

CIÊNCIA E TECNOLOGIA APLICADA AOS
AGROECOSSISTEMAS
DA AMAZÔNIA CENTRAL

LUIZ AUGUSTO GOMES DE SOUZA | DANILO FERNANDES SILVA FILHO
CÉSAR AUGUSTO TICONA BENAVENTE | HIROSHI NODA

Editores



CIÊNCIA E TECNOLOGIA APLICADA AOS
AGROECOSSISTEMAS
DA AMAZÔNIA CENTRAL

LUIZ AUGUSTO GOMES DE SOUZA | DANILO FERNANDES SILVA FILHO
CÉSAR AUGUSTO TICONA BENAVENTE | HIROSHI NODA

Editores

PRESIDENTE DA REPÚBLICA
Michel Temer

MINISTRO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
Gilberto Kassab

DIRETOR DO INSTITUTO NACIONAL DE
PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
Luiz Renato de França

CIÊNCIA E TECNOLOGIA APLICADA AOS
AGROECOSSISTEMAS
DA AMAZÔNIA CENTRAL

LUIZ AUGUSTO GOMES DE SOUZA | DANILO FERNANDES SILVA FILHO
CÉSAR AUGUSTO TICONA BENAVENTE | HIROSHI NODA

Editores

1ª edição



Manaus

2018

**PROJETO GRÁFICO E
EDITORÇÃO ELETRÔNICA**

Rodrigo Verçosa

EQUIPE EDITORA INPA

EDITOR-CHEFE

Mario Cohn-Haft

PRODUÇÃO EDITORIAL

Rodrigo Verçosa

Shirley Ribeiro Cavalcante

Tito Fernandes

ESTAGIÁRIOS

Alan Alves

Alexsander Tenório

Brenda Costa

Júlia Figueiredo

Mariana Franco de Sá

Sabrina Oliveira Maciel

FICHA CATALOGRÁFICA

C 569 Ciência e tecnologia aplicada aos agroecossistemas da Amazônia
Central / Luiz Augusto Gomes de Souza... [et. al.]. -- Manaus :
Editora INPA, 2018.
283 p. : il. color.

ISBN 978-85-211-0176-5

1. Sistemas agrários. 2. Tecnologia. I. Souza, Luiz Gomes de.

CDD 630



editoraINPA

Editora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Av. André Araújo, 2936 – Cep : 69067-375 - Manaus – AM, Brasil
Fax : 55 (92) 3642-3438 Tel: 55 (92) 3643-3223
www.inpa.gov.br e-mail: editora@inpa.gov.br

PREFÁCIO

Este livro foi produzido no contexto do Projeto *Implantação de Unidades Demonstrativas Agroflorestais na Amazônia*¹, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Inpa, no Estado do Amazonas, Brasil. É uma apresentação de resultados científicos aplicados provenientes da colaboração interinstitucional que reúne parceiros de pesquisa, alguns já de longa data, que se debruçaram sobre as questões e desafios de produzir conhecimento agroecológico voltado ao bioma amazônico.

Esta produção que é fruto do ambiente acadêmico e científico é desenvolvida em consonância com as demandas atuais das populações tradicionais que manejam os recursos naturais do ambiente tropical úmido amazônico. Para compreender sua abrangência é preciso considerar os desafios de pesquisa e intervenção social em que os relatos se situam e os problemas socioambientais para os quais procura trazer contribuições relevantes. Nos referimos aqui a questões entrelaçadas, dentre as quais citamos: a derrubada e queima da floresta tropical; a expansão da fronteira agrícola brasileira; o esgotamento do solo em decorrência de práticas inadequadas de manejo; a influência das mudanças climáticas globais; e, a perda de recursos naturais comprometendo a conservação da água, do solo, da biodiversidade e da herança cultural das populações tradicionais com o consequente ciclo vicioso que se instala, exigindo a derrubada de novas áreas de floresta tropical.

São abordados neste conjunto de capítulos, práticas tecnológicas para a produção agrícola que tem como desafios reais as estratégias de desenvolvimento, implementação e transferência de conhecimentos relativos a sistemas sustentáveis de produção adequados às condições edafo-climáticas amazônicas de modo a disponibilizar recursos com baixo impacto ambiental com incremento da produtividade. As ações de interferência nessa realidade complexa demandam avanços científicos e tecnológicos para o desenvolvimento de técnicas e métodos que permitam contextualizar o conhecimento de modo válido e confiável. É isso que os resultados científicos aqui apresentados possibilitam: um maior conhecimento da agricultura na Amazônia, suas boas práticas e avanços técnicos promissores, para respaldar ações de transformação da realidade, influenciando as políticas públicas e a tomada de decisão por parte dos seus gestores.

1 Convênio Finep nº 01.14.0010.01.

A vocação agroflorestal na Amazônia é inegável e intrínseca aos seus diferentes ecossistemas, que, em sua riqueza e diversidade, espelham essa lógica da associação diversa com partição de benefícios mútuos. Assim, a perspectiva agroflorestal deve ser vista como prioritária até pelo potencial de contribuir para o desenvolvimento de atividades agrícolas produtivas na Amazônia, melhorando os indicadores socioeconômicos locais e garantindo, entre outros benefícios, a manutenção da sua integridade territorial. Os diferentes modelos conceituados como “Sistemas Agroflorestais” associam diversas formas de cultivo distribuídas espacial ou temporalmente, com ou sem consorciamento, manejando em uma mesma área as árvores, arbustos, ervas, cultivos agrícolas e/ou criações, contribuindo para a preservação da variabilidade genética dos recursos de agrobiodiversidade que reúne o conjunto das plantas cultivadas ou manejadas, contribuindo para a manutenção da “floresta em pé”.

Diversos fatores de ordem econômica, social, cultural e política ameaçam a plena adoção dessa perspectiva agroecológica, embora, como já mencionado, ela possibilite o desenvolvimento amazônico com base na preservação da biodiversidade e dos recursos naturais. Algumas iniciativas em curso na região tem falhado na plena compreensão dos intrincados mecanismos socioculturais e econômicos que se diferenciam no grande espaço amazônico, conduzindo ao uso predatório dos recursos, mesmo com o conjunto de conhecimento técnico-científico já existente. As políticas de difusão de tecnologia decorrente dos avanços científicos são uma estratégia para o desenvolvimento rural, aumento e melhoria da qualidade de vida das populações humanas e da produção agrícola em consonância com a conservação dos recursos, com a devida valorização dos saberes tradicionais. Assim, o diálogo entre o conhecimento científico e o tradicional, que caracteriza a pesquisa agroecológica, por meio da difusão tecnológica, se faz necessário e urgente para que as práticas produtivas resultantes de tal diálogo possam atender as necessidades fundamentais das populações e do mercado consumidor e com progressos na sustentabilidade, social, econômica e ambiental.

O projeto das unidades demonstrativas, alinhando-se a essa visão e propõe a implantação de Unidades Demonstrativas que contribuam para a popularização do conhecimento produzido nas áreas de: 1) produção de matéria prima de interesse do setor produtivo agrícola e industrial; e, 2) produção de alimentos, em especial aqueles de alto valor nutritivo, que são mantidos pelas populações tradicionais (segurança - soberania alimentar e empo-

deramento sociocultural). O desenvolvimento regional exige que as tecnologias sociais sejam pesquisadas, compartilhadas, transferidas e difundidas em escala, para estimular as ações agrofloretais inovadoras com consequente redução de desequilíbrios e desigualdades sociais.

A leitura dos resultados tecnológicos apresentados nesta obra, produzidos por instituições nacionais de C&T financiadas pelo povo brasileiro se destinam a todos (estudantes, pesquisadores, agricultores familiares, gestores e ao público em geral) que, de alguma forma, queiram, no transcorrer do século XXI, atualizar-se em estudos de relevância que contribuam para o progresso e o desenvolvimento de uma agricultura amazônica. Os avanços tecnológicos importam também para que as novas gerações recebam a mesma herança deixada pelos nossos antepassados ameríndios: a preservação da floresta tropical e de todos que ali tem o seu habitat.

Denise Machado Duran Gutierrez

Coordenadora de Tecnologia Social-COTS/COEX
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

APRESENTAÇÃO

Este livro identifica-se, em seu título e conteúdo, como a produção científica e tecnológica voltada à agricultura familiar na Amazônia Central. Os temas das pesquisas agronômicas realizadas no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Inpa, são direcionadas ao atendimento das necessidades da agricultura familiar por tratar-se de um setor extremamente importante para o desenvolvimento de uma agricultura amazônica estruturada sobre três pilares: Segurança Alimentar, Bem Estar da Sociedade Humana e Conservação dos Recursos Ambientais. Desse modo, docentes e discentes viabilizaram pesquisas voltadas ao uso e conservação dos bens comuns presentes nos agroecossistemas, principalmente os recursos genéticos vegetais do trópico úmido, com ênfase nas espécies amazônicas.

Os trabalhos, apresentados sob a forma de capítulos, são resultantes da parceria institucional entre o Inpa, dentro do Programa de Pós Graduação em Agricultura no Trópico Úmido (PPG-ATU) e Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic) com o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre – Ifac, de Rio Branco e o Centro de Energia Nuclear na Agricultura – Cena/USP, de Piracicaba, SP.

Nos três capítulos iniciais os temas abordados referem-se às tecnologias de conservação de produtos obtidos pelo cultivo ou manejo de duas espécies muito populares na Amazônia: o tucumã (*Astrocaryum aculeatum*, Arecaceae) e abóbora (*Curcubita* spp., Cucurbitaceae) e outra ainda pouco conhecida, o feijão-macuco (*Pachyrhizus tuberosus*, Fabaceae). Os resultados foram altamente satisfatórios e demonstram que as tecnologias avaliadas poderão ser adotadas imediatamente pelos agricultores familiares ou pequenos empresários.

Os estudos, voltados à olericultura, liderados pelo Prof. Danilo Fernandes da Silva Filho mostram que o cultivo de cariru (*Talinum triangulare*, Portulacaceae) em sistema produção hidropônica flutuante é viável na Amazônia e a couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*, Brassicaceae), conhecida como uma hortaliça de clima temperado, pode ser cultivada na Amazônia, com sucesso, desde que a semente utilizada seja da cultivar brasileira, criada pela Esalq/USP, Piracicaba Precoce.

Grupo de docentes e discentes liderados pelo Prof. Luiz Augusto Gomes de Souza, apresentam seis estudos importantes por estarem relacionados aos agroecossistemas amazônicos, tratam-

do do uso de espécies leguminosas para melhoria, recuperação e conservação dos solos na Amazônia. No estudo desenvolvido com o Prof. Luiz Antônio de Oliveira, foi estimado a riqueza de filótipos de diferentes grupos bacterianos em solos de terra Preta de Índio – TPI e Latossolo Amarelo. Os resultados mostraram que o ambiente de Terra Preta apresentou maior riqueza de filótipos de Gammaproteobacteria, comparado ao Latossolo Amarelo.

Os estudos realizados pelo grupo liderado pela Profa. Sonia Sena Alfaia evidenciaram a elevada diversidade florística dos quintais agroflorestais mantidos na Terra Indígena Kwatá-Laranjal, em Borba, AM. Já no baixo rio Amazonas, os resultados mostraram que o adensamento das plantas representa um modelo promissor para a Heveicultura devido à diversificação produtiva. Por outro lado, os resultados obtidos nas pesquisas sobre a adição de adubo verde em Gleissolo da Amazônia evidenciaram resposta positiva no cultivo da alface mediante a aplicação de 10 t ha⁻¹ de biomassa fresca de leguminosas.

Os dois estudos realizados pelo grupo liderado pela Profa. Rosalee Albuquerque Coelho Neto evidenciaram que o extrato bruto aquoso de casca-preciosa (*Aniba canelilla*, Lauraceae), pimenta longa (*Piper aduncum*, Piperaceae), hidrolatos de pimenta longa, pau-rosa (*Aniba roseodora*), macacaporanga (*A. parviflora*) e óleo essencial e infusão de pimenta longa foram eficientes na redução da incidência e severidade da antracnose provocada por *Colletotrichum apaethianum* em cebolinha. Em outra pesquisa foi demonstrada que a inoculação do isolado ALF247 de tricoderma (*Trichoderma martiale*) como agente biológico tem potencial no controle da podridão parda causada por *Phytophthora palmivora* em frutos do cacauero.

Em quatro capítulos, o grupo de pesquisa liderado pelo Prof. Jorge Hugo Iriarte-Martel, relata os resultados obtidos em solos da Amazônia Central com acerola (*Malpighia glabra*, Malpighiaceae) e espécies cítricas (*Citrus* spp., Rutaceae) que evidenciam a boa adaptação da acerola na Terra Preta e em Latossolo. A laranja Pera mostrou-se exigente quanto à fertilidade do solo e apresentou maior produtividade quando os frutos foram colhidos na época chuvosa. O limoeiro Taiti, apesar de produzir frutos com maior volume de suco em solo de terra Mulata, apresentou maior produtividade em solo de Terra Preta. Os resultados do estudo sobre a presença da doença “declínio” em laranjeiras doces enxertadas em porta-enxertos limoeiros Cravo e Volkameriano evidenciaram que as plantas obtidas com o uso do porta enxerto de limão Cravo apresentaram

maior susceptibilidade à doença. A pesquisa fitotécnica a respeito da propagação da espécie ornamental alpínia (*Alpinia purpurata*, Zingiberaceae) evidenciou que a propagação vegetativa é possível por rizomas, preferencialmente, com uma gema lateral.

No capítulo de autoria dos professores Wander Chaves Flores e Kaoru Yuyama acerca da técnica de propagação assexual da pupunheira (*Bactris gasipaes*, Arecaceae) é descrita a técnica de propagação vegetativa por meio dos perfilhos pela divisão das touceiras, de modo a realizar a multiplicação de plantas “elite” selecionadas. Os autores concluem que a técnica designada “Método Carbenchal” pode ser utilizada em outras espécies de palmeiras que emitem perfilhos.

