,65
Zn (mg kg ⁻¹)	21,00	26,98	17,64	28,31	16,98	22,50
Mo (mg kg ⁻¹)	0,08	0,10	0,03	0,17	0,048	0,13
Ni (mg kg ⁻¹)	1,01	1,29	0,35	1,11	1,24	1,59
Óleos essenciais (mg kg ⁻¹)	1621	1841	1366	2053	1016	2474

*n – Corresponde ao número de amostras coletadas; L.I. – Limite Inferior; L.S. – Limite Superior, ambos ao nível de significância de 5%.

De acordo com os valores de nutrientes apresentados por ITC (2006), foi possível constatar que os teores de elementos presentes em vários frutos são relativamente menores do que aqueles presentes em folhas, de modo que, ainda assim, elementos como o potássio, magnésio, cálcio e fósforo se destacaram. Esse padrão de resposta também é observado nos dados amostrais de folhas e frutos de aroeira neste estudo, em que os níveis dos elementos nas folhas foram sempre superiores aos observados nos frutos, como o cálcio, que apresentou na folha teores entre 13 e 15 g kg⁻¹ e nos frutos entre 2 e 3 g kg⁻¹.

Dos poucos trabalhos existentes que revelaram teores de nutrientes em frutos de aroeira, foi aquele realizado por Zanetti et al. (2012), no qual foram observados teores de nutrientes em frutos adquiridos em feiras populares do município de São Matheus–ES. Esses autores encontraram valores de potássio de 13,53 g kg⁻¹; de magnésio de 1,3 g kg⁻¹; de ferro de 172 mg kg⁻¹; de zinco de 36 mg kg⁻¹; de manganês de 14 mg kg⁻¹; de cobre de 7,65 mg kg⁻¹. Tais valores estão próximos dos observados neste estudo, em que o potássio apresentou teores próximos de 10 g kg⁻¹; o magnésio de 1 g kg⁻¹; o ferro de 51 a 61 mg kg⁻¹; o

zinco de 17 a 28 mg kg⁻¹; o manganês de 13 a 16 mg kg⁻¹ e o cobre de 9 a 11 mg kg⁻¹. As diferenças entre os resultados observados nesses estudos podem estar relacionadas à quantidade limitada de amostragem do experimento de Zanetti et al. (2012) ou ainda a fatores nutricionais.

Os estudos que envolvem análises químicas de frutos de aroeira, em sua maioria, referem-se a extratos de óleos de frutos para pesquisas voltadas a princípios ativos presentes e seus metabólitos secundários. Nesse sentido, pouco se sabe com relação ao fruto intacto, suas características nutricionais e suas relações com o ambiente de cultivo.

Em se tratando de óleos essenciais, foi possível observar que o intervalo de confiança para os óleos dos frutos foi de 1.621 a 1.841 mg kg⁻¹ (Quadro 4). Foi possível perceber também que o limite superior da região produtora de Nativo foi maior do que o limite superior da região de Palmitinho, demonstrando que, na região de Nativo, houve maiores quantidades de óleos em seus frutos do que na região de Palmitinho. Esse fato pode estar relacionado à maior fertilidade dos solos da região de Nativo, como pôde ser conferido no Quadro 1.

Ao realizar uma análise de correlação entre os elementos presentes nos frutos de aroeira, pode-se observar que as variáveis que apresentaram correlações significativas positivas entre si foram N x Zn, K x Mn, Ca x S, Ca x Cu, Ca x Ni, S x Cu, S x Ni, Cu x Ni, Mn x Ni. Essa correlação positiva indica que, com o aumento do percentual de um elemento no fruto, o outro também aumentará. As variáveis que apresentaram correlações negativas significantes foram N x Mg, N x S, N x Cu, N x Ni, Ca x Zn, S x Zn, Cu x Zn, Zn x Ni, Zn x óleos essenciais, significando que, com o aumento do percentual de um elemento no fruto, o outro diminuirá (Quadro 5).

Ao analisar a correlação simples existente entre a produção por planta e outros fatores (Quadro 5), foi possível identificar que essa variável se relaciona positivamente apenas com o diâmetro do caule, a altura da planta e o teor de cálcio do solo. Quanto à ligação entre a produção por planta e a altura, fica evidente que um maior volume de copa decorrente de uma maior planta proporcionará maiores produções (Carvalho et al., 2003).

Quadro 5. Análise dos coeficientes de correlação de Pearson de nutrientes e óleos essenciais de frutos de aroeiras plantadas nas comunidades de Palmitinho e Nativo, pertencentes ao município de São Matheus–ES

