

A tecnologia produtiva do pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) como aliada ao desenvolvimento sustentável da região amazônica

Título original: Esforço integrado de conservação, melhoramento genético e biotecnologia de pau-rosa (*Aniba roseadora*, Ducke) e espécies relacionadas: subsídios para o desenvolvimento sustentável e exploração racional da espécie

Prêmio Benchimol: 2005, Primeiro Colocado, Categoria Ambiental

Luis Antônio Serrão Contim

Pós-Doutorado pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) - Brasil. Doutor em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) - Viçosa, MG - Brasil. Professor da Universidade Federal de Goiás (UFG) - Jataí, GO - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/2277036761851104>

E-mail: luiscontim@yahoo.com.br

Luciana Silva Rocha Contim

Mestre em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM) - Manaus, AM - Brasil. Professora da Universidade Federal de Goiás (UFG) - Jataí, GO - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/7382526324690968>

E-mail: lsrcontim@hotmail.com

RESUMO

Apesar de ser considerada como o mais rico reservatório de diversidade biológica do planeta, a Amazônia tem sofrido constantes incursões estrangeiras e bioprospecção ilegal. Podemos observar ainda, nesta região, franco processo de desmatamento, ameaçando número inestimável de espécies à extinção. Dentre as principais espécies ameaçadas de extinção está o pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) (DUCKE, 1938), e algumas espécies relacionadas. O óleo essencial de pau-rosa é alvo de grande interesse das indústrias de cosméticos e farmacêuticas, utilizado em formulações de perfumes finos e por suas atividades terapêuticas. Devido à exploração desordenada, as populações naturais de pau-rosa foram praticamente dizimadas, existindo pequeno número de indivíduos remanescentes em reservas florestais, com conseqüente enfraquecimento de atividade econômica importante para a região. Entre as principais limitações para o desenvolvimento de tecnologia produtiva de pau-rosa, podemos citar a escassez de informações sobre a variabilidade natural da espécie e a dificuldade para a produção de mudas. O projeto visa estudar a variabilidade genética e química remanescente da espécie, a montagem de uma coleção representativa da espécie, a seleção de progênies superiores quanto ao teor e qualidade de óleo essencial, o desenvolvimento de uma tecnologia eficiente para a produção de mudas em larga escala, e a articulação para a aplicação das tecnologias geradas aos segmentos produtivos do óleo essencial de pau-rosa. Este é um projeto inovador para espécies nativas da Amazônia, de importância estratégica, ecológica, social e econômica.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável. Linalol. Óleo essencial.

The productive technology of rosewood (*Aniba rosaeodora* Ducke) as allied to the sustainable development of the Amazon region

ABSTRACT

*Despite being considered as the richest reservoir of biological diversity on the planet, the Amazon has undergone constant foreign incursions and illegal bioprospecting. We can also observe in this region a frank process of deforestation, threatening an inestimable number of species to extinction. Among the main endangered species are the Rosewood, *Aniba rosaeodora* Ducke (DUCKE, 1938) and some related species. The essential oil of Rosewood is a target of great interest of the cosmetic and pharmaceutical industries, used in formulations of fine perfumes and for its therapeutic activities. Due to the disorderly exploitation, the natural populations of Rosewood were practically decimated, with a small number of individuals remaining in forest reserves, with consequent weakening of economic activity important for the region. Among the main limitations for the development of productive technology of Rosewood, we can mention the scarcity of information about the natural variability of the species and the difficulty for the production of seedlings. The project aims to study the genetic and chemical variability remaining in the species, the assembly of a representative collection of the species, the selection of superior progenies as to the content and quality of essential oil, the development of an efficient technology for the production of large scale seedlings and, the articulation for the application of the technologies generated to the productive segments of Rosewood essential oil. This is an innovative project for native Amazonian species of strategic, ecological, social and economic importance.*

Keywords: Sustainable development. Linalool. Essential oil.