Por fim a pesquisa desenvolvida pelo Prof. Henrique dos Santos Pereira, voltada ao tema “cadeia produtiva” de fibras vegetais no Amazonas teve como objetivo identificar os principais fatores que limitam e ameaçam a expansão da cadeia produtiva da malva (*Urena lobata*, Malvaceae) no estado do Amazonas. A análise dos dados da pesquisa evidenciou estagnação do setor e desestruturação da cadeia produtiva que poderá ser superado com medidas conjunturais e estruturais baseadas em ações cooperativas estabelecidas entre o setor produtivo, indústrias e o poder público.

Hiroshi Noda

Pesquisador

Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/Nerua - Núcleo de Estudos Rurais e Urbanos Amazônico

Universidade Federal do Amazonas/Núcleo de Etnobiologia e Etnoecologia da Amazônia Brasileira

SUMÁRIO

01. TECNOLOGIA DE CONSERVAÇÃO DA POLPA DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum* G. MEY.) MINIMAMENTE PROCESSADA. Nathalia Siqueira FLOR, Glauber Jacaúna XISTO, Danielle Milene Sá dos ANJOS, Jerusa de Souza ANDRADE 13 - 20

02. QUALIDADE E ACEITABILIDADE DE FARINHAS DE ABÓBORAS (*Curcubita* SPP., CURCUBITACEAE). Jerusa de Souza ANDRADE, Kátia Maria OLIVEIRA, Danielle Milene Sá dos ANJOS, Glauber Jacaúna XISTO 21 - 34

03. PRODUÇÃO ARTESANAL DE FARINHA E AMIDO A PARTIR DE RAÍZES DE FEIJÃO-MACUCO (*Pachyrhizus tuberosus*, FABACEAE). Edinei Santos da SILVA 35 - 44

04. CULTIVO DO CARIRU (*Talinum triangulare* (JACK.) WILLD.), EM SISTEMA DE PRODUÇÃO HIDROPÔNICO FLUTUANTE. Fábio Sebastião ARAÚJO, Danilo Fernandes da SILVA FILHO, Luiz Augusto Gomes de SOUZA 45 - 58

05. DESEMPENHO DE CULTIVARES DE COUVE-FLOR DE VERÃO NA AMAZÔNIA CENTRAL. Rafaela Noel SERUDO, Danilo Fernandes da SILVA FILHO 59 - 70

06. CONTROLE ALTERNATIVO DA ANTRACNOSE EM CEBOLINHA (*Allium fistulosum* L.) UTILIZANDO PRODUTOS DERIVADOS DE VEGETAIS. Kamila Freire Araujo SANTANA, Rosalee Albuquerque COELHO NETTO, Luiz Alberto Guimarães de ASSIS e Rogério Eiji HANADA 71 - 80

07. TÉCNICA PRÁTICA DE PROPAGAÇÃO ASSEXUAL DA PUPUNHEIRA (*Bactris gasipaes*) - “O MÉTODO CARBENCHAL”. Wanders Benjamin CHÁVEZ-FLORES, Kaoru YUYAMA, Raimundo Gonçalves da SILVA 81 - 88

08. ADUBAÇÃO VERDE COM LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM PUPUNHEIRA (*Bactris gasipaes*) NA AMAZÔNIA CENTRAL. Augusto Cruz de MEIRELLES, Luiz Augusto Gomes de SOUZA 89 - 99

09. PRODUÇÃO DE ACEROLA (*Malpighia emarginata* DC.) EM DIFERENTES SOLOS DA AMAZÔNIA CENTRAL. Jorge Hugo IRIARTE MARTEL, Bruno Araújo CRUZ, Newton Paulo de Souza FALCÃO 101 - 109

10. PRESENÇA DE “DECLÍNIO” EM LARANJEIRAS-DOCES ENXERTADAS NOS PORTA-ENXERTOS LIMOEIROS ‘CRAVO’ E ‘VOLKAMERIANO EM MANAUS’. Jorge Hugo IRIARTE MARTEL, Luiz Alberto Guimarães de ASSIS, Charles Roland CLEMENT 111 - 119

11. EFEITO DA ÉPOCA DE COLHEITA E DO TIPO DE SOLO NA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DE LARANJA E LIMÃO NA AMAZÔNIA CENTRAL. Jorge Hugo IRIARTE MARTEL, Mozar Alves GONDIM NETTO, Newton Paulo de Souza FALCÃO 121 - 132

12. EFEITO DA INOCULAÇÃO FÚNGICA DE *Trichoderma martiale* COMO AGENTE BIOCONTROLE CONTRA PODRIDÃO PARDA DO CACAUEIRO. Rogério Eiji HANADA, Igor Bahia COSTA 133 - 142

13. MÉTODOS PRÉ-GERMINATIVOS PARA SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DAS SEMENTES DE CINCO ESPÉCIES DE *Chamaecrista* (FABACEAE, CAESALPINIOIDEAE). Luiz Augusto Gomes de SOUZA, Augusto Cruz de MEIRELLES 143 - 154
-
14. EFEITO DO SUBSTRATO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MANJERIOBA (*Senna occidentalis*) EM CONDIÇÕES CONTROLADAS. Adinã de Oliveira MATOS, Luiz Augusto Gomes de SOUZA, José Nestor de Paula LOURENÇO..... 155 - 164
-
15. PRÁTICAS FITOTÉCNICAS PARA A PROPAGAÇÃO DE *Alpinia purpurata* (ZINGIBERACEAE) POR RIZOMAS. Jorge Hugo IRIARTE MARTEL, Marcelo Domingues Martins RAIZER 165 - 173
-
16. EFEITO DA ADUBAÇÃO VERDE NO SUPRIMENTO DE NITROGÊNIO PARA PRODUÇÃO DE ALFACE EM GLEISSOLO DA AMAZÔNIA CENTRAL. Marta Iria da Costa AYRES, Zalina da Rocha RODRIGUES FILHA, ADELAIDE MORAES DA MOTA, SÔNIA SENA ALFAIA 175 - 186
-
17. POTENCIAL DE FABACEAE DE HÁBITO LIANESCENTE PARA USO COMO ADUBO VERDE EM ÁREAS DE TERRA FIRME DA AMAZÔNIA CENTRAL. Adilson Rodrigues DANTAS, Luiz Augusto Gomes de SOUZA, Manoel Cursino LOPES, Augusto Cruz de MEIRELLES, Manoel Paulino da COSTA FILHO 187 - 198
-
18. RIQUEZA DE COMUNIDADES BACTERIANAS REVELADA POR PCR-DGGE EM TERRA PRETA E LATOSSOLO CULTIVADOS COM FRUTÍFERAS NA AMAZÔNIA CENTRAL. Bianca Galúcio PEREIRA, Acácio Aparecido NAVARRETE, Luiz Antonio de OLIVEIRA, Siu Mui TSAI..... 199 - 205
-
19. ETNOBOTÂNICA EM QUINTAIS AGROFLORESTAIS DA TERRA INDÍGENA KWATÁ-LARANJAL, EM BORBA, AMAZONAS. Mateus Vieira da Cunha SALIM, Robert Pritchard MILLER, Sonia Sena ALFAIA 207 - 217
-
20. COMUNIDADE FORMICIDAE (INSECTA: HYMENOPTERA) EM PLANTIOS DE ENRIQUECIMENTO FLORESTAL COM LEGUMINOSAS ARBÓREAS NA AMAZÔNIA CENTRAL. Lucille Marilyn Kriger ANTONY, Luiz Augusto Gomes de SOUZA, José da Silva VILHENA 219 - 234
-
21. RECUPERAÇÃO DE AGROSSISTEMAS DA AMAZÔNIA CENTRAL COM O PLANTIO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS. Marco Aurélio de Carvalho SILVA, Luiz Augusto Gomes de SOUZA..... 235 - 245
-
22. SELEÇÃO DE ESTIRPES DE RIZÓBIOS PARA INGÁ-DE-METRO (*Inga edulis* MART.) EM DUAS CLASSES DE SOLOS DA AMAZÔNIA CENTRAL. Naiana Marinho de SOUZA, Luiz Augusto Gomes de SOUZA 247 - 257
-
23. AVALIAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DE FIBRAS VEGETAIS NO AMAZONAS: OPORTUNIDADES E AMEAÇAS. Karine da Silva ARAÚJO, Henrique dos Santos PEREIRA 259 - 272
-
24. ECOLOGIA E PRODUTIVIDADE DE SERINGAIS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS PRÓXIMOS A CURSOS D'ÁGUA NO MÉDIO RIO AMAZONAS. Etelvino Rocha ARAÚJO, Peter WIMMER, Marilane NASCIMENTO IRMÃO, Newton Paulo de Souza FALCÃO, Sônia Sena ALFAIA 273 - 283
-

TECNOLOGIA DE CONSERVAÇÃO DA POLPA DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum* G. MEY.) MINIMAMENTE PROCESSADA

Nathalia Siqueira FLOR¹, Glauber Jacaúna XISTO¹,

Danielle Milene Sá dos ANJOS², Jerusa de Souza ANDRADE³

¹ Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – PPG-ATU/Inpa, Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis, Manaus, AM. Caixa Postal 2223, CEP: 69080-971, e-mail: nathaliaflo@gmail.com; glauber_xt@hotmail.com;

² Secretaria de Estado de Produção Rural, Avenida Buriti, 1850, Distrito Industrial, Manaus, AM. CEP 69.075-000, e-mail: danimilene@hotmail.com;

³ Coordenação de Tecnologia e Inovação – Coti/Inpa, e-mail: andrade@inpa.gov.br.

Palavras-chave: Arecaceae, Fruticultura, Polpa de fruta, Processamento, Comercialização.

INTRODUÇÃO

No variado estoque genético de espécies de fruteiras tropicais, o tucumã (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey) é uma espécie da família botânica Arecaceae, nativo da Região Norte do Brasil, que produz frutos com casca esverdeada e polpa amarela (Figura 1a), e é uma das mais populares espécies frutíferas amazônicas. A comercialização de frutos de tucumã é feita em feiras livres, durante o ano todo (Figura 1b). A polpa é bastante apreciada e consumida principalmente na forma de fatias ou lascas extraídas manualmente com auxílio de instrumentos cortantes. A polpa é vendida em feiras, padarias e cafés regionais, servida como recheio para pães, acompanhados de queijo e/ou banana pacovã frita (Figura 1c), compondo, assim, um sanduíche conhecido como “X-caboclinho” (Didonet, 2012). A maioria dos empreendimentos que fornecem os produtos do tucumã não obedecem as condições de higiene sanitárias fundamentais para manter a sua qualidade física, fisiológica, microbiológica e sensorial durante o processamento (Figura 1d), o que potencializaria o tempo de preservação do produto.

Segundo Saltveit (1997), frutos e hortaliças minimamente processados, também conhecido como *fresh-cut*, são alimentos que passaram por determinada manipulação que alterou a sua aparência para o consumo. São alimentos que foram descascados, picados, ralados, dentre outros processos, porém mantidos no estado

fresco, preservados por maiores prazos e ativos do ponto de vista metabólico.

O emprego de técnicas de processamento mínimo, causa modificações físicas e fisiológicas que afetam a viabilidade e a qualidade dos produtos. Considerando-se a preservação e prolongamento da viabilidade desses alimentos para o consumo, os produtos minimamente processados devem ser mantidos frescos e com a qualidade preservada por um período razoável de tempo. Entretanto, é possível que algumas alterações ocorram porque

os cortes das frutas provocam danos mecânicos que aumentam sua perecibilidade, reduzindo a vida útil desses alimentos (Bastos 2006; Moretti 2007; Cenci 2011). Outro fator importante a ser considerado na qualidade de alimentos minimamente processados é a contaminação microbológica durante a manipulação e preparo dos produtos. Deste modo, as frutas e hortaliças minimamente processadas exigem condições adequadas de higiene, acondicionamento e embalagem, durante seu preparo e beneficiamento.



Figura 1. Características da cadeia produtiva e econômica do tucumã (*Astrocaryum aculeatum*): fruto e polpa (a), produto exposto para venda em feiras livres (b), X-caboclinho, o sanduíche de tucumã (c) e descasque e despolpa praticados em feiras livres (d).

Fonte: <http://www.arara.fr/BBTUCUMA.html>; <https://come-se.blogspot.com.br/2008/04/frutas-amaznicas-parte-1-coquinhos.html>

ETAPAS DO PROCESSAMENTO MÍNIMO DO TUCUMÃ

As etapas do processamento mínimo do tucumã, estão esquematizadas na Figura 2. É importante que o ambiente onde os frutos serão manipulados e processados esteja limpo, arejado e livre de possíveis focos de contaminação. O manipulador deve usar sapatos fechados, roupas limpas, luvas, toucas, máscaras, instrumentos esterilizados e sempre respeitar os procedimentos de manipulação e higiene.

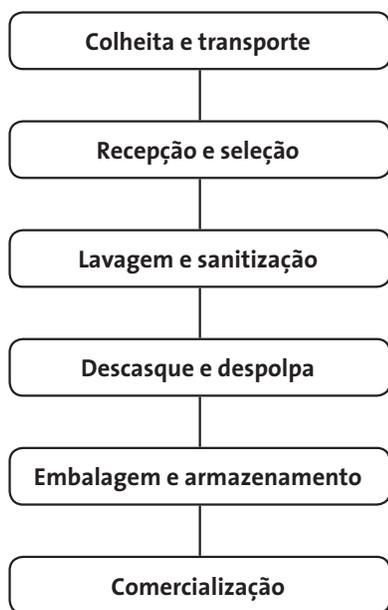


Figura 2. Etapas sugeridas para o processamento mínimo do tucumã (*Astrocaryum aculeatum*).

A COLHEITA E O TRANSPORTE DE FRUTOS DE TUCUMÃ

O fruto de tucumã, utilizado no processamento, deve ser colhido no ponto de maturação denominado “de vez”. Os

frutos coletados precisam apresentar a casca lisa, brilhante e a coloração verde amarelada típica de muitas variedades.