		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	Mo	Ni	Oleos
N	Corr.	1	0,041	0,297	-	0,023	-	-0,578	-	-	0,427	-	-	0,074
	Pearson				0,724		0,638		0,156	0,164		0,012	0,647	
	p-valor		0,803	0,066	0,000	0,888	0,000	0,000	0,344	0,317	0,007	0,945	0,000	0,654
P	Corr.	0,041	1	0,108	0,113	0,006	0,170	0,041	0,244	0,003	0,029	0,113	0,068	0,158
	Pearson													
	p-valor	0,803		0,515	0,493	0,970	0,302	0,804	0,135	0,983	0,860	0,493	0,682	0,337
K	Corr.	0,297	0,108	1	-	0,256	-	-0,068	-	0,396	0,178	0,054	-	0,169
	Pearson				0,212		0,123		0,019				0,178	
	p-valor	0,066	0,515		0,195	0,115	0,455	0,679	0,907	0,013	0,279	0,743	0,277	0,303
Ca	Corr.	-	0,113	-	1	0,069	0,810	0,540	0,209	0,034	-	0,020	0,415	0,188
	Pearson	0,724		0,212							0,617			
	p-valor	0,000	0,493	0,195		0,678	0,000	0,000	0,201	0,835	0,000	0,903	0,009	0,252
Mg	Corr.	0,023	0,006	0,256	0,069	1	-	-0,248	-	0,262	0,329	0,247	-	-
	Pearson						0,146		0,116				0,116	0,165
	p-valor	0,888	0,970	0,115	0,678		0,375	0,129	0,481	0,107	0,041	0,129	0,482	0,315
S	Corr.	-	0,170	-	0,810	-	1	0,789	0,071	0,167	-	-	0,642	0,196
	Pearson	0,638		0,123		0,146					0,627	0,254		
	p-valor	0,000	0,302	0,455	0,000	0,375		0,000	0,669	0,310	0,000	0,118	0,000	0,231
Cu	Corr.	-	0,041	-	0,540	-	0,789	1	0,015	0,171	-	-	0,647	0,145
	Pearson	0,578		0,068		0,248					0,453	0,254		
	p-valor	0,000	0,804	0,679	0,000	0,129	0,000		0,929	0,298	0,004	0,119	0,000	0,377
Fe	Corr.	-	0,244	-	0,209	-	0,071	0,015	1	-	-	0,251	0,029	-
	Pearson	0,156		0,019		0,116				0,051	0,151			0,029
	p-valor	0,344	0,135	0,907	0,201	0,481	0,669	0,929		0,756	0,358	0,124	0,862	0,861
Mn	Corr.	-	0,003	0,396	0,034	0,262	0,167	0,171	-	1	0,037	-	0,320	-
	Pearson	0,164							0,051			0,243		0,086
	p-valor	0,317	0,983	0,013	0,835	0,107	0,310	0,298	0,756		0,822	0,136	0,047	0,602
Zn	Corr.	0,427	0,029	0,178	-	0,329	-	-0,453	-	0,037	1	0,132	-	-
	Pearson				0,617		0,627		0,151				0,429	0,397
	p-valor	0,007	0,860	0,279	0,000	0,041	0,000	0,004	0,358	0,822		0,423	0,006	0,012
Mo	Corr.	-	0,113	0,054	0,020	0,247	-	-0,254	0,251	-	0,132	1	-	0,112
	Pearson	0,012					0,254			0,243			0,152	
	p-valor	0,945	0,493	0,743	0,903	0,129	0,118	0,119	0,124	0,136	0,423		0,355	0,498
Ni	Corr.	-	0,068	-	0,415	-	0,642	0,647	0,029	0,320	-	-	1	-
	Pearson	0,647		0,178		0,116					0,429	0,152		0,010
	p-valor	0,000	0,682	0,277	0,009	0,482	0,000	0,000	0,862	0,047	0,006	0,355		0,950
Óleo	Corr.	0,074	0,158	0,169	0,188	-	0,196	0,145	-	-	-	0,112	-	1
	Pearson					0,165			0,029	0,086	0,397		0,010	
	p-valor	0,654	0,337	0,303	0,252	0,315	0,231	0,377	0,861	0,602	0,012	0,498	0,950	

Quadro 6. Análise de correlação simples significativa entre as variáveis de produção por planta, diâmetro do caule a 20 cm do solo, altura da planta, peso de 100 sementes e macronutrientes presentes no solo de cultivo (P, K, Ca, Mg, S) comercial de aroeira no município de São Mateus–ES

Correlação	Coefficiente de correlação (r)	Significância
Produção por planta x diâmetro do caule	0,3754	**
Produção por planta x altura da planta	0,5305	**
Produção por planta x teor de Ca	0,2217	*
Diâmetro do caule x altura da planta	0,6622	**
Diâmetro do caule x peso de 100 sementes	-0,1894	*
Diâmetro do caule x teor de Ca	0,3068	**
Diâmetro do caule x teor de Mg	0,2325	**
Diâmetro do caule x teor de S	0,2765	**
Altura da planta x peso de 100 sementes	-0,2217	*
Altura da planta x teor de Ca	0,4296	**
Altura da planta x teor de Mg	0,3316	**
Altura da planta x teor de S	0,3471	**

** significativo em nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo em nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$)

A correlação positiva da produção por planta e o diâmetro do caule podem ser explicados pelo fato da maior comunicação e translocação entre as duas partes da planta (sistema radicular e parte aérea), favorecendo o transporte de água e fotoassimilados dentro das plantas. Essa correlação já é bem estabelecida no reino vegetal (Taiz e Zeiger, 2013).

O caso da correlação entre a maior produtividade de frutos por planta e o teor de cálcio traz uma revelação interessante, pois, com nenhum outro elemento no solo, a produtividade apresentou correlação significativa. Esse resultado indica que a aroeira é altamente responsiva à presença de cálcio no solo, elevando sua produtividade por planta. Esse fato pode ser observado no Quadro 1, quando comparados os teores de cálcio nas duas regiões produtoras, onde a comunidade de Nativo apresenta solos com intervalos de confiança expressivamente maiores do que os solos da comunidade de Palmitinho, seguindo o mesmo padrão de resposta da produção de frutos por planta.