La tecnología productiva del palo de rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) como aliado al desarrollo sostenible de la región amazónica

RESUMEN

*A pesar de ser considerada como el más rico reservorio de diversidad biológica del planeta, la Amazonía ha sufrido constantes incursiones extranjeras y bioprospección ilegal. Podemos observar, en esta región, un franco proceso de deforestación, amenazando un número inestimable de especies a la extinción. Entre las principales especies amenazadas de extinción está el pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke), (DUCKE 1938) y algunas especies relacionadas. El aceite esencial de Pau Rosa es objeto de gran interés de las industrias de cosméticos y farmacéuticas, utilizado en formulaciones de perfumes finos y por sus actividades terapéuticas. Debido a la explotación desordenada, las poblaciones naturales de pau-rosa fueron prácticamente diezgadas, existiendo un pequeño número de individuos remanentes en reservas forestales, con consecuente debilidad de actividad económica importante para la región. Entre las principales limitaciones para el desarrollo de tecnología productiva de pau-rosa, podemos citar la escasez de informaciones sobre la variabilidad natural de la especie y la dificultad para la producción de mudas. El proyecto pretende estudiar la variabilidad genética y química remanente de la especie, el montaje de una colección representativa de la especie, la selección de progenies superiores en cuanto al contenido y calidad de aceite esencial, el desarrollo de una tecnología eficiente para la producción de mudas a gran escala y la articulación para la aplicación de las tecnologías generadas a los segmentos productivos del aceite esencial de pau-rosa. Este es un proyecto innovador para especies nativas de la Amazonia, de importancia estratégica, ecológica, social y económica.*

Palabras clave: Desenvolvimento sustentável. Linalol. Aceite essencial.

INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira abriga a mais rica biodiversidade e representa o maior banco genético do mundo (SCHNEIDER et al., 2000). Devido à exploração florestal desordenada e à carência de tecnologias e fiscalização, várias espécies arbóreas de grande importância para a região amazônica estão em processo de extinção ou já foram, praticamente, extintas (ROSA et al., 1997). Dentre as espécies ameaçadas estão alguns membros do gênero *Aniba*, espécies com alto valor econômico e grande importância ecológica. O pau-rosa, *Aniba rosaeodora* Ducke (DUCKE, 1938), é um membro da família *Lauraceae*, intensamente explorada, principalmente entre as décadas de 1960 e 1980. O óleo essencial de pau-rosa é constituído em grande parte de linalol, um monoterpene utilizado principalmente como componente de perfumes finos na indústria de cosméticos (ALENCAR; FERNANDES, 1978), possui forte demanda e alcança altos preços no mercado nacional e internacional, atingindo valores de US\$ 300,00 por litro em seu destino final, mas o valor recebido pelo produtor local do óleo essencial não passa de US\$ 160,00 (ERENO, 2005; TRIBUZI et al., 2017). Atualmente estima-se que a produção anual deste óleo essencial gire em torno de 50 barris de 180 Kg, produção destinada principalmente à exportação. Apesar da disponibilidade do linalol sintético no mercado, o *bouquet* de óleos encontrados na espécie é muito particular e não permite sua substituição pela substância sintética pura na indústria de cosméticos. Em plantas, o linalol, associado a outras moléculas voláteis, está relacionado com a composição e o aroma, principalmente de flores e frutos, em diversas espécies (LEWINSOHN et al., 2001). Também foram confirmadas atividades terapêuticas do linalol como anestésico local (GHELARDINI et al., 1999) e antimicrobiana (INOUE et al., 2001; ROSA, et al., 2003; SIMIC et al., 2004), despertando também o interesse da indústria farmacêutica.