Após a colheita, os frutos de tucumã são, geralmente, transportado a granel em sacas de 20 kg. Nesta etapa, recomenda-se que sejam acondicionados, cuidadosamente, em caixas de plástico ou madeira, para evitar choques e abrasões que provoquem injúrias. Como são frutos de clima-tério, ou seja que completam a maturação após a colheita, o transporte precisa ser imediato, preferencialmente de manhã cedo, nas horas mais frescas do dia. Os procedimentos pós-colheita visam preservar as qualidades físicas, químicas e organolépticas da polpa da fruta. Os frutos de tucumã recém-colhidos têm alguma resistência e podem ser armazenados em condições favoráveis por alguns dias, antecedendo seu transporte e processamento. A preservação de sua qualidade é favorecida em locais ventilados ou em câmaras frias, precedendo a sequência de etapas do seu processamento.

A RECEPÇÃO E SELEÇÃO DOS FRUTOS DE TUCUMÃ

Após o transporte e chegada à área de recepção, os frutos devem ser selecionados, pela boa aparência. Recomenda-se, realizar uma pré-lavagem em água corrente para eliminar resíduos de terra ou a presença de insetos antes dos procedimentos de resfriamento.

Na classificação dos frutos, os critérios considerados são: a conformidade do grau de maturação, o tamanho, a sanidade e a presença de injúrias mecânicas. É importante descartar aqueles que

tiverem danos mecânicos, podridões e/ou defeitos que potencialmente afetarão a qualidade do produto final (Figura 3), com conseqüente redução do preço de venda. Esses procedimentos, contribuem para evitar a contaminação dos frutos, viabilizando as etapas subsequentes do mínimo processamento.

Os frutos, depois de selecionados, devem ser mantidos em local fresco, limpo e longe de focos de contaminação. Após

a colheita, o processamento do tucumã deve ser realizado o mais breve possível, pois estes são bastante perecíveis e tem um período de viabilidade muito estreito, tornando ainda mais importante os procedimentos adotados nesta etapa relacionada com a cadeia produtiva dos frutos. Nos frutos colhidos em pré-maturação o período de viabilidade é em torno de uma semana.



Figura 3. Seleção de frutos de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*). Amostra de frutos de uma colheita (a), alguns com sinais de injúrias ou danos mecânicos (b), limpeza e separação das partes indesejáveis, especialmente o cálice (c) e, classificação através da coloração (d).

Fotos: Glauber Xisto.

LAVAGEM E SANITIZAÇÃO DOS FRUTOS DE TUCUMÃ

A lavagem dos frutos de tucumã deve ser feita em água corrente, escovando-os com detergente neutro por pelo menos 10 minutos e, em seguida, novamente enxaguados, removendo-se os resíduos do produto. A combinação de água com ação mecânica de escovação promove a retirada das sujeiras da superfície e redução da população microbiana inicial que ali se estabelece. É preciso se certificar de que a água corrente seja pura e de qualidade, caso contrário, a própria água torna-se uma fonte de contaminação.

Para a sanitização dos frutos, utilizam-se sanitizantes compostos clorados, ácido peracético e peróxido de hidrogênio. Alternativamente, os compostos clorados, como água sanitária e cloraminas orgânicas são muito eficientes, de fácil aquisição no mercado e de menor custo. Com esta opção, recomenda-se que os

frutos do tucumã seja imersos em solução de 10 mL de água sanitária para 1 L de água (solução a 1 %) por aproximadamente 15 minutos (Figura 4). Em seguida, os frutos podem ser transferidos para uma peneira e devem ser lavados novamente, se possível em água corrente, e escovados, para remover os resíduos do produto sanitizante.

Os procedimentos de lavagem e sanitização dos frutos de tucumã são uma importante etapa das atividades para o processamento mínimo. Santos (2005) e Canto (2006) mostraram que o tucumã beneficiado por pequenos cuidados de higienização, ao se manipular a polpa e o fruto, foram importantes para evitar e minimizar a contaminação microbiana. Os procedimentos adotados como a lavagem e a sanitização não eliminaram totalmente a contaminação microbiana, mas reduziram as populações de bactérias aeróbicas mesófilas por grama de polpa de tucumã.



Figura 4. Etapa de limpeza no processamento mínimo de frutos de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*), pela imersão em solução sanitizante.

Foto: Nathalia Flor.

DESCASQUE E DESPOLPA DOS FRUTOS DE TUCUMÃ

Depois da lavagem, sanitização e drenagem natural dos frutos de tucumã, estes são descascados e despolpados. Os procedimentos adotados adequadamente nesta etapa do processamento mínimo do descasque e despolpa dos frutos são fundamentais para minimizar a transferência de microrganismos da superfície externa para a polpa. Para o tucumã, o descasque e a despolpa são feitos manualmente. A adequabilidade de uso de um método mecânico alternativo, precisa ser avaliada, considerando a intensidade dos danos que um dado equipamento pode causar às frutas, pode servir de entrada para grupos de microrganismos heterotróficos deterioradores que comprometerão a qualidade do produto, e, também, para o grupo de microrganismos patogênicos, que são potencialmente um problema de saúde pública. Na ausência de maiores pesquisas sobre alternativas mecânicas de descasca e despolpamento, recomenda-se a adoção do método manual (Figura 5).



Figura 5. Procedimentos manuais de descasque e despolpa no processamento mínimo de frutos tucumã (*Astrocaryum aculeatum*).

Foto: Nathalia Flor.

Para estabelecer um procedimento mais adequado de descasque e despolpa de frutos de tucumã há necessidade que a atividade se desenvolva em ambiente climatizado, utilizando-se facas com lâminas afiadas e de aço inoxidável, previamente sanitizadas. Especificamente para estes frutos, sugere-se que o cálice e as pontas sejam eliminadas e que o fruto seja cortado regularmente de forma longitudinal, para a retirada da polpa em forma de fatias.

EMBALAGEM E ARMAZENAMENTO DA POLPA BENEFICIADA DO TUCUMÃ

Obedecido os procedimentos anteriores do processamento mínimo, para obtenção da polpa beneficiada do tucumã, esta deve ser imediatamente embalada, para assegurar a proteção do produto contra possíveis alterações provocadas pelo meio ambiente e como prevenção para o retardamento de uma contaminação microbiana. É importante que as embalagens estejam limpas e sejam datadas. A segurança e a qualidade desses produtos podem ser afetadas pelo tipo de embalagem e também é condicionada pelo ambiente. Após a embalagem, a polpa do tucumã deve ser armazenada em local refrigerado, a aproximadamente a 4°C, o que é possível em geladeiras ou freezers.

Cardoso (2014) estudou diferentes tipos de embalagens para a melhor conservação da polpa do tucumã, e concluiu que utilizando a embalagem de média densidade com vácuo e armazenado a 4°C a conservação pode atingir 19 dias, sem diferir das características nutricionais do fruto *in natura* (Figura 6).

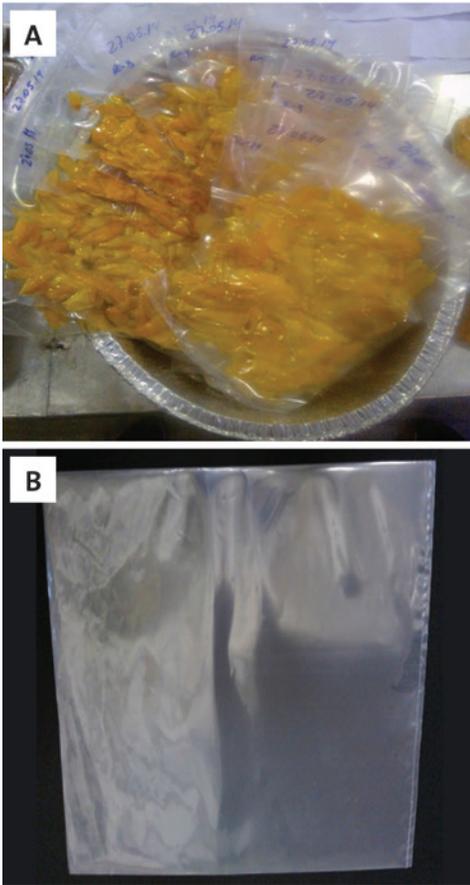


Figura 6. Polpa de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) minimamente processada (a) e conservada em embalagem de média densidade à vácuo (b).

Fotos: Cardoso, 2014

COMERCIALIZAÇÃO DA POLPA DE TUCUMÃ MINIMAMENTE PROCESSADA

Como todas as espécies frutíferas em estágios iniciais de domesticação, e cuja produção ainda decorre em grande parte de populações naturais existentes na Amazônia Central, os frutos de tucumã são comercializados em feiras livres das cidades destas regiões (Viana 2010; Di-

donet, 2012). As feiras livres, geralmente são ambientes que não apresentam as melhores condições sanitárias, e isso limita a venda do fruto de tucumã por alguns poucos dias após a colheita. Por isso, recomenda-se que após sua aquisição este deve ser lavado, sanitizado e despulpado tomando todos os cuidados de higiene.

Similarmente, a comercialização da polpa do tucumã é feita nas mesmas condições impróprias de higiene reduzindo o tempo de viabilidade do produto. Portanto, as práticas recomendáveis a serem adotadas nestes lugares incluem: utilizar embalagens que facilitem a exposição do produto aos consumidores, facilitando sua identificação; evitar a iluminação excessiva e refrigerar.

CONCLUSÕES

A polpa de tucumã quando manipulada em condições higiênico-sanitárias otimizadas, associada ao transporte adequado dos frutos, embalagem apropriada (de média densidade), acondicionamento a vácuo e temperatura baixa (4°C), promoverá o seu armazenamento por até três semanas em geladeira, conservando as características físicas, nutricionais e sensoriais de um alimento fresco e oferecido para o consumo *in natura*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bastos, M.S.R. 2006. *Processamento mínimo de frutas*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, Distrito Federal, 38 p. - (Agroindústria Familiar).

- Canto, A.R. 2006. *Influência da lavagem e sanitização do fruto e temperatura do local de processamento na qualidade microbiana da polpa do tucumã*. Trabalho de iniciação científica. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - Inpa/Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - Pibic, Manaus, AM, 12p.
- Cardoso, M.S. 2014. *Efeito da atmosfera de estocagem nos atributos sensoriais do tucumã minimamente processado e estocado sob refrigeração*. Trabalho de iniciação científica. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - Inpa/Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - Pibic, Manaus, AM.
- Cenci, S.A. (Coord.). 2011. *Processamento mínimo de frutas e hortaliças: Tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem*. Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, 144p.
- Didonet, A.A. 2012. *O mercado de um produto florestal não madeireiro e o resíduo sólido gerado pela sua comercialização: o caso do tucumã (Astrocaryum aculeatum G. Mey.) nas feiras de Manaus*. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, Amazonas. 67p.
- Moretti, C.L. 2007. Panorama do processamento mínimo de frutas e hortaliças. In: Moretti, C.L. *Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças*. Embrapa Hortaliças, Brasília, Distrito Federal, p. 27-40.
- Saltveit, M.E. 1997. Physical and physiological changes in minimally processed fruits and vegetables. In: Tomás-Barberan, F.A.; Robins, R.J. (Eds.). *Phytochemistry of fruit and vegetables*. Oxford University Press, London, p. 205-220.
- Santos, L.B. 2005. *Avaliação Microbiológica de polpa de tucumã (Astrocaryum tucuma) comercializada em Manaus*. Trabalho de iniciação científica. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA/Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - Pibic, Manaus, AM. 13p.
- Viana, A.L. 2010. Aspectos gerais da comercialização do tucumã nas feiras da cidade de Manaus, Amazonas. *Resumo dos Anais do I Seminário Internacional de Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia*, Manaus, AM. 8p.

QUALIDADE E ACEITABILIDADE DE FARINHAS DE ABÓBORAS (*Curcubita* SPP., CURCUBITACEAE)

Jerusa de Souza ANDRADE¹; Kátia Maria OLIVEIRA²;
Danielle Milene Sá dos ANJOS³; Glauber Jacaúna XISTO⁴

¹ Coordenação de Tecnologia e Inovação, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - Coti/Inpa, Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis. Manaus, AM. Caixa Postal 2223, CEP: 69080-971, e-mail: andrade@inpa.gov.br;

² Inpa/Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, e-mail: katia.enes@hotmail.com;

³ Secretaria de Estado da Produção Rural do Amazonas - Sepror/AM, Av. Buriti, 1850, Manaus, AM, danimilene.sepror@hotmail.com;

⁴ Inpa, Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido/PPG-ATU, e-mail: glauber_xt@hotmail.com

Palavras-Chave: Olericultura, Tecnologia de descasque, Análise Sensorial, Rendimento.

INTRODUÇÃO

A abóbora (*Cucurbita* spp., Curcubitaceae), popularmente chamada “abóbora-madura” é importante na alimentação do brasileiro por fazer parte dos seus hábitos alimentares e ter grande aceitação. É uma olerícola que pode ser encontrada durante todo o ano nos mercados e feiras com preço acessível e tem mais durabilidade do que muitos legumes, frutos e hortaliças. A abóbora-madura pode ser utilizada na culinária em várias preparações, tais como, acompanhada de camarão e carne seca, em cozidos junto com carne e outros legumes, como purê ou simplesmente cozida para consumo em saladas ou acompanhada de café. As preparações salgadas respondem pela maioria do consumo, e de forma restrita, embora com muitas potencialidades, vêm os doces e vitaminadas. Os principais nutrientes encontrados nas abóboras são os carboidratos, carotenoides, fibras e minerais, e, em menor quantidade, as proteínas e os lipídios (Taco 2011).

Na Amazônia brasileira, a abóbora é cultivada para subsistência (Silva et al. 2013), mas também é fonte de renda, e no contexto da agricultura familiar, tem assistência técnica e apoio dos programas governamentais. A produção de abóboras é direcionada para os centros urbanos, sobretudo Manaus, onde a comercialização é feita em feiras fixas ou itinerantes, supermercados, mercadinhos e outros locais de comercialização de alimentos. No varejo, as abó-

boras pequenas são vendidas inteiras e as maiores cortadas para a venda fracionada.