A correlação positiva entre o diâmetro do caule e os teores de cálcio, magnésio e enxofre, correlação também verificada com a altura das plantas, induz a concluir que, uma vez que tais elementos estejam presentes nos solos de

cultivo com aroeiras, maiores diâmetros de caules ocorrerão, assim como maiores plantas, o que proporcionará maiores produtividades por planta.

Apesar de uma maior produtividade por plantas decorrentes de maiores alturas e diâmetro de plantas, a característica avaliada de peso de cem sementes foi influenciada negativamente por tais fatores, sendo a única correlação negativa detectada entre as análises de desenvolvimento e macronutrientes nos solos. Nesse sentido, pode-se inferir que maiores plantas com maiores diâmetros produzem mais, porém com frutos mais leves.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

A aroeira vermelha (*Schinus terebithifolius* Raddi) é pertencente à família das anacardiáceas, também conhecida como aroeira-mansa, aroeira-pimenteira, aroeira-da-praia, aroeira-do-brejo, aroeira-do-sertão, entre muitas outras sinonímias populares. Trata-se de um arbusto nativo com rápido desenvolvimento no campo e ampla dispersão no Brasil e na América do Sul. Destaca-se em vários segmentos: cosméticos, condimentares, farmacêuticos, alimentares-especiarias e ervas. É importante que se enfatizem o estudo e a compreensão desde os processos empregados na cadeia produtiva, assim como a agregação de valor ao produto, tanto pela utilidade quanto pelos benefícios proporcionados aos coletores, produtores e consumidores finais.

Apesar de incipiente na cadeia produtiva, sua participação econômica também se torna fundamental porque ela é um elemento contribuinte como fonte de renda para grupos familiares, extrativistas, comerciantes e exportadores. Com o intuito de contribuir para melhorar os sistemas de produção e revelar conhecimentos sobre a planta, este trabalho objetivou caracterizar a produção de aroeira no norte do Estado do Espírito Santo, notadamente os aspectos nutricionais da planta e do solo.

O levantamento de dados para esta pesquisa ocorreu no município de São Mateus, localizado no norte do Estado do Espírito Santo. O município de São Mateus possui 18°42'58" de latitude sul e 39°51'21" de longitude oeste, com 36m de altitude média. O clima da região é tropical AW, segundo a classificação

climática de Koppen. A região caracteriza-se pela irregularidade das chuvas e ocorrência de elevadas temperaturas com inverno seco.

Esta pesquisa ocorreu de forma exploratória em plantações já estabelecidas de treze agricultores familiares que cultivam a aroeira, na maior parte dos casos como uma fonte alternativa de renda e diversificação das atividades das propriedades ou mesmo como atividade principal.

Avaliaram-se dez plantas por produtor, em um total de 130 plantas avaliadas, com idade variando de 2 a 12 anos. Determinaram-se o crescimento das plantas, os teores de nutrientes minerais em folhas e frutos da aroeira e os teores de óleos essenciais em frutos da aroeira. De modo geral, conclui-se que:

- a aroeira cultivada no município de São Mateus–ES apresentou altura de planta variando de 226,7 cm a 305,9 cm, diâmetro do caule de 16,57 cm a 44,80 cm, produtividade média de 2,50 a 6,21 kg planta⁻¹ ano⁻¹ e peso de cem sementes variando de 2,81 g a 3,22 g;
- os nutrientes presentes em folhas de aroeira cultivadas, com 95% de certeza, para uma amostra de 130 plantas, pertencem a intervalos de confiança que seguem: N → 20,1 a 21,2 g kg⁻¹; P → 1,4 a 1,5 g kg⁻¹; K → 15,2 a 16,3 g kg⁻¹; Ca → 13,4 a 15,4 g kg⁻¹; Mg → 2,7 a 3,0 g kg⁻¹; S → 3,7 a 4,3 g kg⁻¹; Cu → 5,9 a 6,5 mg kg⁻¹; Fe → 79 a 89,8 mg kg⁻¹; Mn → 64,7 a 76,3 mg kg⁻¹; Zn → 15,1 a 17,5 mg kg⁻¹; B → 26,1 a 29,2 mg kg⁻¹;
- os nutrientes presentes em frutos de aroeira cultivados, com 95% de certeza, para uma amostra de 49 plantas, pertencem a intervalos de confiança que seguem: N → 9,2 a 9,7 g kg⁻¹; P → 1,53 a 1,54 g kg⁻¹; K → 10,3 a 10,9 g kg⁻¹; Ca → 2,7 a 3,2 g kg⁻¹; Mg → 1,14 a 1,2 g kg⁻¹; S → 1,0 a 1,1 g kg⁻¹; Cu → 9,25 a 11,24 mg kg⁻¹; Fe → 51,7 a 61,4 mg kg⁻¹; Mn → 13,4 a 16,7 mg kg⁻¹; Zn → 16,9 a 28,3 mg kg⁻¹; Mo → 0,08 a 0,1 mg kg⁻¹; Ni → 1,01 a 1,29 mg kg⁻¹;
- a ordem decrescente estabelecida para a quantidade de nutrientes presentes em folhas amostradas de 130 plantas, com 95% de confiança, é N>K>Ca>S>Mg>P >> Fe>Mn>B>Zn>Cu;
- o cálcio, o magnésio e o enxofre apresentam-se como os principais macronutrientes presentes no solo, os quais se relacionam com a

produtividade e o desenvolvimento das plantas de aroeira, sendo também responsáveis por caracterizar nutricionalmente os solos das regiões produtoras em estudo;