As margens dos principais rios da Amazônia central são povoadas por pequenas comunidades ribeirinhas, constituídas de famílias de caboclos que sobrevivem do extrativismo em pequena escala da floresta, convivendo com o ambiente natural, normalmente com baixo nível de impacto. A cadeia de exploração de pau-rosa inicia-se com a identificação e o corte das árvores na floresta, feita pelos próprios ribeirinhos. Os troncos, donde tradicionalmente é extraído o óleo, são transportados até as destilarias, onde são moídos e processados. Desse modo, a tecnologia antiga e destrutiva de exploração contribuiu de modo decisivo para o desaparecimento da espécie de vastas áreas da floresta.

Há muito já é sabido que a maior concentração de óleo está presente nas folhas e ramos juvenis, 2,4%, em contraste com baixas concentrações encontradas na madeira, 1,1% (ARAÚJO et al., 1971). Uma tonelada de folhas e galhos jovens produz aproximadamente 24 litros de óleo essencial, enquanto uma tonelada de madeira produz somente de 9 a 12 litros de óleo (ALENCAR; FERNANDES, 1978; PRANCE, 1987). Esses dados demonstram que a espécie tem sido explorada de maneira inadequada, o que provocou uma drástica redução das populações naturais, restringindo a principal fonte de matéria-prima, e conseqüente queda da exportação desse produto nas últimas décadas. A manutenção da atividade das destilarias é mantida por pequenos plantios, mas a heterogeneidade das matrizes quanto à composição de óleos e a mistura com espécies relacionadas tem comprometido a qualidade do óleo extraído.

Devido ao intenso processo extrativista, as populações naturais de pau-rosa foram praticamente dizimadas na Floresta Amazônica, existindo pequeno número de indivíduos remanescentes, principalmente em reservas florestais (a Reserva Florestal Adolpho Ducke - Inpa/AM, a Estação Experimental de Cura-Uma / PA e a gleba Camaçari / Silves-AM são as mais significativas).

O pequeno número de indivíduos limita as fontes de variabilidade genética da espécie para serem utilizadas em programas de seleção e melhoramento genético. As informações disponíveis sobre a estrutura genética da espécie e sua diversidade são raras. Contim et al. (2005) determinaram que o genoma de pau-rosa é representado por aproximadamente 2.3×10^9 pares de bases, distribuídos em 12 pares de cromossomos, número conservado para a maioria das espécies da família *Lauraceae*. Santos (2004) e Angrizani et al. (2013) encontraram níveis significativos de variabilidade genética entre os indivíduos que compõem a população da Reserva Ducke e de outras localidades. Adicionalmente, informações coletadas com pesquisadores e técnicos de campo das reservas florestais supracitadas indicam a existência de três grupos de indivíduos (ecotipos), que seriam fenotipicamente distintos devido tanto a alterações fisiológicas, na morfologia de alguns órgãos e quanto ao teor de óleo. Desse modo, os possíveis grupos de indivíduos são identificados como “mulatinho”, “preciosa” e “itaúba”, respectivamente, do grupo com maior ao com menor teor de óleo (BASTOS, 1943), mas nenhum estudo confirmou essa hipótese até hoje.

Outra limitação para a implantação de plantios, reposição das reservas naturais e exploração de pau-rosa em modelos extrativistas racionais é a limitação natural de reprodução da espécie. O pau-rosa se propaga naturalmente por sementes, que são severamente predadas por pássaros e insetos antes da maturação (MAGALHÃES; ALENCAR, 1979) e por roedores após a maturação (SPIRONELLO et al., 2004). Uma árvore em frutificação produz aproximadamente 400 frutos, porém apenas poucas sementes podem ser coletadas, germinando entre 60 e 120 dias após o plantio, sendo que a porcentagem de germinação varia entre 37% a 91% (ALENCAR; FERNANDES, 1978; LOUREIRO et al., 1979). A propagação vegetativa por estaquia também é limitada, estudos revelaram que o índice de sobrevivência de estacas de pau-rosa é de 50% a 70%, quando obtidas de ramos juvenis, mas há pouca disponibilidade de matrizes para a produção de mudas em grande escala (SAMPAIO, 1987).