Mesmo considerando sua importância para o fornecimento de alimentos para uso nas cidades, as atividades de pesquisa e desenvolvimento ainda são insipientes para contemplar a agricultura familiar. Desse modo, as estratégias relacionadas com a produção e processamento de produtos ocupam o primeiro e o segundo lugar das prioridades nas políticas públicas (Souza Filho & Batalha 2005), o que não reduz sua importância equivalente.

No passado, a produção agropecuária brasileira era de principalmente de subsistência. e atualmente, com o aumento da produção e da população, com decorrente mudança dos hábitos de vida, os processos de produção, industrialização e comercialização de produtos se estabeleceram de modo mais proeminente (Gava et al. 2008). O aumento da produção e o alto grau de perecibilidade dos produtos agrícolas evidenciam a necessidade de agregar valor e de conservação, especialmente de alimentos. Ademais, a distância entre os centros de produção e de consumo, levam a necessidade do processamento e escoamento de alimentos já estabilizados. No contexto da agricultura familiar, os alimentos produzidos e processados se deparam com os paradigmas competitivos no mercado consumidor e há a dificuldade de equiparar as ações de produção com as de processamento em larga escala levando a necessidade de novas tecnologias (relacionadas a equipamentos, ingredientes e aditivos) de última geração (Souza Filho & Batalha 2005). Para alcançar os mercados, efetuado o processamento da produção, os alimentos necessitam sair de seu local

de origem com canais de comercialização e destino assegurados.

Na procura por tecnologias simples e aplicáveis aos produtos, como o uso da desidratação para conservação da abóbora foi realizada uma pesquisa para avaliar os efeitos da presença da casca e do tempo de tratamento térmico nas características sensoriais e na aceitabilidade da farinha de abóbora.

PROCESSAMENTO DAS FARINHAS DE ABÓBORA-MADURA

As abóboras utilizadas neste estudo apresentavam tamanho e formato variável e foram adquiridas na feira conhecida como “Manaus-Moderna”. Os estudos foram conduzidos no Laboratório de Tecnologia de Alimentos do Inpa, em Manaus, AM. Para o processamento dos frutos foram utilizadas abóboras com e sem casca, e considerados vários tempos de pré-tratamento. A avaliação da qualidade das farinhas produzida foi feita por análise sensorial.

Inicialmente os frutos foram lavados com água corrente, utilizando-se detergente e escovas de cerdas de polietileno. A sanitização foi feita por imersão em solução de hipoclorito de sódio a 0,05 % por 10 minutos, seguido do enxágue em água corrente. A drenagem foi obtida por permanência em superfície levemente inclinada.

As abóboras foram cortadas ao meio, no sentido longitudinal, com o auxílio de facas de aço inoxidável, seguindo-se a remoção das sementes. Nos procedimentos, uma das metades foi descascada e a

outra mantida com a casca, formando-se dois lotes. Uma subamostra de cada lote foi retirada para análises da composição centesimal. Em seguida as metades de frutos de abóbora foram cortadas em formato de cubos ($\pm 4 \times 4$ cm), homogeneizadas, divididas em seis lotes e submetidas a diferentes tempos de tratamento térmico por imersão por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 minutos em água com temperatura de 95°C seguido de resfriamento imediato em água com gelo. Os cubos foram então mantidos em peneiras até a completa drenagem.

Após a drenagem, os cubos foram triturados (multiprocessador universal polivalente GEIGER®) e distribuídos sobre bandejas. Para a desidratação as bandejas foram mantidas em estufa com circulação forçada de ar na temperatura de 65°C. As pastas obtidas foram regularmente pesadas até peso constante, finalizando o processo de desidratação. O material desidratado foi submetido a nova trituração (no mesmo multiprocessador) e a granulometria fina foi padronizada por peneiramento em malha de 1 mm. As farinhas obtidas foram

acondicionadas em sacos plásticos (de média densidade), armazenados em local fresco, seco e protegido da luminosidade, com embalagem em papel alumínio.

Todas as etapas de processamento da farinha de abóbora estão ilustradas na Figura 1, incluindo o aspecto externo (Figura 1a) e interno (Figura 1b) das abóboras. Estão também apresentados os produtos de descarte (Figura 1c) e a porção usada (Figura 1d), as abóboras cortadas em cubos (Figura 1e), os cubos triturados antes da desidratação (Figura 1f), o aspecto da abóbora após a desidratação (Figura 1g) e a abóbora desidratada, moída e peneirada (Figura 1h).

Os equipamentos utilizados no processamento da farinha de abóbora estão ilustrados na Figura 2. Foi empregado o sistema de painéis sobrepostas, sendo a interna perfurada formando um cesto utilizado para o tratamento térmico (Figura 2a) e apresentada a visão externa (Figura 2b) e interna (Figura 2c) e a estufa com circulação forçada de ar (Figura 2d) usada na etapa de desidratação.



Figura 1. Aspecto externo (a) e interno (b) das abóboras (*Curcubita* spp.), material de descarte (c) porção usada (d), cortada em cubos (e), cubos triturados antes da desidratação (f), aspecto após a desidratação (g) e farinha desidratada, moída e peneirada (h).



Figura 2. Sistema de panelas (sobrepostas, sendo a interna perfurada formando um cesto) utilizado para o tratamento térmico (a); visão externa (b) e interna (c) do multiprocessador empregado para a trituração das abóboras (*Curcubita* spp.) antes e após a desidratação; estufa com circulação forçada de ar (d) usada para a desidratação.

AVALIAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA DE ABÓBORA

Após a determinação do peso das abóboras e das farinhas, o rendimento foi calculado e os resultados foram expressos em porcentagem. As amostras de abóboras, com e sem casca, foram trituradas em liquidificador e analisadas em triplicata, seguindo a descrição de Ranganna (1986). Os teores de umidade foram determinados por dessecação em estufa a 105°C e os de sólidos totais foram obtidos

por diferença. As cinzas foram quantificadas por carbonização com bico de bunsen seguida de incineração em mufla a 550°C. Os teores de proteínas foram estimados empregando-se os resultados de nitrogênio total (determinado pelo método de micro-Kjeldhal) e o fator de correção 6,25. Os lipídios foram extraídos com hexano em aparelho Soxhlet. Os carboidratos totais, metabolizáveis e não metabolizáveis, foram determinados pela seguinte fórmula: $CHO = [100 - (umidade + cinza + proteína + lipídios)]$. Os carotenoides

totais foram determinados pelo método descrito por Higby (1962) e a absorvância foi lida em espectrofotômetro a 450 nm. O valor energético foi calculado utilizando-se o método de Atwater com os fatores 9 kcal/g (lipídios), 4 kcal/g (carboidratos totais) e 4/kcal/proteínas. Os teores de umidade residual e de sólidos totais das abóboras *in natura* foram determinados utilizando o mesmo procedimento empregado na análise das farinhas de abóbora.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS FARINHAS DE ABÓBORA

Os resultados das determinações químicas efetuadas em farinhas de abóbora preparadas com e sem a casca da fruta estão apresentados na Tabela 1. Foi verificado que a partir de abóboras *in natura* com umidade de 91,60 % (com casca) e 92,37 % (sem casca) foram obtidas farinhas com teores de umidade de 15,65 % e 12,91 %, com e sem a casca, respectivamente. A redução da fração aquosa para valores restritivos a deterioração, respeitando-se as condições de acondi-

cionamento e armazenagem, foi o principal benefício da desidratação.

Do ponto de vista nutricional os carboidratos se destacaram como os nutrientes majoritários, ressaltando-se que os carboidratos não metabolizáveis (fibra alimentar como carboidratos e a lignina como não carboidrato) também estão inseridos nesta fração. Os elevados teores de cinzas (resíduo mineral fixo), indiretamente indicaram uma boa fonte de minerais. Além de reduzir o tempo, custo e trabalho, considerando-se as médias obtidas, a presença da casca no produto final tem potencial de acrescentar nutrientes como os lipídios, cinzas e carotenoides totais.

Com a análise da composição química das farinhas de abóbora foram constatadas diferenças no preparo com e sem a casca do fruto que também pode potencialmente ter sido influenciada pelos tempos de processamento para os teores de umidade, sólidos totais e de lipídios (Tabela 2), assim como para os teores de proteínas, cinzas, carboidratos e carotenoides totais.

Tabela 1. Composição química e no valor calórico de farinhas de abóbora (*Curcubita* spp.), preparadas com e sem a casca. (n = 18)

Constituintes	Farinhas de abóbora	
	Com casca	Sem casca
Umidade (%)	15,65 ± 2,95	12,91 ± 2,09
Sólidos totais (%)	84,34 ± 2,95	87,09 ± 2,09
Lipídios (%)	2,74 ± 0,86	2,51 ± 0,96
Proteínas (%)	0,76 ± 0,21	0,79 ± 0,34
Cinza (%)	6,15 ± 0,97	6,03 ± 1,11
Carboidratos totais (%)	74,69 ± 4,51	77,75 ± 3,85
Valor calórico (Kcal/g)	326,50w	336,79
Carotenoides totais (mg%)	70,14 ± 10,91	56,82 ± 12,76

Tabela 2. Efeito da presença da casca e do tempo de tratamento térmico nos teores de umidade, de sólidos totais, lipídios, proteínas, cinzas, carboidratos e carotenoides totais de farinhas de abóbora (*Curcubita* spp.) com e sem casca. (n = 3)

Composição da farinha	Tempo de tratamento térmico					
	0	3	6	9	12	15
Teor de umidade (%)						
Com casca	17,68 ± 0,59	17,96 ± 0,28	16,98 ± 0,39	17,53 ± 0,95	12,23 ± 0,84	11,53 ± 0,39
Sem casca	16,11 ± 0,91	13,78 ± 0,29	13,27 ± 0,25	12,53 ± 0,16	11,98 ± 1,91	9,79 ± 0,09
Teores de sólidos totais (%)						
Com casca	82,32 ± 0,59	82,04 ± 0,28	83,02 ± 0,39	82,47 ± 0,95	87,77 ± 0,84	88,47 ± 0,39
Sem casca	83,89 ± 0,91	86,22 ± 0,29	86,73 ± 0,25	87,47 ± 0,16	88,02 ± 1,91	90,21 ± 0,09
Teores de lipídios (%)						
Com casca	3,68 ± 0,34	3,83 ± 0,96	2,28 ± 0,47	2,61 ± 0,21	2,45 ± 0,24	1,59 ± 0,17
Sem casca	3,52 ± 0,61	2,52 ± 0,11	2,42 ± 0,63	3,64 ± 0,96	1,19 ± 0,51	1,76 ± 0,81
Teor de proteína (%)						
Com casca	0,73 ± 0,01	0,61 ± 0,03	0,61 ± 0,01	0,21 ± 0,02	0,91 ± 0,02	0,59 ± 0,03
Sem casca	0,71 ± 0,01	0,52 ± 0,01	1,18 ± 0,02	1,27 ± 0,02	0,52 ± 0,05	0,61 ± 0,02
Teores de cinzas (%)						
Com casca	7,35 ± 0,02	6,82 ± 0,01	5,91 ± 0,31	6,32 ± 0,34	6,01 ± 0,17	4,51 ± 0,81
Sem casca	7,17 ± 0,31	5,57 ± 0,04	5,73 ± 0,26	7,65 ± 0,11	5,13 ± 0,27	4,93 ± 0,57
Teores de carboidratos (%)						
Com casca	70,56	70,78	74,22	72,42	78,40	81,78
Sem casca	72,49	77,61	75,40	74,91	81,18	82,91
Teores de carotenoides totais (mg%)						
Com casca	76,49	71,37	55,73	59,71	85,42	72,12
Sem casca	38,55	62,08	51,98	75,01	63,68	49,64

Os resultados obtidos também evidenciaram que há mudanças em função do tempo de tratamento térmico indicando que tempos mais curtos, além de serem suficientes para ressaltar as características sensoriais foram eficientes na manutenção dos constituintes químicos, que são indicativos do seu valor nutricional.

AVALIAÇÃO SENSORIAL DAS FARINHAS DE ABÓBORA

A análise sensorial foi realizada por 30 provadores não treinados para os quais as farinhas foram servidas em copos descartáveis. Após a aplicação do teste de preferência, o perfil caracterís-

tico foi avaliado mediante escala com pontuação variando de 1 (nota mínima) a 5 (nota máxima) para os atributos cor, textura, aroma e sabor. A escala hedônica estruturada de sete pontos também foi empregada e o índice de aceitabilidade (IA) foi calculado pela seguinte fórmula: $IA = [(nota\ média \times 100)/nota\ máxima]$. Os provadores ainda foram questionados quanto à intenção de compras.

ATRIBUTOS SENSORIAIS DAS FARINHAS DE ABÓBORA

As farinhas de abóbora apresentaram diferenças quanto à coloração dependendo de sua forma de preparo (Figura 3).

Embora com variações de tonalidade, a cor laranja, característica da abóbora, se manteve. A preservação da cor é importante porque indica a presença dos carotenoides, e principalmente, o uso adequado da temperatura de desidratação. As cores mais escuras foram apresentadas pelas farinhas (C/C₉ e S/C₉).

Durante os experimentos observou-se que o tempo de desidratação pode ser estendido, porém, temperaturas mais altas têm que ser evitadas, pois afetam negativamente o sabor, e principalmente, a cor das farinhas. Como qualquer outro alimento, a queima do produto final é indesejável porque afeta negativamente a



Figura 3. Aspecto das farinhas obtidas de abóboras com (C/C) e sem (S/C) casca e submetidas a diferentes tempos (0, 3, 6, 9, 12 e 15 minutos) de tratamento térmico.

cor, sabor e os nutrientes. Como esperado, as farinhas exibiram textura farinácea, que foi relacionado ao alto conteúdo de carboidratos e dos baixos teores de lipídios e de umidade. Nos vários experimentos observou-se que o teor da umidade residual pode ser mais baixo do que o apresentado, implicando em maior capacidade de conservação, sem afetar as características sensoriais da farinha.