- nas condições do município de São Mateus–ES, plantas de aroeira com maior produtividade apresentaram teores médios de nutrientes na matéria seca foliar de 20,1 g kg⁻¹ para o N; 1,40 g kg⁻¹ para o P; 12,9 g kg⁻¹ para o K; 20,2 g kg⁻¹ para o Ca; 3,40 g kg⁻¹ para o Mg; 5,0 g kg⁻¹ para o S; 6,30 mg kg⁻¹ para o Cu; 99,8 mg kg⁻¹ para o Fe; 109 mg kg⁻¹ para o Mn; 17,6 mg kg⁻¹ para o Zn; e 26,6 mg kg⁻¹ para o B;
- os óleos essenciais presentes em frutos de aroeira cultivados em São Mateus–ES, com 95% de certeza, para uma amostra de 49 plantas, pertencem ao intervalo de confiança de 1621 a 1841 mg kg⁻¹ de frutos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, L.S. (2005) *Avaliação morfológica de mudas de Allophylus Edulis (A. St. -HILL., A. Juss. & Cambess.) RADL. (Vacum) e Schinus terebinthifolius Raddi (aroeira) produzidas em diferentes substratos*. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Curitiba – PR, Universidade Federal do Paraná, 105f.
- Andrade, M.L.F.; Boaretto, A.E. (2012) Deficiência nutricional em plantas jovens de aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). *Scientia Forestalis*, Piracicaba-SP, 40(95):383-392.
- Anvisa (2012). *Agência Nacional de Vigilância Sanitária*. Resolução RDC n.º 276, de 22 de setembro de 2005. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/c8b2040047457a8c873cd73fbc4c6735/RDC_276_2005.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 20 dez. 2012.
- Aoac. (1992) Association of official analytical chemists. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 12. ed. Washington: AOAC.
- Abifisa (2007). Associação Brasileira das Empresas do Setor Fitoterápico. Suplemento Alimentar e de Promoção da Saúde. (2007) Disponível em: <<http://www.abifisa.org.br>>. Acesso em: 20 fev. 2013.
- Backes, C.; Villas Bôas, R.L.; Lima, C.P.; Godoy, L. J. G.; Büll, L.T.; Santos, A.J. M. (2010). Estado nutricional em Nitrogênio da grama esmeralda avaliado por meio do teor foliar, clorofilômetro e imagem digital, em área adubada com lodo de esgoto. *Bragantia*, Campinas-SP, 69(3):661-668.
- Baggio, A.J.; Carpanezi, A.A. (1998) *Exploração Seletiva do Sub-bosque: uma alternativa para aumentar a rentabilidade dos bracatingais*. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 17p. (EMBRAPA/CNPQ. CIRCULAR TÉCNICA, 28).
- Baggio, A.J. (1988) *Aroeira como potencial para usos múltiplos na propriedade rural*. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, 17:25-32.

- Balbachas, A. (1959) As plantas curam. São Paulo: Missionária.
- Bandes. (2008) A cultura da aroeira em São Mateus e arredores: um pioneirismo que o Bandes deve apoiar. *Estudos Bandes*. Banco de Desenvolvimento do Espírito Santo. Vitória: Bandes. 39p.
- Bertoldi, M.C. (2006) *Atividade antioxidante in vitro da fração fenólica, das oleorresinas e do óleo essencial de pimenta rosa (Schinus terebinthifolius Raddi)*. Dissertação (Mestre em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa, 96f.
- Blank, A.F; Oliveira, A.S; Arrigoni-Blank, M.F.; Faquin, V. (2006). Efeitos da adubação química e da calagem na nutrição de melissa e hortelã-pimenta. *Horticultura Brasileira*, 24(2):195-198.
- BONA, C.; Rezende, I.M. de; Santos, G. de O.; Souza, L.A. de. (2011). Effect of soil contaminated by diesel oil on the germination of seeds and the growth of *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) seedlings. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba-PR, 54(6):1379-1387.
- Braga, S. (2002) O uso sustentável da biodiversidade amazônica. In: Velloso, J.P.R.; Albuquerque, R.C. (Org.). *Amazônia vazia de soluções? desenvolvimento moderno baseado na biodiversidade*. Rio de Janeiro: José Olympio. 134p.
- Brasil. (2006). *Aprova a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos e dá outras providências*. Brasil. Presidência da República. Casa Civil. Decreto n.º 5.813, de 22 de junho de 2006.
- Brasil. (2008). *Aprova o Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos e cria o Comitê Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos*. Ministério da Saúde. Portaria Interministerial n.º 2.960, de 9 de dezembro de 2008. Portaria Interministerial n.º 2.960, de 9 de dezembro de 2008.
- Caldeira, M.V.W.; Marques, R.; Waltzlawick, L.F.; Soares, R.O.V.; Valério, A.F. (2006). Teores de micronutrientes em espécies arbóreas na floresta Ombrófila Mista Montana. General Carneiro. *Ambiência*, Guarapuava-PR, 2(1):29-50.
- Caldeira, M.V.W.; Waltzlawick, L.F.; Soares, R.O.V. (2007). Determinação e identificação dos teores de macronutrientes nas espécies arbóreas da floresta Ombrófila Mista Montana. General Carneiro. *Ambiência*, Guarapuava-PR, 3(2):29-50.
- Carvalho, C. G. P.; Ariasi, C. A. A.; Toledo, J. F. F.; Almeida, L. A.; Kiihl, R. A. S.; Oliveirai, M. F.; Hiromotoi, D. M.; Takeda, C. (2003). Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação à produtividade e altura da planta de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília-DF, 38(2):187-193.
- Carvalho, P.E.R. (1994). *Espécies florestais brasileiras: Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira*. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 640p.