Freitas (2005) encontrou uma boa resposta morfogênica *in vitro* a partir de ápices caulinares, com a formação de um grande número de brotações, um alto índice de enraizamento *in vitro* e a formação de embriões somáticos a partir de calos friáveis, e se apresenta como a alternativa de propagação e produção de mudas em larga escala mais viável em curto prazo.

Considerando o contexto apresentado, o projeto “Esforço integrado de conservação, melhoramento genético e biotecnologia de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*, Ducke) e espécies relacionadas: Subsídios para o desenvolvimento sustentável e exploração racional da espécie” foi contemplado com a primeira colocação na Categoria Ambiental da Edição 2005 do Prêmio Professor Samuel Benchimol, outorgado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, em associação com outras entidades, entre elas a Federação das Indústrias do Estado do Pará (Fiepa).

O projeto propôs o estudo dos aspectos genéticos e propagativos, o desenvolvimento de produtos biotecnológicos, o fornecimento de suporte ao setor produtivo de óleo essencial de pau-rosa e uma contribuição para a conservação de populações naturais de espécies do gênero *Aniba*. O projeto pôde ser parcialmente implantado a partir de recursos captados junto ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e recursos próprios da Universidade Nilton Lins, Manaus, AM, mas parte de seus objetivos não foram executados por insuficiência orçamentária, devido ao pouco apoio financeiro dos órgãos de fomento. Não obstante, os resultados gerados pelo desenvolvimento do projeto foram muito promissores e contribuíram efetivamente para os objetivos propostos.

DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÕES BIOTECNOLÓGICAS, EXPLORAÇÃO SUSTENTÁVEL DA ESPÉCIE E GERAÇÃO DE RENDA

Apesar de ser considerada como o mais rico reservatório de diversidade biológica do planeta, a Amazônia, não só a brasileira, tem sofrido constantes incursões estrangeiras e bioprospecção ilegal de sua biodiversidade. Podemos observar ainda, nessa região, franco processo de desmatamento, ameaçando número inestimável de espécies à extinção. Devido à exploração desordenada, as populações naturais de pau-rosa foram praticamente dizimadas, existindo reduzido número de indivíduos remanescentes em reservas florestais, com conseqüente enfraquecimento de uma atividade econômica importante para a região.

Algumas ações isoladas de grupos de pesquisa e de órgãos governamentais têm contribuído para o conhecimento, a proteção e a conservação dessa espécie, mas ainda de forma incipiente. Atualmente o Ibama exige que as destilarias de óleo essencial realizem o plantio de 80 mudas por tambor (180 quilos) de óleo produzido, de acordo com a Instrução Normativa nº 09 de 2011, mas a escassez de oferta de mudas inviabiliza o cumprimento da lei e a instalação e manutenção dos plantios existentes. A redução das populações naturais e a baixa disponibilidade de matéria-prima para a extração de óleo essencial têm levado as destilarias a destilarem outras espécies aromáticas similares junto com o pau-rosa, o que tem comprometido a qualidade do óleo e provocado a redução do valor final e, até, a rejeição do produto pelo mercado.

Existe também um distanciamento entre o setor de pesquisa, que gera e detém as informações e as tecnologias para a conservação e exploração da espécie, com os outros setores interessados, como os órgãos governamentais, responsáveis pelas políticas e pela legislação referentes ao assunto, e o setor produtivo, representado pelas destilarias e as comunidades ribeirinhas que tradicionalmente exploram a espécie.

O distanciamento inviabiliza a aplicação de políticas eficientes quanto à conservação e manutenção da atividade econômica, comprometendo a cadeia produtiva do óleo essencial, com perdas expressivas para os ribeirinhos que fornecem a matéria-prima, às destilarias que processam o óleo e à economia regional, que perde divisas.