Os resultados do teste de preferência na primeira análise sensorial mostraram a importância do pré-tratamento, indicada pela menor preferência de 33-37 % das farinhas sem tratamento térmico, a eficiência do tratamento térmico de três minutos pela maior preferência de 77 % e a ineficiência do descasque, pela semelhança de respostas entre as farinhas com e sem casca. Assim, a farinha preferida foi obtida da abóbora com casca e submetida ao tratamento térmico de três minutos (Figura 4a). Desse modo, o teste de preferência sinalizou para a escolha de um processo menos oneroso ou seja sem descasque e com tempo reduzido de tratamento térmico, concordando com a obtenção de uma farinha mais rica em lipídios e carotenoides totais (Tabela 1). É provável que o tempo de tratamento térmico possa variar com o tipo de abóbora e o tamanho das porções, porém, foi demonstrado que o uso do curto tempo de cocção como um pré-tratamento foi essencial para a qualidade do produto final. Já os resultados obtidos pela escala hedônica situaram-se no patamar inferior da faixa aceitação com média de 5 (gostei moderadamente) para o tempo de três minutos. As demais amostras avaliadas atingiram a nota 4 (indiferença) (Figura 4b).

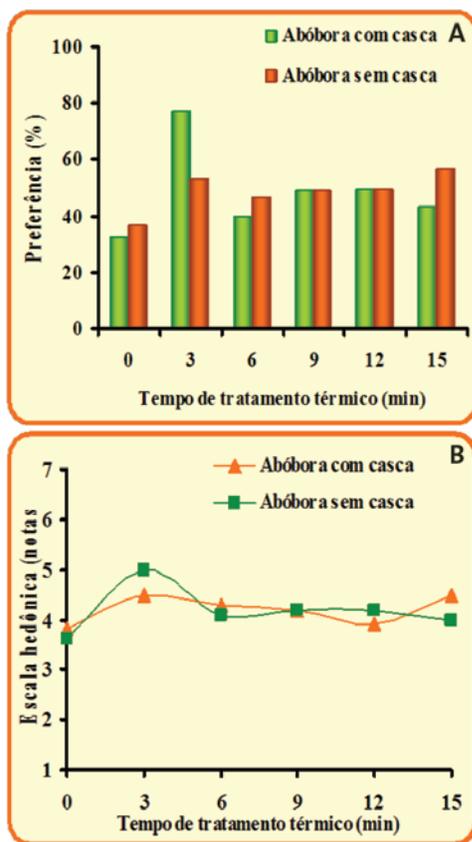


Figura 4. Preferência (a) e pontuação nas faixas da escala hedônica (b) obtidas por farinhas de abóboras com e sem casca e submetidas a diferentes tempos de tratamento térmico.

Os resultados da avaliação sensorial mostraram que independente da presença da casca e dos tempos do tratamento térmico, os atributos aparência, textura, aroma, cor, e sabor receberam notas acima da média na escala usada para avaliar o perfil característico (Figura 5). Todos os atributos sensoriais foram afetados negativamente pela ausência do tratamento térmico e a influência positiva desse pré-tratamento foi demonstrada pelas diferenças entre as notas recebidas pelas farinhas produzidas nas duas condições avaliadas.

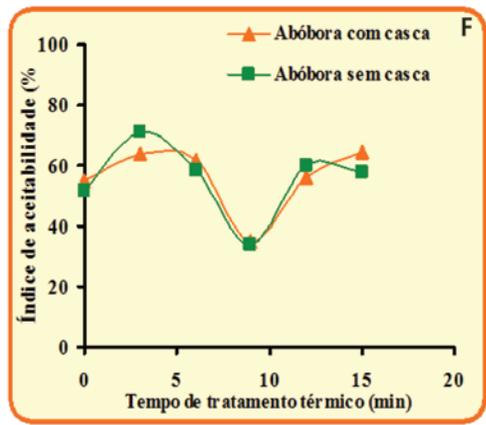
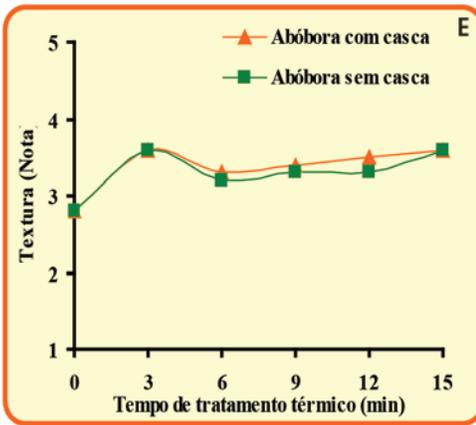
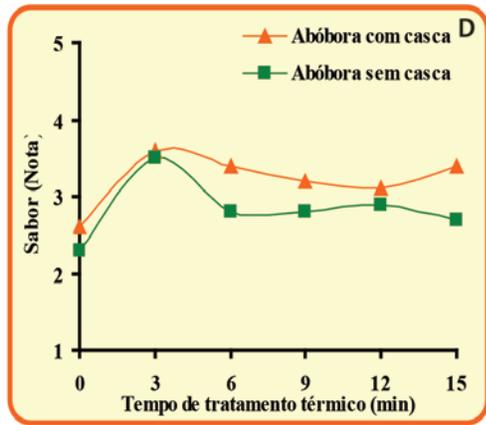
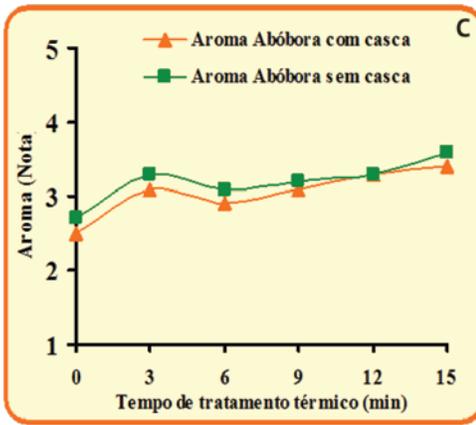
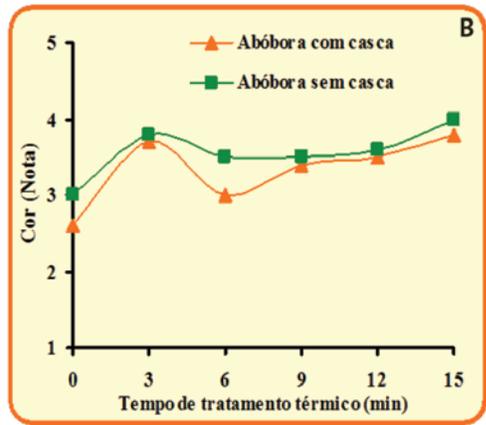
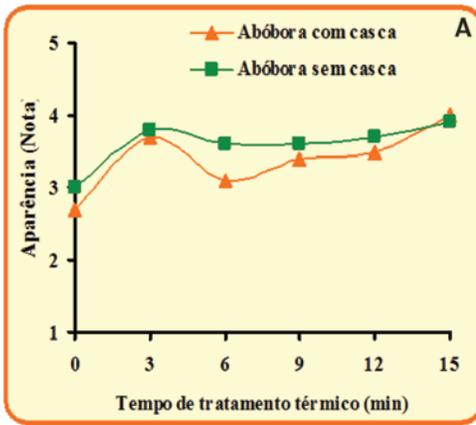


Figura 5. Efeito da presença da casca e do tempo de tratamento térmico na aparência (a), cor (b), aroma (c), sabor (d), textura (e) e no índice de aceitabilidade (f) das farinhas de abóbora.

Os resultados observados para a intenção de compras (Figura 6b) e o índice de aceitabilidade (Figura 5f) mostraram o mesmo padrão do teste de preferência (Figura 4a) e do perfil característico (Figura 5a-5e), ou seja, a necessidade do tratamento térmico, a permanência da casca e o tratamento térmico por três minutos. Com a aplicação do tratamento térmico, a intenção de compras das farinhas apresentou escores indicando que poderiam ser adquiridas (entre tenho dúvidas, e, provavelmente compraria) caso estivesse disponível no mercado, sem alcançar, entretanto, os escores máximos indicativos da garantia de aquisição. É possível que este comportamento seja explicado pela apresentação de um produto novo, a falta de tradição de uso, com a influência do perfil dos provadores e a forma como as farinhas foram servidas para degustar. Considerando-se a característica de tratar de um produto novo e que foi degustado puro, os índices de aceitabilidade de 55,95 % (com casca) e 55,48 (sem casca) com três minutos de tratamento térmico podem ser considerados satisfatórios (Figura 5f). As farinhas que tiveram problemas de superaquecimento na desidratação (9 minutos) exibiram coloração escura (Figura 3) e menor índice de aceitabilidade (Figura 5f). Com a possibilidade de esse produto ser inserido em preparações (doces ou salgadas), cujos sabores se harmonizam com o da farinha de abóbora, o aproveitamento poderá ser maximizado.

Os resultados do perfil característico e do teste de preferência foram concordantes em indicar o tempo de três minutos como suficiente. Com o

aumento do tempo de tratamento, uma tendência de incremento nas notas foi encontrada para os atributos aparência, aroma e cor e declínio para as variáveis de sabor, sobretudo para a farinha obtida com a abóbora descascada. A aparência, a cor e o aroma receberam maior pontuação nas farinhas sem casca e, o contrário foi observado para o sabor e a textura. As pequenas diferenças de pontuação, principalmente no tempo de três minutos de tratamento térmico mostraram que a presença da casca não afetou de forma negativa os atributos sensoriais.

O RENDIMENTO DAS FARINHAS DE ABÓBORA E A INTENÇÃO DE COMPRAS

Considerando-se o rendimento obtido no preparo das farinhas de abóbora, os resultados obtidos demonstraram que o elevado conteúdo de umidade foi o fator primário, o tempo de tratamento o secundário e a presença da casca o terciário (Figura 6a). De forma geral, o rendimento foi menor em função do aumento do tempo de tratamento térmico, o que parece ser mais acentuado na abóbora descascada.

O menor rendimento nas abóboras sem casca, especialmente com o aumento do tempo de tratamento térmico, foi relacionado a uma maior quantidade de fragmentos dispersos na água do pré-tratamento, maior aderência na superfície das bandejas usadas na secagem e a dificuldade de remoção total do material desidratado. A presença da casca, além de exercer o efeito protetor durante a permanência na água quente, contribuiu para a menor aderência nas bandejas. As

farinhas provenientes de abóboras submetidas ao tempo de tratamento térmico de três minutos apresentaram o maior rendimento, semelhante ao das farinhas preparadas sem o tratamento térmico.

É possível que a combinação do tratamento térmico por três minutos na condução do processo de desidratação com o revolvimento constante, como o que ocorre no processamento da farinha de mandioca, possa contribuir para aumento do rendimento, o que precisaria ser demonstrado. A movimentação contínua

durante a desidratação evita a aderência na superfície aquecida, com consequentemente redução de perdas do produto desidratado contribuindo para um maior rendimento da farinha de abóbora. Outro aspecto a ser considerado é a utilização de um moinho adequado para a total trituração do produto desidratado, diminuindo a fração retida no peneiramento já que fragmentos endurecidos que permaneceram nas peneiras foram descartados, e assim, obtendo a recuperação total do produto desidratado. Como já apresentado (Figura 1), na seqüência do processamento aqui avaliado há uma redução do volume e mudança da aparência da abóbora no produto desidratado.

Com altos teores de umidade, as abóboras apresentaram apenas quantidades de 8,40 % (com casca) e 7,63 % (sem casca) de sólidos totais, que contém os nutrientes. Nas farinhas, os baixos teores de umidade residual elevaram os sólidos totais para 84,34 % (com casca) e 87,09 % (sem casca) (Tabela 1). Inseridos nessa fração sólida e demonstrando estabilidade no processo utilizado, estão os principais constituintes químicos responsáveis pelo valor nutricional, e que também aumentam nessa mesma proporção. Assim, do ponto de vista econômico, tecnológico, nutricional e organoléptico, benéficos e dificuldades se contrapõem no emprego da abóbora para produção de farinha.

As operações de pré e pós-preparo, a remoção da água e o desenvolvimento de características sensoriais próprias das farinhas, trazem os seguintes benefícios: limpeza e redução da carga microbiana; fragmentação dos tecidos permitindo a

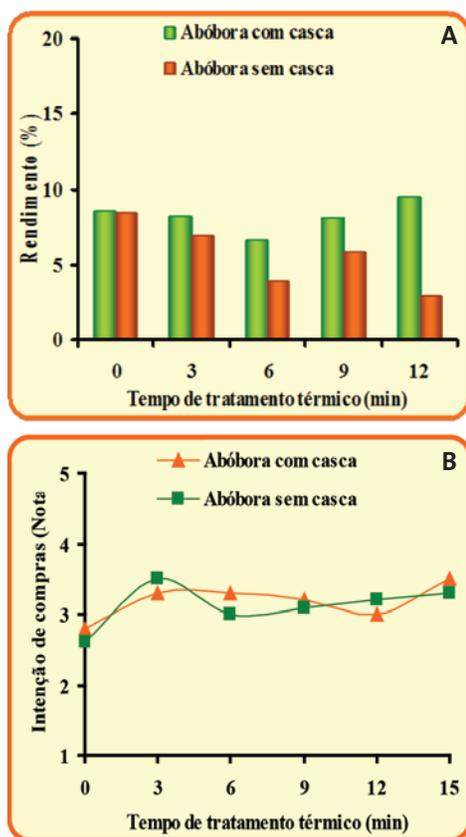


Figura 6. Rendimento (a) e intenção de compras (b) de farinhas de abóbora (*Curcubita* spp.) em função da presença da casca e do tempo de tratamento térmico.

homogeneização total entre polpa e casca; redução do peso e do volume; facilidade de acondicionamento, transporte e estocagem; aumento da faixa-limite da temperatura de armazenamento; prolongamento da vida de prateleira; manutenção da atrativa cor laranja; aumento da relação entre a quantidade de nutrientes/peso do alimento; possibilidade da diversificação do uso; desenvolvimento da característica farinácea essencial para compor as coberturas de empanados; presença do sabor que combina com os alimentos salgados (carne seca, charque, camarão e pescados salgados, etc.) e doces (bolos, mingaus, vitaminadas, etc.); e agrega valor comercial de forma simples.