- Cesário, L.F.; Gaglianone, M.C. (2008). Biologia Floral e Fenologia Reprodutiva de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em Restinga do Norte Fluminense. *Acta Botânica Brasileira*, Belo Horizonte-MG, 22(3):828-833.
- Chitarra, M.I.F.; Chitarra, A.B. (2005). Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2.ed. Lavras-MG, 785p.
- Clemente, A.D. (2006) Composição química e atividade biológica do óleo essencial da pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi). Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa. 50p.
- Coelho, F.S.; Fontes, P.C.R.; Puiatti, M.; Neves, J.C.L.; Silva, M.C.C. (2010) Dose de nitrogênio associada à produtividade de batata e índices do estado de nitrogênio na folha. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*, Viçosa-MG, 34(4):1175-1183.
- Coradin, L.; Siminski, A.; Reis, A. (2011) Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – região sul. MMA, Brasília-DF. 934p.
- Correia, M.P. (1978) *Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1:1926-1978.
- Costa, M.N. Pereira, W.E.; Bruno, R.L.A.; Freire, E.C.; Nóbrega, M.B.M.; Milani, M.; Oliveira, A.P. (2006). Divergência genética entre acessos e cultivares de mamoneira por meio da estatística multivariada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília-DF, 41(11):1617–1622.
- Costa, V.P.; Mayworm, M.A.S. (2011). Plantas medicinais utilizadas pela comunidade do bairro dos Tenentes – município de Extrema, MG, Brasil. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu-SP, 13(3):282-292.
- Cruz, C.D. (2013). GENES – a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 35:271–276. DOI: 10.4025/actasciagron.v35i3.21251.
- Degáspari, C.H. (2004). *Propriedades Antioxidantes e Antimicrobianas dos Frutos da Aroeira (Schinus terebinthifolius Raddi)*. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Curitiba-PR, Universidade Federal do Paraná. 104f.
- Duboc, E.; Guerrini, I.A. (2007) Crescimento inicial e sobrevivência de espécies florestais de matas de galeria no domínio do cerrado em resposta à fertilização. *Energia Agrícola*, Botucatu-SP, 22(1):42-60.
- EMBRAPA. (2007). *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 212p. (Embrapa CNPS. Documentos 1).
- Engels, C.; Marschner, H. (1995). Plant uptake and utilization of nitrogen. In: Bacon, P.E. (Ed.). *Nitrogen fertilization in the environment*. New York: M. Dekker. p.41-81.

- Ethur, L.Z.; Jobim, J.C.; Ritter, J.G.; Oliveira, G.; Trindade, B.S. (2011). Comércio formal e perfil de consumidores de plantas medicinais e fitoterápicos no município de Itaqui – RS. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatú-SP, 13(2):121-128.
- Figueiredo, L. (2009). Aroeira Vermelha. *Revista Terra da Gente*, 57:44-49
- Figueirôa, J.M. de.; Barbosa, D.C de A.; Simabukuro, E.A. (2004). Crescimento de plantas jovens de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. *Acta Botânica Brasilica*, São Paulo, 18(3): 573-580.
- Fontes, P.C.R. (2001). *Diagnóstico do estado nutricional das plantas*. Viçosa-MG: UFV, 121p.
- Goncalves, S.M.; Guimarães, R.J.; Carvalho, J.G. de; Botrel, E.P. (2009). Faixas críticas de teores foliares de macronutrientes em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) produzidas em tubetes. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras-MG, 33(3):743-752.
- Grisi, F.A. (2010). *Aspectos fisiológicos de aroeira (Schinus terebinthifolius Raddi), sob níveis distintos de saturação hídrica em ambiente protegido de mata ciliar em processo de recuperação*. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Curitiba-PR, Universidade Federal do Paraná. 126p.
- Härdle, W.; Simar, L. (2003). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Berlin: MD Tech, 488p.
- IBENS. (2007). *Instituto Brasileiro de Educação em Negócios Sustentáveis*. Disponível em: <<http://www.ibens.org/>>. Acesso em: 3 nov. 2012.
- IBGE. (2010). *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. São Mateus. Em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=320490&search=Esp%C3%ADrito%20Santo|S%C3%A3o%20Mateus>>. nov. 2012
- Jackson, M.L. (1965) *Soil chemical analysis*. Prentice Hall, 498p.
- Jesus. N.B. (2010). *Relações Socioambientais no Extrativismo da Aroeira (Schinus terebenthifolius Raddi) no Baixo São Francisco SE/Al*. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). São Cristovão-SE, Universidade Federal de Sergipe. 176p.
- Kaiser, H.F. (1960). The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20:141-51.
- Kerbauy, G.B. (2012). *Fisiologia Vegetal*. 2.ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan Ltda. 431p.
- Kratz, D. (2011) *Substratos renováveis para produção de mudas de Eucalyptus benthamii, Maidenet Cambage e Mimosa scabrella Benth*. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Curitiba-PR, Universidade Federal do Paraná. 121p.