Desse modo, torna-se urgente o desenvolvimento de uma estratégia ampla e funcional, que priorize a investigação, a conservação da variabilidade da espécie, a seleção de progênies superiores, um modelo eficiente de propagação e produção de mudas em larga escala, e a articulação entre os grupos de pesquisa e os outros setores, representados pelos órgãos públicos, empresas privadas e comunidades ribeirinhas.

Assim, propomos no projeto agraciado com o Prêmio Professor Samuel Benchimol em 2005, como ações de importância estratégica para a região amazônica brasileira, o estudo da variabilidade genética e química remanescente da espécie, os mecanismos de regulação gênica da rota de biossíntese de linalol, a montagem de uma coleção de germoplasma representativa da espécie, a seleção de progênies superiores quanto ao teor e qualidade de óleo, o desenvolvimento de uma tecnologia eficiente para a produção de mudas em larga escala e a articulação para a aplicação das tecnologias geradas aos segmentos produtivos do óleo essencial de pau-rosa.

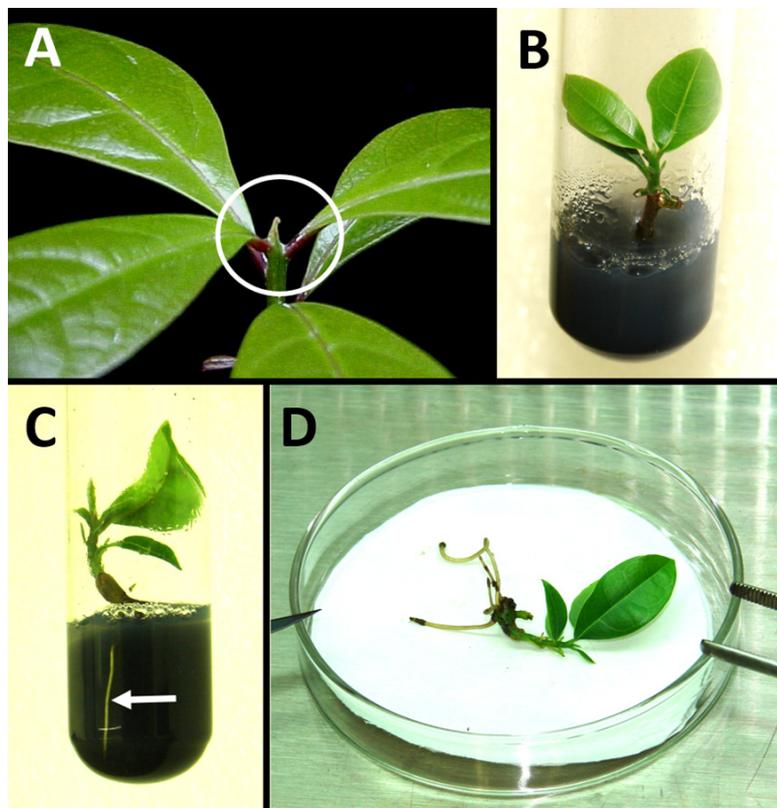
Partindo dos conhecimentos gerados até então sobre essa espécie, identificamos os principais pontos considerados críticos para a conservação de espécies do gênero *Aniba* e sua utilização econômica de modo sustentável. É um trabalho inovador para espécies nativas da Amazônia, de importância estratégica, ecológica, social e econômica. A seleção de progênies superiores e a disponibilidade de material vegetal para plantios, além de fornecer matéria-prima superior ao setor produtivo, contribuindo com a qualidade do produto final, com conseqüente agregação de valor, contribui de forma ativa para a redução da exploração e para a conservação das populações nativas, rompendo os limites acadêmicos na geração de tecnologia, levando o produto aos setores interessados para sua pronta aplicação.

A reestruturação dessa atividade econômica tem grande importância para a região, reaquentando os setores de produção de matéria-prima e processamento, gerando emprego e renda, com conseqüente melhoria de vida para as comunidades envolvidas com o projeto.