Como já evidenciado, as principais dificuldades relacionadas a este processo/produto são: inserção no mercado por ser um produto novo; estratégias mercadológicas para sua inserção na dieta, até então baseada no consumo da abóbora *in natura*; incumprimento das normas legais de processamento e de qualidade por ser um produto artesanal; contaminação por fungos, sujeira, insetos, roedores, etc.; degradação dos carotenoides pela umidade e/ou mal acondicionamento; falta de receitas para a preparação de pratos; e por fim, a disponibilidade de matéria prima e ações que permitam a constância e rapidez no escoamento do produto processado.

No âmbito da agricultura familiar, a produção em locais distantes, a falta de infraestrutura de transporte e armazenamento, a incapacidade de absorção do mercado, o baixo retorno para o produtor rural, a falta de alternativas faz da tecnologia de desidratação das abóboras a prin-

cipal opção. A disponibilidade de matéria prima é um dos requisitos para a viabilidade técnica do processo/produto. Por proceder da agricultura familiar, a produção de abóboras no Amazonas é elevada e justifica o desenvolvimento e a adoção de tecnologias simples para processamento próximo ao local de produção, o que permite escoar o produto processado, diversificar o uso e minimizar as perdas da abóbora *in natura*, com consequente incentivo a geração e diversificação de novas fontes de renda aos agricultores.

PRODUÇÃO DE ABÓBORAS NO ESTADO DO AMAZONAS

Neste contexto, as informações sobre a produção de abóboras no estado do Amazonas torna-se um importante estímulo para a intensificação de pesquisas sobre o processamento, agregando valor a um cultivo adaptado as condições edafoclimáticas locais. Uma estimativa da produção de abóboras no Amazonas está apresentada na Tabela 3. Os dados mostram que a região do Rio Negro/Solimões se destaca como a primeira em produção desta olerícola, a do Madeira como a segunda, e, a terceira posição é ocupada pelas regiões do Purus e do Médio Amazonas.

No Estado do Amazonas, ancorados por recursos públicos, os esforços comuns das pesquisas no meio acadêmico/científico, a assistência técnica nos órgãos públicos e o repasse de recursos, buscam soluções no contexto da agricultura familiar. A produção agrícola associada ao beneficiamento no local, o escoamento dos produtos processados com

Tabela 3. Estimativa da produção de abóboras (*Curcubita* spp.) em diferentes regiões no Estado do Amazonas entre os anos de 2011-2013.

Região dos municípios	Período e produção (t) estimada					
	2011		2012		2013	
	Ater	Idam	Ater	Idam	Ater	Idam
Alto Solimões	58,1	917,0	274,8	988,0	88,2	862,0
Jutaí/Solimões/Juruá	439,7	1.052,8	592,2	1.411,2	207,2	1.279,2
Purus	483,0	3.983,0	854,0	1.694	217,0	1.764,7
Juruá	191,8	1.120,0	399,0	910,0	nd	1.092,0
Madeira	791,0	4.151,0	770,0	4.382,0	371,0	8.288,0
Alto Rio Negro	75,6	350,0	105,0	252,0	nd	252,0
Rio Negro/Solimões	2.255,0	8.821,4	2.166,7	7.578,6	2.026,0	7.418,2
Médio Amazonas	490,0	2.126,6	700,0	2.711,0	78,0	2.742,5
Baixo Amazonas	364,0	847,0	209,9	1.137,0	74,2	832,5
Total	5.148,2	23.368,8	6.071,62	21.063,8	3.061,6	24.531,1

Fonte: Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas (Idam), modificada; e de Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater); nd = não determinado.

destino já assegurado, o uso adequado de preparações alimentícias fornecidas nos sistemas de alimentação coletiva podem viabilizar as cadeias produtivas e promover a preservação do ambiente e a valorização do homem nele inserido. Neste contexto, o estímulo aos cultivos tradicionais, especialmente de alimentos estratégicos para a segurança alimentar dos agricultores, como é o cultivo da abóbora, pode apontar importantes caminhos para o desenvolvimento regional, contribuindo para melhor qualidade de vida da população, além de conservar e preservar a variabilidade genética dos recursos de agrobiodiversidade.

CONCLUSÕES

O preparo, desidratação e armazenamento de farinhas de abóbora (*Curcubita* spp.) podem ser praticados por agricultores familiares para redução das perdas do fruto *in natura*, agregando valor, impulsionando

agroindústrias nos municípios produtores e diversificando a forma de uso e aproveitamento da matéria prima produzida.

A preferência, o perfil característico, o índice de aceitabilidade e a intenção de compras mostraram que o preparo da farinha dispensa o descascamento, requer tratamento térmico e o tempo de três minutos é suficiente no processamento, ressaltando os atributos sensoriais das farinhas de abóbora.

A técnica proposta reduz a umidade para uma faixa imprópria para a deterioração, inverte a proporção entre a fração aquosa e sólida e aumenta a relação entre quantidade de nutrientes/peso do alimento. O Estado do Amazonas tem boa produção de abóboras, e o beneficiamento no local de produção assim como necessidade de apoio para escoar este produto já processado e outros, fortalecendo sua cadeia de produção em busca de ampliação de mercado.

AGRADECIMENTOS

Ao senhor Hugo Stenio do Idam pelo fornecimento dos dados da estimativa de produção de abóboras no diversos municípios do Amazonas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gava, A.J.; Silva, C.A.B.; Frias, J.R. 2008. *Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações*. São Paulo. Nobel, 511p.

Higby, W.K. 1962. A simplified method for determination of some aspects of the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. *Journal of Food Science*, 27 (1): 42-49.

Ranganna, S. 1986. *Analysis and quality control for fruit and vegetable products*. New Delly, India. Tata McGraw-Hill, 1112p.

Silva, P.C.; Silva Filho, D.F.; Blind, A.D.; Mendonça Neto, M.F.; Batista, M.R.A. 2013. Caracterização e avaliação de variedades crioulas de abóboras da região do Alto Solimões, AM, Brasil. In: Noda, H; Souza, L.A.G.; Silva Filho, D.F. (Eds.). *Agricultura Familiar no Amazonas*, v. 1. Nerua/Netno, Manaus, p.121-134.

Souza Filho, H.M.; Batalha, M.O. (Org.). 2005. *Gestão Integrada da agricultura familiar*. 1ª ed. Edufscar, São Carlos, SP, 359p.

Taco. 2011. *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos*. NEPA-UNICAMP. 2011. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco>. (Acesso em 12 de março de 2013).

PRODUÇÃO ARTESANAL DE FARINHA E AMIDO A PARTIR DE RAÍZES DE FEIJÃO-MACUCO (*Pachyrhizus tuberosus*, FABACEAE)

Edinei Santos da SILVA¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – PPG-ATU/Inpa, Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis. Manaus, AM. Caixa Postal 2223, CEP: 69080-971, e-mail: santos.edinei3@gmail.com

Palavras-chave: Olericultura, Biodiversidade, Técnicas de processamento.

INTRODUÇÃO

O feijão-macuco (*Pachyrhizus tuberosus* (Lam.) Spreng, Fabaceae), é originário das áreas próximas as cabeceiras do rio Amazonas (Noda e Machado 1997). No gênero *Pachyrhizus* estão classificadas cinco espécies, sendo duas espécies silvestres: *P. ferrugineus* e *P. panamensis* nativas do Peru e três são cultivadas: *Pachyrhizus erosus* muito popular no México, *P. ahipa* originária do Peru e *Pachyrhizus tuberosus*, distribuído naturalmente no Brasil e também cultivado no México (Bastidas 1998).

A raiz tuberosa (Figura 1) deste feijão é surpreendentemente comestível, com elevado teor de proteínas, o que a torna importante para alimentação. Sua composição química contém: 1,12-9,46 % de proteína; 5,6-45,6 % de açúcares, 0,78 % de fibra, e 10,0-14,5 % de amido (Noda 1994; Cristina *et al.* 2010). Aproveitada como alimento, é bastante consumida nas formas *in natura* como fruta, e em saladas, farinhas, bolos e biscoitos (Noda e Machado 1997). O feijão-macuco é considerado uma hortaliça não convencional, devido ao seu potencial produtivo ter sido pouco explorado e incipiente (Epamig 2011). As raízes tuberosas, podem atingir uma produção média que varia de 28 t ha⁻¹ (Ribeiro *et al.* 2011) a 50 t ha⁻¹ (Hermann e Heller 1997) ou a 108 t ha⁻¹ (Silva *et al.* 2016).

Entre os recursos vegetais que integram o conjunto de espécies que constituem as plantas, cultivadas para produção de farinhas, os mais utilizados são a mandioca (*Manihot esculenta*) e o trigo (*Triticum* spp.), mas, há espécies olerícolas como as abóboras (*Cucurbita* spp.) e algumas poucas frutíferas, algumas poucas frutíferas, que são também ricas em amido e apresentam propriedades organolépticas para a produção de farinhas, porém, não são exploradas porque demandaria ações para sua popularização.

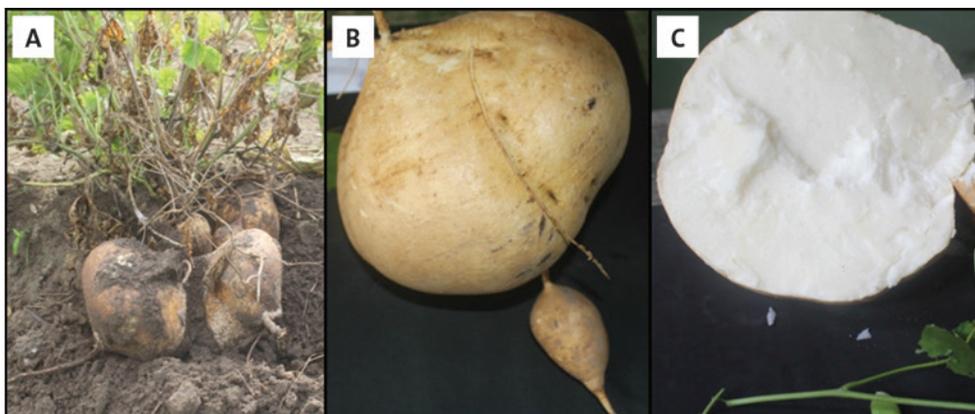


Figura 1. Aspecto das raízes tuberosas de feijão-macuco (*Pachyrhizus tuberosus*), cultivado em solo Argissolo Vermelho-Amarelo na Amazônia Central.

Na região Amazônica, o preparo de farinha é popularmente praticado com a banana (*Musa paradisiaca*), e, mais recentemente, a pupunha (*Bactris gasipaes*) tem sido utilizada nesta forma de processamento. Entretanto, outras frutas podem fornecer farinha ou um derivado desidratado para reconstituição como sucos e outras finalidades (Nazaré 2003). Entre essas espécies pouco convencionais para produção de farinhas, podemos citar o feijão-macuco. Para isso, é necessário o emprego de um processo de secagem e um método de conservação que previna as modificações físicas, químicas e bioquímicas passíveis de ocorrência durante o armazenamento dos produtos, visando preservar ao máximo os seus parâmetros de qualidade.

As farinhas, de um modo geral, representam uma grande variedade de produtos em pó, os quais se diferenciam segundo a sua composição química e características. Na indústria

de alimentos, as farinhas participam do processo de produção como matérias primárias, intermediárias ou como produtos finais. Durante o processo de obtenção das farinhas, assim como de outros produtos alimentícios, é importante que se preservem as suas qualidades sensoriais e nutricionais (Costa *et al.* 2003). Ressalta-se um fator muito importante do preparo de farinha de feijão-macuco, dentro das espécies tuberosas, por ser, entre outras espécies, uma das que menos oferece problemas na estocagem. Em alguns testes realizados em Manaus, verificou-se sua capacidade de conservação *in natura* por longos períodos, com poucos cuidados e ao abrigo da luz em edificações bastante simples, podendo permanecer em boas condições de consumo por um período superior a três meses.

A farinha de raiz tuberosa de feijão-macuco para consumo humano representa uma forma alternativa de aproveitamento e conservação das

características nutritivas do fruto, podendo ser estocada por maior período, sendo leve e de fácil manuseio. Adicionalmente, no processo de produção da massa que irá resultar na farinha, há possibilidade de obter o amido, que juntamente com a farinha pode ser utilizado como matéria-prima em bolos, pudins, pães e outros produtos, em substituição total ou parcial à farinha de trigo.

O aproveitamento mais eficaz e com maior valor agregado ao feijão-macuco vem encorajando tanto pesquisas agrônomicas como trabalhos em tecnologia de alimentos e nutrição. As consequências desses esforços poderão resultar no desenvolvimento de cultivares de feijão-macuco apropriados a fins específicos na Amazônia Central. Neste trabalho se mostra como obter farinha e amido destas raízes utilizando as “casas de farinha”, as quais usualmente são utilizadas para produzir farinha de mandioca no Estado do Amazonas.

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

O processamento do feijão-macuco para produção de farinha e extração de amido ocorreu no sítio de agricultor familiar, residente na comunidade Viva Bem, município de Rio Preto da Eva, AM. A comunidade possui 90 famílias de agricultores familiares, que trabalham com produção de mandioca, mamão, banana, hortaliças, laranja e cupuaçu e também envolvidos em atividades de piscicultura como a criação de tambaqui em tanques escavados,

mas também de matrinchã, pirarucu e outras práticas menos representativas. A localização da comunidade Viva Bem é no Assentamento Iporá, em área com 29,6 mil hectares, em uma região limítrofe dos municípios de Rio Preto da Eva e Itacoatiara, entre os quilômetros 127-146 da margem direita da rodovia AM-010 (conhecida como Manaus-Itacoatiara), no Estado do Amazonas. O Assentamento como um todo abriga 907 famílias em lotes de 250 x 1000 (França 2003).