- Laca-Buendia, J.P.; Brandão, M.; Oliveira, L.M. da S. (1992) Utilização dos Frutos de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (Anacardiaceae) na Substituição da Pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L). *Daphne*, Belo Horizonte, 2(4):34-36.
- Larcher, W. (2004). *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos: RIMA, 531p.
- Lavres Jr., J.; Boaretto, R.M.; Silva, M.L. de S.; Correia, D.; Cabral, C.P.; Malavolta, E. (2005). Deficiências de macronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Iris. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília-DF, 40(2):145-151.
- Lenzi, M., Orth, A.I. (2004). Fenologia reprodutiva, morfologia e biologia floral de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), em restinga da ilha de Santa Catarina, Brasil. *Biotemas*, Florianópolis-SC, 17: 67-89.
- Lopes, M.F.G.; Almeida, M.M.B.; Nogueira, C.M.D.; Morais, N.M.T.; Magalhães, C.E. de C. (2002). Estudo mineral de plantas medicinais. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, Curitiba-PR, 12(1):116-118.
- López, J.A.; Hidalgo, M.D. (1994). Análisis de componentes principales y análisis factorial. In: Ato, M., López, J.J. (eds). *Fundamentos de estadística con Systat*. Addison Wesley Ibero-Americana, p. 457-503.
- Lorenzi, H. (2002). *Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 4.ed. v.1. São Paulo: Instituto Plantarum, 2002. 368p
- Malavolta, E. (2006). *Manual de Nutrição Mineral de Plantas*. São Paulo. Editora Agronômica Ceres, 638p.
- Marcussi, F.F.N.; Bôas, R.L.V. (2003). Teores de micronutrientes no desenvolvimento da planta de pimentão sob fertirrigação. *Irriga*, Botucatu-SP, 8(2):120-131.
- Martinez, M.J.; González, N.A.; Badell, J.B. (1996). Actividad Antimicrobiana del *Schinus terebinthifolius* Raddi (COPAL). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, Ciudad de Havana, 1(3): 37-39.
- Melo, J.G.; Martins, J.D.G. da R.; Amorim, E.L.C. de; Albuquerque, U.P. de. (2007). Qualidade de produtos à base de plantas medicinais comercializados no Brasil: castanha-da-índia (*Aesculus hippocastanum* L.), capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) e centela (*Centella asiatica* (L.) Urban). *Acta Botanica Brasilica*, São Paulo, 21(1): 27-36.
- Mesa, J.T.R. y. (1945). *Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba*. Havana, Cultura, 1945. 872p.
- Nunes Jr., J.A.T.; Ribas-Filho, J.M.; Malafaia, O.; Czecko, N.G.; Inácio, C.M.; Negrão, A.W.; Lucena, P.L.H.; Moreira, H.; Wagenfuhr Jr., J.; Cruz, J. De J. (2006). Avaliação do Efeito do Extrato Hidroalcoólico de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira) no Processo de Cicatrização da Linea Alba de Ratos. *Acta Cirúrgica Brasileira*, São Paulo, 21(Suplemento 3):8-15.