A coleção de germoplasma representativo de pau-rosa e das espécies relacionadas permite o fácil acesso de pesquisadores ao material vegetal, servindo de referência para pesquisas posteriores a serem desenvolvidas na região ou em outras partes do país. A obtenção da tecnologia de produção de mudas em larga escala e o plantio para a exploração de matéria-prima contribuem para a redução da pressão de exploração sobre as populações naturais remanescentes, permitindo também a reintrodução de germoplasma representativo em regiões onde a espécie já foi extinta.

Freitas (2005, 2011) e Veras (2007) demonstraram que o pau-rosa pode ser satisfatoriamente propagado *in vitro* a partir do cultivo de ápices caulinares, que quando enraizados podem ser transplantados para o solo, permitindo a produção de mudas em larga escala em estrutura adequada (figura 1). Essa tecnologia de propagação *in vitro* de pau-rosa, gerada a partir do desenvolvimento deste projeto, viabiliza a implantação de plantas de produção de mudas de pau-rosa em larga escala, seja por órgão governamental ou pela iniciativa privada.

Figura 1 – Produção de mudas *in vitro* de pau-rosa



A) Plântula de pau-rosa obtida a partir de germinação de semente mostrando em destaque o ápice caulinar. B) Desenvolvimento da parte aérea a partir do cultivo do ápice caulinar. C) Indução da formação das raízes, indicadas pela seta. D) Plântula completa obtida por cultura de ápices, pronta para ser transferida para o solo.

Fonte: Autores.

Coletivamente, conseguimos com a execução deste projeto demonstrar que as populações remanescentes de pau-rosa possuem significativa variabilidade genética, o que permite o estabelecimento de programas de melhoramento vegetal da espécie para a identificação de matrizes com bouquet de óleos de maior qualidade e maior produção de óleo essencial, assim como a propagação em larga escala destas matrizes, utilizando técnicas de cultivo *in vitro* de ápices caulinares. Com o investimento adequado, público e/ou privado, poderíamos viabilizar o estabelecimento de sistemas de plantio de pau-rosa em larga escala e o enriquecimento das populações naturais, onde o plantio, o manejo de populações naturais e a venda de matéria-prima se configuram como uma fonte de recursos importante para as comunidades ribeirinhas e pequenos produtores. O reaquecimento da estrutura de produção de óleo essencial de pau-rosa de alta qualidade aumentaria a atividade das destilarias, com consequente incremento na exportação e a venda do produto para outras regiões do país, podendo gerar um aporte financeiro bastante significativo para a região. É importante também salientar a necessidade de articulação entre os diversos setores interessados, técnico-científico, político e produtivo. A construção de políticas destinadas aos setores produtivos é mais adequada quando considerados os aspectos científicos, as tecnologias disponíveis e as necessidades dos produtores de matéria-prima e do setor industrial.

Em termos de desenvolvimento social, as comunidades envolvidas com a produção de pau-rosa e óleo essencial seriam beneficiadas. Os resultados do projeto podem ser aplicados às qualquer região da Amazônia, podendo beneficiar grande número de comunidades à medida que forem incorporando a tecnologia. Inicialmente os primeiros trabalhos foram feitos com as comunidades da Reserva Florestal Extrativista de Silves (AVIVE, Associação Vida Verde da Amazônia, Silves/AM - Brasil), na Flona Tapajós (Presidente Figueiredo/AM), na área de manejo florestal da Madeira Mil em Itaquatiara/AM e no município de Apuí/ AM, locais onde ainda existem populações naturais identificadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos e as metas previstas neste trabalho contemplaram os principais problemas relacionados à exploração do pau-rosa e de espécies relacionadas em um modelo sustentável, além da conservação dessas populações naturais. A conclusão dos trabalhos previstos neste projeto apresenta estratégias tecnológicas eficazes para a solução dos problemas identificados, rompendo os limites das instituições de pesquisa, pela articulação com setores de políticas públicas e o setor produtivo.