PROCESSO PARA OBTENÇÃO DE AMIDO E FARINHA

Os materiais básicos empregados para o processamento de amido e farinha de raízes tuberosas de feijão-macuco são: bancada para acondicionamento e corte do material; facas de aço inox; prensa para pré-secagem da massa; peneira para peneirar a massa; bacia de plástico para receber a massa crua; tecido de algodão para retirada do amido; tambor de plástico com capacidade para 200 L para receber o líquido leitoso de amido; gamela para receber a massa peneirada; forno para desidratação e torragem da massa; remo para mexer a massa no forno; lenha como fonte de aquecimento do forno; e raízes tuberosas de feijão-macuco *in natura* como matéria prima. Para melhor entendimento das técnicas adotadas para o preparo e extração do amido das raízes tuberosas de feijão-macuco, foi efetuada uma descrição passo-a-passo do processo, que está apresentada na Figura 2.

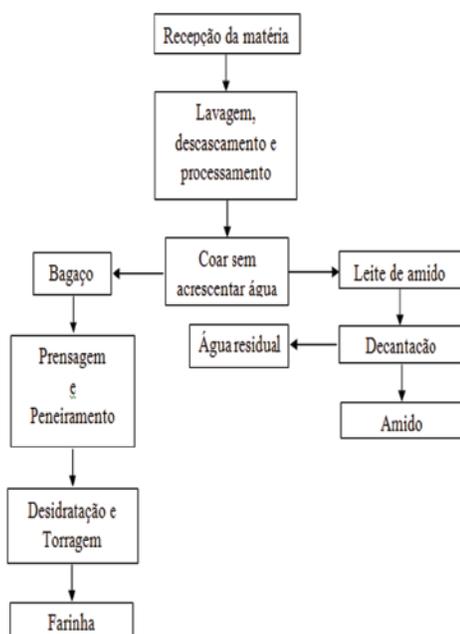


Figura 2. Sequência de etapas empregadas no processamento para obtenção da farinha e amido de feijão-macuco (*Pachyrhizus tuberosus*).

COLETA DE RAÍZES TUBEROSAS DE FEIJÃO-MACUCO

Para o processamento da farinha e extração do amido do feijão-macuco, trabalhou-se com 86 kg de raízes tuberosas cultivadas por sete meses na Estação Experimental de Hortaliças Alejo Von der Pahlen, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Inpa. Este material por ser o resultado de pesquisas com melhoramento genético e ter passado por sucessivas seleções, em razão de cruzamentos naturais que criaram variabilidade dentro dos acessos, tornaram pouco precisa a identificação da espécie. Como os trabalhos se desenvolveram em cultivos realizados por 35 anos, as progênies obtidas são originárias das espécies de *P. erosus* e *P. tuberosus*.

RECEPÇÃO, SELEÇÃO E LIMPEZA DAS RAÍZES

As raízes tuberosas vindas do campo, foram recebidas em ambiente previamente preparado com lona para as primeiras triagens (Figura 3a). Em seguida, os tubérculos foram selecionados em tamanhos diferentes, retirando sujidades grosseiras e rejeitando aquelas com podridões ou outros defeitos que comprometessem a qualidade do produto. Após uma lavagem em água corrente as raízes apresentavam-se limpas e prontas para o processamento (Figura 3b). Após a lavagem os tubérculos foram sanitizados em uma solução de cloro a 100 mg L^{-1} por 20 minutos, e depois enxaguadas em água potável e, mantidas em local limpo e arejado.

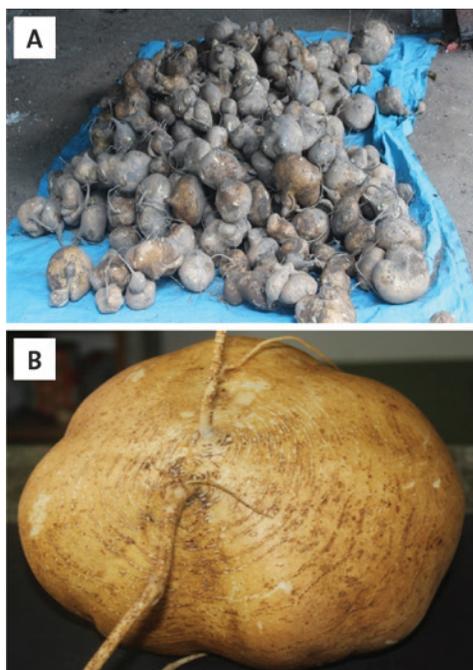


Figura 3. Recepção das raízes tuberosas de feijão-macuco (*Pachyrhizus tuberosus*): raízes vindas do campo (a) e raízes recém lavadas em água corrente (b).

PREPARO DAS RAÍZES PARA SEVAGEM

Após a sanitização e lavagem em água potável, foram retiradas as extremidades, e feito o descascamento, com auxílio de facas, gerando 65 kg de casca. Em seguida, a raiz foi cortada longitudinalmente em 10 cm de largura por oito cm de altura. Este procedimento facilita a passagem da raiz tuberosa pela tarisca de sevação. A tarisca é um pedaço de madeira comprida e fina cortada retilínea para uso com um determinado fim. Nesta etapa, é providencial ter agrupado os materiais de diferentes tamanhos, porque assim os menores passam pela tarisca de sevação, onde serão raladas sem a necessidade de corte longitudinal. Na Figura 4, observa-se o aspecto das raízes tuberosas de feijão-macuco submetidas aos cortes longitudinais, assim como, o momento em que são sevadas.

RETIRADA DO AMIDO

A passagem da raiz tuberosa pela bancada de sevação, gera uma massa com grande quantidade de material líquido. Essa massa deve ser espremida em pano de algodão, com apoio de uma peneira para a retirada do amido. Uma diferença significativa e fundamental para economia de água no processo de extração de amido, é que, na massa da raiz tuberosa de feijão-macuco, quando comparada a massa da mandioca, não há necessidade de acréscimo de água. A Figura 5a, ilustra o processamento da massa, com grande quantidade de líquido gerado na sevação, seguindo-



Figura 4. Processamento da farinha de feijão-macuco (*Pachyrhizus tuberosus*) etapa de preparo e sevação das raízes tuberosas em bancada com tarisca própria para sevar mandioca: raízes cortadas e descascadas (a) e as raízes na tarisca (b).

se a fase de coagem para extração do líquido leitoso que resultará no amido (Figura 5b). Este líquido leitoso deve permanecer no recipiente por até 5 h para que seja completada a decantação, por conseguinte, com ajuda de um balde deve ser retirado o líquido residual e o amido ainda úmido, permanecerá sob um pano de algodão para parcial enxugamento. Este processo de enxugamento deve ser repetido por duas vezes, assim a extração do amido estará concluída.



Figura 5. Processamento da farinha de feijão-macuco (*Pachyrhizus tuberosus*): retirada de amido da massa recém-cevada vinda da bancada de sevação sem acréscimo de água (a) e a extração do amido por coagem (b).



Figura 6. Prensagem do bagaço da raiz tuberosa de feijão-macuco (*Pachyrhizus tuberosus*). Acomodação da massa na prensa (a) e textura da massa após 8h (b).

PRENSAGEM DO BAGAÇO

Depois de retirar o amido a raiz processada gera uma massa que ainda contém amido, a massa é prensada em uma prensa rústica de madeira, típica para prensagem de massa de mandioca (Figura 6a). A prensagem destina-se a reduzir ao máximo a umidade da massa. Esta massa permanece por uma noite na prensa e, no dia seguinte deve ser retirada para o processo seguinte. Uma ilustração da massa da raiz tuberosa de feijão-macuco vinda da prensa está apresentada na Figura 6b).

PENEIRAMENTO DA MASSA

O peneiramento é uma das fases fundamentais para a diferenciação granulométrica, que definirá a classe da farinha (grossa ou fina). Como a massa prensada fica muito compactada foi preciso esfarelá-la e, em seguida, peneirá-la. Esse processo é semelhante ao utilizado no preparo da farinha de mandioca. O peneiramento retém os fragmentos mais grosseiros da massa, chamados “crueria”, permitindo a obtenção de uma farinha mais uniforme. Entretanto, a prática do peneiramento de massa de raízes tuberosas de feijão-ma-

cuco quase não gerou “crueira”, sendo fundamental apenas para uniformizar os grânulos da massa, conforme pode ser verificado na Figura 7 a,b.

ESCALDAMENTO DA FARINHA NO FORNO

Na mandioca, o escaldamento da farinha é um passo tradicional utilizado por agricultores familiares do Amazonas, similarmente foi realizado com a farinha do feijão-macuco (Figura 8 a,b). Esta etapa é fundamental para produção de farinha de melhor aparência. Concomi-

tantemente, outro fator que ajuda a dar qualidade à farinha é a presença de um pouco de amido na massa. Desta forma é gerada uma farinha mais clara ou amarelada dependendo da característica da polpa da matéria prima. Neste caso a farinha apresentou coloração creme.

SECAGEM, TORRAGEM E PRODUTO FINAL

Após o escaldamento, a massa deve ser seca em forno de farinha a uma temperatura controlada visualmente, isto, de acordo com o conhecimento empírico do



Figura 7. Etapa do processamento da farinha da raiz tuberosa de feijão-macuco (*Pachyrhizus tuberosus*) que consiste no peneiramento da massa após sair da prensa: peneirando em peneira de arumã (a) e a massa recém peneirada em condições de ir ao forno (b).

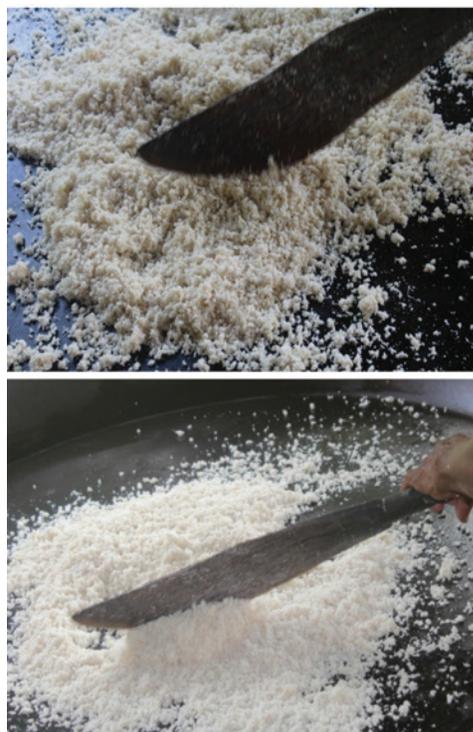


Figura 8. Processamento da farinha da raiz tuberosa de feijão-macuco (*Pachyrhizus tuberosus*) quando a massa passa pelo processo de escaldamento, em forno de casa de farinha de agricultor familiar no Assentamento Iporá, Rio Preto da Eva, AM.

agricultor familiar. A lenha utilizada com fonte de energia para o aquecimento do forno deve ser controlada até o ponto de torragem, e o peneiramento ocorre ainda no forno. Este procedimento de peneiramento favorece a torragem de forma uniforme, possibilitando a separação em material fino e mais grosso, obtendo-se assim, a farinha fina e a grossa (Figura 9 a,b,c).

ESTIMATIVAS DO RENDIMENTO NO PROCESSAMENTO DE FARINHA DAS RAÍZES TUBEROSAS DE FEIJÃO-MACUCO

Para os cálculos de rendimento no processamento da farinha de feijão-macuco, usou-se como referência os 86 kg das raízes tuberosas *in natura* que foram inicialmente utilizadas na pesquisa. Nas etapas de processamento foi utilizada a mesma tecnologia empregada na produção de farinha e extração de amido a partir das raízes de mandioca. Neste estudo, as raízes tuberosas de feijão-macuco, possibilitaram um rendimento de 10 % de amido (8,6 kg) e 8 % de farinha (7 kg) (Figura 10).

Diferente do processo de fabricação da farinha de mandioca as raízes tuberosas de feijão-macuco não geraram o tucupi, apenas um líquido residual (63 %), resultado da retirada do amido. Com esse líquido residual faz-se o cozimento, resultando em um mingau de sabor semelhante ao mingau de banana.

Uma particularidade vantajosa desta metodologia utilizada em raízes tuberosas de feijão-macuco, quando comparada com a mandioca é que, não há necessi-

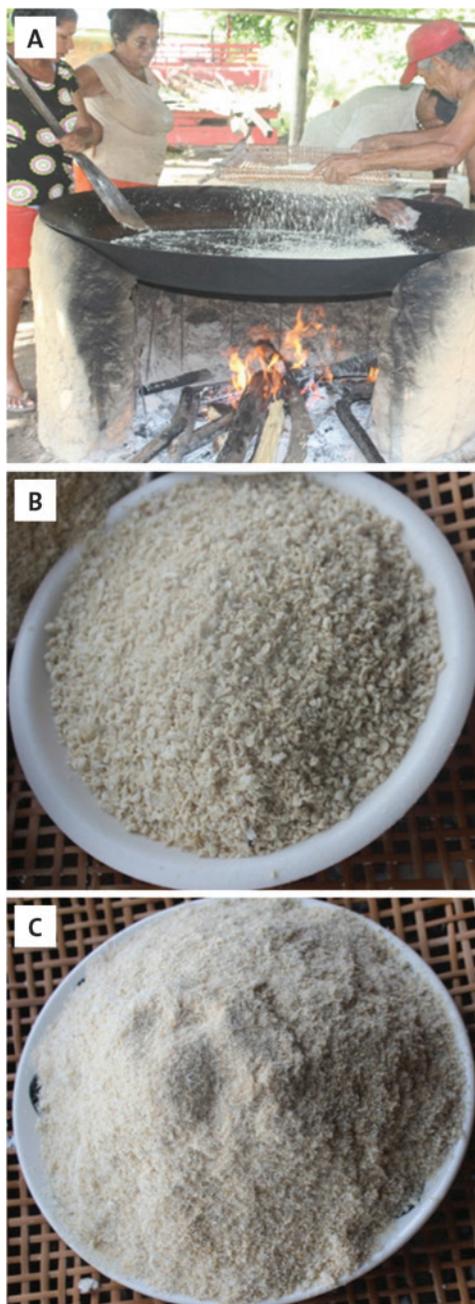


Figura 9. Processamento da farinha da raiz tuberosa de feijão-macuco (*Pachyrhizus tuberosus*) por agricultores familiares: torragem da farinha com auxílio de peneira(a), farinha grossa (b) e farinha fina (c).