- Oliveira, F.; Grotta, A.S. (1965). Contribuição ao Estudo Morfológico e Anatômico de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae). *Revista da Faculdade de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo*, São Paulo, 3:27-293.
- Oliveira Jr., L.F.G.; Santo, R.B.; Reis, F.O.; Matsumoto, S.T.; Bispo, W.M.S.; Machado, L.P.; Oliveira, L.F.M. (2013). Efeito fungitóxico do óleo essencial de aroeira da praia (*Schinus terebinthifolius* Raddi) sobre *Colletotrichum gloeosporioides*. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu-SP, 15(1):150-157.
- Ouvrier, M. (1984) Exportation par la récolte du cocotier PB-121 en fonction de la fumure potassique et magnésienne. *Oléagineux*. 39(5):263-271.
- Peters, J.B. (2005) *Wisconsin Procedures for Soil Testing, Plant Analysis and Feed & Forage Analysis: Plant Analysis*. Department of Soil Science, College of Agriculture and Life Sciences, University of Wisconsin-Extension, Madison, WI.
- Prado, R.M.; Franco, C.F.; Puga, A.P. (2010). Deficiências de macronutrientes em plantas de soja cv. BRSMG 68 (Vencedora) cultivada em solução nutritiva. *Comunicata Scientiae*, Bom Jesus-PI, 1(2):114-119. 2010.
- Queires, L.C.S.; Rodrigues, L.E.A. (1998). Quantificação das Substâncias Fenólicas Totais em Órgãos da Aroeira *Schinus terebinthifolius* Raddi. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Salvador-BA, 41(2). <http://www.scielo.br/pdf/babt/v41n2/v41n2a12.pdf>.
- Rencher, A.C. (2002). *Methods of Multivariate Analysis*. New York: Wiley-Interscience. 740p.
- Rizzini, C.T.; Mors, W.B. (1976). *Botânica Econômica Brasileira*. São Paulo: EPU, EDUSP, 207p.
- Rodrigues, W.; Nogueira, J.M. (2008). Competitividade da Cadeia Produtiva de Plantas Mediciniais no Brasil: Uma Perspectiva a partir do Comércio Exterior. *Informe GEPEC*, Toledo-PR, 12(2):91-105.
- Saleh, M.A. (1988) The volatile constituents of *Schinus terebinthifolius* Rad. *Arab Gulf Journal of Scientific Research*, 6(2):219-226.
- Salvador, J.O.; Moreira, A.; Muraoka, T. (1999) Sintomas visuais de deficiências de micronutrientes e composição mineral de folhas em mudas de goiabeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília-DF, 34(9):165-1662.
- Sant'ana, E.V.P.; Santos, A.B.; Silveira, P.M. (2010) Adubação nitrogenada na produtividade, leitura spad e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiania-GO, 40(4):49-496.
- Santos, J.V. (2007). *O papel das mulheres na conservação das áreas remanescentes de mangabeiras (Harconia speciosa Gomes)*. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - São Cristóvão, Universidade Federal de Sergipe. 103p.

- Scarpate Filho, J.A.; Minami, K.; Kluge, R.A. (2000). Intensidade de raleio de frutos em pessegueiros 'flordaprince' conduzidos em pomar com alta densidade de plantio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília-DF, 35(6):1109-1113.
- Silva, C.M.M.S.; Vieira, R.F.; Oliveira P.R. (2008). Salinidade, sodicidade e propriedades microbiológicas de Argissolo cultivado com erva-sal e irrigado com rejeito salino. *Pesquisa Agrop. Brasileira*, Brasília, 43(10):1389-1396.
- Silva, M.A.; Pessotti, B.M. de S.; Zanini, S.F.; Colnago, G.L.; Nunes, L. De C.; Rodrigues, M.R.A.; Ferreira, L. (2010) Óleo de aroeira-vermelha sobre o desempenho e a morfometria intestinal de frangos de corte. *Ciência Rural*, Santa Maria-RS, 40(10):2151-2156.
- Silva, M.A.V. (2007) *Avaliação fisiológica da aroeira (Schinus terebinthifolius Raddi), sob déficit hídrico com vista para o reflorestamento*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Recife-PE, Universidade Federal Rural de Pernambuco. 84p.
- Silva, S.R.; Buitrón, X.; L.H. de O.; Martins, M.V.M. (2001). *Plantas medicinales de Brasil: aspectos generales sobre legislación y comercio*. Quito. 57p
- Soratto, R.P.; Pereira, M.; Costa, T.A.M. da; Lampert, V. Do N. (2010). Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza-CE, 41(4):511-518.
- Souza, D.C.L. (2012) Diversidade genética, produção de frutos e composição química em *Schinus terebinthifolius* Raddi. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – São Cristovão-SE, Universidade Federal de Sergipe. 97p.
- Taiz, L.; Zeiger, E. (2013). *Fisiologia Vegetal*. 5.ed. Artmed Editora. 954p.
- Valicheski, R.R.; Marciano, C.R.; Peçanha A.L.; Bernardes, R.S.; Monnerat, P.H. (2011). Estado nutricional do coqueiro cultivado em solos submetidos a diferentes níveis de compactação e umidade. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, Campina Grande-PB, 15(11):1152–1160.
- Veloso, C.A.C.; Carvalho, E.J.M.; Malavolta, E.; Muraoka, T. (2000). Resposta de cultivares de pimenta-do-reino aos nutrientes NPK em um latossolo amarelo da Amazônia oriental. *Scientia Agricola*, Piraciaba-SP, 57(2): 343-347.
- Verslues, P.E.; Agarwal, M.K.; Agarwal, S.; Zhu, J.; Zhu, J.K. (2006). Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stress that affect plant water status. *Plant Journal*, 45(4):523-539.
- Wadt, P.G.S.; Silva, L.M.; Catani, V.; Felisberto, F.A.V. *Faixas de Suficiência para Interpretação dos Teores de Nutrientes Foliares em Pimenta-longa (Piper hispidinervum) – Primeira Aproximação*. Embrapa Acre. Rio Branco-AC, 6p. (Circular Técnica, 61).

Zanetti, M.G.; Baliza, P.X.; Mendes, A.N.F.; Lemos, V.A.; Santos, M.J.S. (2012). Determinação do teor de minerais em amostras de pimenta-rosa cultivadas no norte do estado do Espírito Santo utilizando ICP-OES. *52^o Congresso Brasileiro de Química: Química e Inovação, caminho para a sustentabilidade*. Recife.