A coleção de germoplasma representativo de pau-rosa e das espécies relacionadas permitirá fácil acesso de pesquisadores ao material, servindo de referência para pesquisas posteriores a serem desenvolvidas na região. As progênies com alta capacidade de produção de óleo essencial, de qualidade superior, atenderão de maneira mais específica à necessidade da indústria, agregando valor ao produto regional e gerando renda ao produtor. A geração de uma tecnologia eficiente para a produção de mudas clonais de *A. rosaeodora* em larga escala permite o fornecimento de material de qualidade, mais homogêneo, e em quantidade suficiente para a implantação e manutenção dos plantios.

A construção de um amplo banco de dados disponibilizará informações sobre a variabilidade genética e química, propagação e regulação gênica da rota de síntese de linalol e pau-rosa. A articulação entre os diversos setores interessados, técnico-científico, político e produtivo permitirá a construção de políticas destinadas aos setores produtivos e mais adequadas, reestruturando uma atividade econômica significativa para a região, reaquecendo os setores de produção de matéria-prima e processamento, gerando emprego e renda para as comunidades envolvidas.

O fortalecimento dos esforços de conservação e o manejo sustentável da espécie reduzirão a pressão de exploração das populações nativas e permitirão a reintrodução de germoplasma representativo em locais e regiões onde a espécie foi extinta pela exploração desordenada. A compreensão dos mecanismos moleculares de síntese de linalol em pau-rosa fornecerá uma poderosa ferramenta para a indução de variações dos níveis produzidos pela planta.