7. APÊNDICES

Quadro 1A. Latitudes e longitudes das plantas marcadas para avaliação deste projeto

Localidade/proprietário	Número da planta	Longitude	Latitude
Palmitinho/1	1	404789	793800
Palmitinho/1	2	404781	793813
Palmitinho/1	3	404800	793823
Palmitinho/1	4	404810	793815
Palmitinho/1	5	404821	793822
Palmitinho/1	6	404799	793834
Palmitinho/1	7	404785	793840
Palmitinho/1	8	404778	793859
Palmitinho/1	9	404763	793853
Palmitinho/1	10	404760	793837
Palmitinho/2	1	404691	793570
Palmitinho/2	2	404689	793559
Palmitinho/2	3	404684	793498
Palmitinho/2	4	404669	793474
Palmitinho/2	5	404676	793471
Palmitinho/2	6	404667	793465
Palmitinho/2	7	404663	793452
Palmitinho/2	8	404670	793442
Palmitinho/2	9	404665	793423
Palmitinho/2	10	404639	793439
Palmitinho/3	1	405159	793767
Palmitinho/3	2	405195	793786
Palmitinho/3	3	405168	793807
Palmitinho/3	4	405178	793814
Palmitinho/3	5	405146	793816
Palmitinho/3	6	405130	793812
Palmitinho/3	7	405131	793798
Palmitinho/3	8	405133	793821
Palmitinho/3	9	405138	793830
Palmitinho/3	10	405154	793845
Palmitinho/4	1	402564	799337
Palmitinho/4	2	402587	799336
Palmitinho/4	3	402567	799349
Palmitinho/4	4	402493	799226
Palmitinho/4	5	402488	799207
Palmitinho/4	6	402478	799197
Palmitinho/4	7	402488	799171
Palmitinho/4	8	402499	799164
Palmitinho/4	9	402520	799150
Palmitinho/5	10	402523	799160
Palmitinho/5	1	399692	799745
Palmitinho/5	2	399678	799751
Palmitinho/5	3	399700	799750
Palmitinho/5	4	399705	799745

Palmitinho/5	5	399716	799733
Palmitinho/5	6	399723	799746
Palmitinho/5	7	399726	799733
Palmitinho/5	8	399733	799727
Palmitinho/5	9	399729	799721
Palmitinho/5	10	399716	799725
Nativo/1	1	419937	795250
Nativo/1	2	419913	795219
Nativo/1	3	419952	795034
Nativo/1	4	419951	795015
Nativo/1	5	419898	795225
Nativo/1	6	419891	795198
Nativo/1	7	419901	795176
Nativo/1	8	419943	795139
Nativo/1	9	419920	795230
Nativo/1	10	419909	795204
Nativo/2	1	419646	796782
Nativo/2	2	419661	796816
Nativo/2	3	419639	796793
Nativo/2	4	41966	796793
Nativo/2	5	419676	796817
Nativo/2	6	419673	796800
Nativo/2	7	419637	796806
Nativo/2	8	419624	796805
Nativo/2	9	419675	796778
Nativo/2	10	419634	796793
Nativo/3	1	419716	726928
Nativo/3	2	419710	796952
Nativo/3	3	419730	796986
Nativo/3	4	419771	797004
Nativo/3	5	419783	796975
Nativo/3	6	419813	796952
Nativo/3	7	419812	796908
Nativo/3	8	419786	796913
Nativo/3	9	419766	796990
Nativo/3	10	419729	706943
Nativo/4	1	419585	796934
Nativo/4	2	419576	796974
Nativo/4	3	419605	796986
Nativo/4	4	419610	797004
Nativo/4	5	419561	797014
Nativo/4	6	419598	797052
Nativo/4	7	419629	797061
Nativo/4	8	419642	797021
Nativo/4	9	419666	796981
Nativo/4	10	419649	796941
Nativo/5	1	419768	797148
Nativo/5	2	419753	797150
Nativo/5	3	419742	797136

Nativo/5	4	419749	797125
Nativo/5	5	419714	797111
Nativo/5	6	419898	797097
Nativo/5	7	419696	797122
Nativo/5	8	419728	797130
Nativo/5	9	419724	797122
Nativo/5	10	419938	797241
Nativo/6	1	419697	797065
Nativo/6	2	419725	797061
Nativo/6	3	419744	797048
Nativo/6	4	419741	797037
Nativo/6	5	419765	790736
Nativo/6	6	419774	797044
Nativo/6	7	419761	797063
Nativo/6	8	419800	797092
Nativo/6	9	419791	797074
Nativo/6	10	419787	797047
Nativo/7	1	419882	796841
Nativo/7	2	419870	796862
Nativo/7	3	419858	796814
Nativo/7	4	419826	796827
Nativo/7	5	419829	796796
Nativo/7	6	419800	796797
Nativo/7	7	419802	796777
Nativo/7	8	419801	796822
Nativo/7	9	419816	796834
Nativo/7	10	419830	796847
Nativo/8	1	419669	797466
Nativo/8	2	419671	797437
Nativo/8	3	419693	797409
Nativo/8	4	419671	797338
Nativo/8	5	419678	797362
Nativo/8	6	419658	797347
Nativo/8	7	419618	797338
Nativo/8	8	419584	797349
Nativo/8	9	419577	797380
Nativo/8	10	419576	797412



Figura 1A. Vista geral de plantas e parte das plantas de aroeira em áreas avaliadas neste trabalho.