O desenvolvimento do projeto também viabilizará a formação de recursos humanos para atuarem, de modo determinante, junto aos diversos setores: i) acadêmico, como novos pesquisadores; ii) político, como especialistas para a construção de políticas e legislação mais apropriadas para o setor; iii) produtivo, como técnicos capacitados para a aplicação de tecnologias e processos. A carência de informações, principalmente genéticas e ecológicas, sobre essas espécies, é o grande “gargalo” para o desenvolvimento de tecnologias apropriadas à exploração sustentável. A produção e a divulgação de informações científicas sobre esse grupo vegetal fornecerá subsídios para ações e outros trabalhos relacionados subsequentes.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela bolsa de Pós-Doutorado Prodoc junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), entre 2002 e 2004. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento ao projeto por meio dos editais 27/2005 e 57/2005. À Universidade Nilton Lins, Manaus, AM, pelos recursos destinados ao Laboratório de Biotecnologia Vegetal daquela instituição, e ao Prêmio Professor Samuel Benchimol, edição 2005, que ajudou a divulgar o projeto.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, J.C.; FERNANDES, N.P. Desenvolvimento de árvores nativas em ensaios de espécies. I. Pau-rosa (*Aniba dukei* Kostermans). *Acta Amazonica* v. 8, p.523-541, 1978.
- ANGRIZANI, R.C.; CONTIM, L.A.S.; LEMES, M.R. Development and Characterization of Microsatellite Markers for the Endangered Amazonian Tree *Aniba rosaeodora* (Lauraceae). *Applications in Plant Sciences*, v. 1, n. 9, 2013.
- ARAÚJO, V. C. et al. Óleos essenciais da Amazônia contendo linalol. *Acta Amazônica*, v. 1, p.45-47, 1971.
- BASTOS, A. M. O pau-rosa da industria da essência. *Rodriguesia*, v. 7, n. 16, p.45-54, 1943.
- CONTIM, L.A.S.; FREITAS, D.V.; CARVALHO, C.R. Nuclear DNA content and karyotype of rosewood (*Aniba rosaeodora*). *Genetics and Molecular Biology*, v. 28, n. 4, p.754-757, 2005.
- ERENO, D. Pau-rosa nº 5. Pesquisa Fapesp, n.111, 2005.
- FREITAS, D.V. *Caracterização genética e propagação in vitro de pau-rosa (Aniba rosaeodora Ducke)*. 2005. 58p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2005.
- FREITAS, D. V. et al. *Estabelecimento in vitro de pau-rosa (Aniba Rosaeodora Ducke): Efeito do Benomyl Como Regulador de Crescimento*. Enciclopédia Biosfera, v.7, n.13, p.789-796, 2011.
- GHELLARDINI C. et al. Local anaesthetic activity of the essential oil of *Lavandula angustifolia*. *Plant Med.* v. 65, p.700-703, 1999.
- IBAMA. Instrução Normativa nº 09, 25 de agosto de 2011.
- INOUE, S.; TAKIZAWA, T.; YAMAGUCHI, H. Antibacterial Activity of Essential Oils and Their Major Constituents Against Respiratory Tract Pathogens by Gaseous Contact. *J Antimicrob Chemoth.* v. 47, p.565-573, 2001.
- LEWINSOHN, E. et al. Enhanced levels the aroma and flavor compound s-linalool by metabolic engineering of the terpenoid pathway in tomato fruits. *Plant Physiology*, v. 127, p.1256-1265, 2001.
- LOUREIRO, A.A.; Silva, M.F.; Alencar, J.C. *Essências madeireiras da Amazônia*. Manaus: INPA, 1979.
- MAGALHÃES, L.M.S.; ALENCAR, J.C. Fenologia de pau-rosa (*Aniba dukei* Kostermans) Lauraceae em floresta primária na Amazônia Central. *Acta Amazônica*, v. 9, n. 2, p.227-232, 1979.
- PRANCE, G.T. Biogeography of neotropical plants. In: WHITMORE, T.C.; PRANCE, G.T. *Biogeography and quaternary history in tropical America*. Oxford: Clarendon Press, 1987. p. 175-196.
- ROSA, L.S. et al. Crescimento e sobrevivência de mudas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora Ducke*) oriundas de três procedências, em função de diferentes níveis de sombreamento, em condições de viveiro. *Boletim da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará*. FCAP, v. 28, p.37-62, 1997.

A tecnologia produtiva do pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) como aliada
ao desenvolvimento sustentável da região amazônica

- ROSA, M.S. et al. Antileishmanial Activity of a Linalool-Rich Essential Oil from Croton cajucara. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, v. 47, n. 6, p.1895-1901, 2003.
- SAMPAIO, P.T.B. *Propagação vegetativa do pau-rosa (Aniba rosaeodora Ducke) pelo método da estaquia*. 1987. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 1987.
- SANTOS, R. *Diversidade genética de populações de pau-rosa (Aniba rosaeodora Ducke)*. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2004.
- SCHNEIDER, S.; ROESSLI, D.; EXCOFFIER, L. *Arlequin* : a software for population data analysis (software). Geneva: University of Geneva, 2000.
- SIMIC, A. The chemical composition of some Lauraceae oils and their antifungal activities. *Phytother Res*, v. 18, n. 9, p.713-717, 2004.
- SPIRONELLO, W.R.; SAMPAIO, P.T.B.; RONCHI-TELES, B. Produção e predação de frutos em *Aniba rosaeodora* Ducke var. amazonica Ducke (Lauraceae) em sistema de plantio sob floresta de terra firme na Amazônia Central. *Acta Bot Bras*, v. 18, n. 4, p.801-807, 2004.
- TRIBUZI, E.S. et al. Importância do pau-rosa como alternativa de renda para pequeno produtor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRONOMIA, 30., 2017, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza, 2017. 6p.
- VERAS, Y.T. *Propagação in vitro e produção de mudas clonais de pau-rosa (Aniba rosaeodora Ducke)*. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Centro Universitário Nilton Lins, Manaus, 2007.