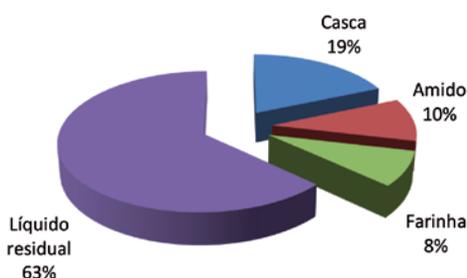


Figura 10. Distribuição percentual de rendimento de casca, amido, farinha e líquido residual obtidos no processamento da raiz tuberosa de feijão-macuco (*Pachyrhizus tuberosus*).

dade de se acrescentar água no processo de extração do amido, porque gera uma grande quantidade substância líquida substância líquida. Assim o processamento destas raízes deixou pouquíssimos resíduos no ambiente agrícola.

A casca da raiz tuberosa pode ser usada como matéria prima para produção de composto orgânico e o bagaço resultante da extração do amido, pode ser aproveitado para produção de farinha. O rendimento da raiz tuberosa do feijão-macuco referente ao amido, quando comparada a mandioca se mostrou baixo, mas ficou concordante com os dados (12-14 %) para feijão-macuco obtidos por Cristina et al. (2010). Talvez o rendimento ligeiramente maior deles se deve a que acrescentaram água e o uso de filtro sintético.

CONCLUSÕES

O processamento artesanal e tradicional do Amazonas para a produção de farinha e amido de mandioca se mostrou adequado para as raízes do feijão-macuco, com rendimentos de 8 e 10 % respectivamente. Isto demonstra que

a obtenção destes produtos é factível, a baixo custo e sem precisar mudar substancialmente a técnica tradicional para a mandioca. Restam fazer estudos de aceitação no mercado, assim como o seu uso na criação de receitas. Mas também, estudos comparativos entre diferentes genótipos, buscando selecionar genótipos com maior rendimento de farinha e amido, assim como melhores características organolépticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bastidas, C.G.T. 1998. *Caracterización morfológica y molecular de La diversidad genética de la colección de Pachyrhizus tuberosus (Lam.) Spreng. del Catie*. Turriaba, Costa Rica – Centro Agronômico Tropical de Investigacion y enseñanza.
- Costa, J.M.C.; Scher, J.; Hardy, J. 2003. Influência do nível de hidratação na distribuição e uso da técnica de difração laser. *Revista Ciência Agrônômica*, Fortaleza, 34 (2):173-177.
- Cristina, C.; Milani, S.; Oliveira, S. 2010. Extração e Caracterização de amido de jacatupé (*Pachyrhizus tuberosus*). III Semana de Ciência e Tecnologia IFMG – Campus Bambuí.
- Epamig. 2011. *Hortalças não convencionais*. Prudente de Morais-MG: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - Centro Oeste.
- França, B.S. 2003. Energia, sociedade e recursos naturais em projeto de Reforma Agrária: avaliação das condições de vida, possibilidades e dificuldades no assentamento Iporá (Rio Preto da Eva

- e Itacoatiara – AM). In: Encontro de Energia no Meio Rural. São Paulo.
- Hermann, M., Heller, J. 1997. *Andean roots and tubers: Ahípa, arracacha, maca and yacon*. Promoting the conservation and use of the underutilized and neglected crops. Rome, v.1.
- Nazaré, R.F.R. 2003. Processamento de derivados de frutas amazônicas. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 140p.
- Noda, H.; Machado, F.M. 1997. Feijão-macuco (*Pachyrhizus tuberosus* (Lam.) Spreng.). In: Cardoso, M.A (Coord.). *Hortaliças não-convencionais da Amazônia*. Brasília: Embrapa-SPI: Manaus: Embrapa-CPAA. 150p.
- Noda, H. 1994. Hortaliças não convencionais da Amazônia. *Horticultura Brasileira*, 12 (2):274-276.
- Ribeiro, W.G.; Noda, H.; Soares, J.E.C.; Rocha, M.Q. 2011. Avaliação das características agrônômicas de feijão-macuco. *Horticultura Brasileira*, 29:2902-2908.
- Silva, E. S. D.; Filho, D. F. D. S.; Ticoná-Benavente, C. A. 2016. Diversity of yam bean (*Pachyrhizus* spp. Fabaceae) based on morphoagronomic traits in the Brazilian Amazon. *Acta Amazonica*, 46: 233-240.
- Sørensen, M. 1996. Yam bean (*Pachyrhizus* DC.). In: Heller *et al.* (Coord.). *Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. v.2. Roma: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, 1-141p.

CULTIVO DO CARIRU (*Talinum triangulare* (JACK.) WILLD.), EM SISTEMA DE PRODUÇÃO HIDROPÔNICO FLUTUANTE

Fábio Sebastião ARAÚJO¹, Danilo Fernandes da SILVA FILHO²,
Luiz Augusto Gomes de SOUZA²

¹ Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido/PPG-ATU. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Inpa, Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis. Manaus, AM. Caixa Postal 2223, CEP: 69080-971;

² Coordenação de Sociedade Ambiente e Saúde – Cosas/Inpa, e-mail: danilo@inpa.gov.br; souzalag@inpa.gov.br

Palavras chave: Olericultura, Hidroponia, Hortaliças folhosas, Sistema de cultivo.

INTRODUÇÃO

O uso de vegetais na alimentação do brasileiro é reflexo dos padrões culturais. Os índios brasileiros não davam importância às hortaliças folhosas, que são mais características da cozinha africana, e que foram introduzidos no Brasil pelos negros escravizados. Uma evidência deste fato é a constatação de que no sertão brasileiro, onde a influência negra foi menor, o consumo destes vegetais na alimentação é muito reduzido.

Atualmente, observa-se na população brasileira em geral, uma transição dos hábitos nutricionais que se caracteriza por mudanças em padrões alimentares que resultam de modificações na estrutura da dieta dos indivíduos e relacionados a mudanças econômicas, sociais, demográficas e relacionadas à saúde. Esta transição converge para uma dieta rica em gorduras, particularmente as de origem animal, açúcares e alimentos refinados com teores reduzidos de carboidratos complexos e fibras, e, conseqüentemente, com menor consumo de hortaliças e frutas (Ramalho e Saunders 2000). Para estimular o consumo de vegetais frescos, e, possivelmente, reverter os problemas desencadeados pela transição nutricional, é preciso estimular o consumo de alimentos não convencionais ou regionais, resgatando seu uso, que, além de serem de fácil disponibilidade, são também fontes de vitaminas, minerais e fibras com baixo custo.

As hortaliças nativas da Amazônia ou introduzidas de regiões tropicais úmidas, além de adaptação ambiental, apresentam valor nutricional, mas são pouco conhecidas pelas populações urbanas. Algumas espécies tem seu consumo restrito aos agricultores tradicionais que as cultivam. O cariru é uma dessas hortaliças folho-

sas, da família Talinaceae, que vem sendo conservada e difundida com o uso das folhas e dos talos tenros como ingredientes do feijão e de sopas e carnes, de modo geral. No Brasil, o hábito de consumo do cariru é mais destacado nas regiões Norte e Nordeste. Na Região Norte, os estados do Amazonas e Pará sobressaem-se no cultivo e consumo desta hortaliça (Araújo *et al.* 2013).

A hidroponia é uma técnica de cultivo de plantas em solução nutriente, devidamente aerada, cujo uso se intensificou nas décadas de 50 e 60, em vários países como a Alemanha, França, Itália, Suécia, a antiga URSS, Israel, Inglaterra e Espanha. No Brasil, o cultivo hidropônico de plantas para fins comerciais foi introduzido pelos imigrantes japoneses Shigeru Ueda e Takanori Sekine, na década de 80 (Paz *et al.*, 2000). Atualmente, os cultivos hidropônicos são praticados para produção de alface, rúcula, tomate, pimentão, pepino, morango, melão e até mesmo de algumas plantas ornamentais. No Brasil, as atividades de hidroponia vem crescendo gradativamente, principalmente nas proximidades dos grandes centros urbanos, onde há uma grande demanda por produtos olerícolas (Araújo *et al.* 2013)

Para atender as necessidades das regiões metropolitanas, as tecnologias alternativas de produção agrícola como a técnica de hidroponia pode ser empregada por agricultores familiares, visando melhorar a produção de hortaliças em qualidade e quantidade para abastecer as feiras e mercados. Assim, as pesquisas tem avaliado a produção hidropônica do cariru, hortaliça folhosa não convencional, para suprimento de hortaliças tenras e frescas para consumo nas cidades.

CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS DO CARIRU

A família Portulacaceae é distribuída principalmente no Hemisfério Sul, nas regiões tropicais e subtropicais da África, Ásia, Europa e Oceania. A família inclui 30 gêneros e cerca de 500 espécies, sendo que no Brasil ocorrem dois gêneros: *Portulaca* com treze espécies e *Talinum* com duas espécies (Coelho e Giuliete 2010). Apenas *Portulaca* é um gênero pantropical. As espécies de Portulacaceae são ervas suculentas anuais ou perenes, raramente arbustos ou pequenas árvores (gênero *Talinella*) com ramos eretos a prostrados (gêneros *Grahamia* e *Portulaca*), tricomas axilares curtos a longos, esbranquiçados, raramente ausentes (gênero *Talinum*). As folhas são simples e as sementes são reniformes (Coelho e Giuliete 2010).

No gênero *Talinum* estão classificadas plantas herbáceas e suculentas. O cariru (*T. triangulare* – sinonímia de *T. fruticosum*), é também conhecido popularmente no Brasil como “João-Gomes” e “língua-de-vaca”. É uma espécie herbácea, ereta (chega a 0,8-1,0 m de altura), com folhas alternadas, simples, sem estípulas. As sementes são pretas e lustrosas. É uma espécie perene encontrada em ambientes tropicais, adaptando-se bem ao tempo quente e úmido e aos solos de baixa fertilidade natural, o que faz do seu cultivo uma atividade econômica importante para pequenos produtores, já que não requer custos elevados para sua produção. O cariru é cultivado na África Ocidental, na Ásia (Índia, Indonésia e Malásia) e na América do Sul.

No Brasil, o cariru é consumido na região norte, em especial nos estados do Amazonas e Pará. Sua composição química revela que em 100 g há 25 Kcal de valor energético, 90,8 g de água, 2,4 g de proteína, 4,4 g de carboidrato, 1,0 g de fibra, 121 mg de Ca, 67 mg de P, 5,0 mg de Fe, 105 µg de tiamina, 305 µg de riboflavina, 31 mg de ácido ascórbico e 9 mg de Vitamina A. Na Indonésia a espécie também é utilizada na medicina tradicional como tônico fortificante.

O SISTEMA DE HIDROPONIA FLUTUANTE

A técnica de cultivo de plantas na água, chamada de hidroponia, tem estratégias produtivas variadas e uma delas é a hidroponia *floating* ou flutuante. Neste sistema, a solução nutritiva forma uma lâmina de 5 a 20 cm, onde as raízes das plantas cultivadas ficam submersas. Outra característica é que não se estabelecem canais, mas há necessidade de uma bancada plana onde são colocados os recipientes contendo a solução nutritiva, que é oxigenada através de um sistema de entrada e dreno ou por injeção de oxigênio, ligado permanentemente ou em

horários programados. A solução líquida enche-se de bolhas no processo de oxigenação, mantendo as trocas gasosas com as raízes das plantas, evitando seu apodrecimento (Araújo *et al.* 2013)

Diferente do sistema com fluxo laminar de nutrientes, no cultivo em sistema flutuante, as raízes das plantas permanecem submersas na solução nutritiva por todo o período de cultivo. Por essa razão, o processo de oxigenação da solução merece atenção. Esta pode ser feita por um Venturi (bomba que produz ar comprimido), por compressores de ar ou até mesmo por um sistema manual, desde que haja uma eficiente oxigenação na lâmina de água que contém a solução nutritiva. O sistema é muito simples e pode ser constituído por recipientes, que podem ser baldes ou bacias de diversos tamanhos ou até uma piscina de grande porte. A oxigenação da solução nutriente pode ser feita por um compressor de ar, com função de manter a aeração, evitando a morte das plantas por deficiência de O₂. As espécies cariru, cebolinha (*Allium fistulosum*), alface (*Lactuca sativa*), pimenta (*Capsicum* spp.) e chicória (*Chichorium endivia*) se adaptam bem ao sistema de hidroponia flutuante (Figura 1 a,b,c).



Figura 1. Espécies adaptadas ao sistema de hidroponia flutuante: cebolinha (*Allium fistulosum*) e cariru (*Talinum triangulare*) (a), alface (*Lactuca sativa*) (b) e pimenta ornamental (*Capsicum* sp.) e chicória (*Chichorium endivia*) (c).

PRODUÇÃO DE CARIRU EM SISTEMA DE HIDROPONIA FLUTUANTE

Foi conduzido um estudo experimental em casa de vegetação, na Estação Experimental de Hortaliças – EEH Alejo von der Pahlen, no Inpa, na Rodovia AM 010, Km 14, em Manaus, AM. Estruturalmente, a casa de vegetação era do tipo arco simples, com estrutura de metal galvanizado, com 15 m de comprimento, 6 m de largura e altura de 3,4 m, no ponto mais alto do arco, coberta com plástico transparente de 150 μ (Figura 2).

As bancadas de madeira foram construídas com 6 m de comprimento, 1,2 m de largura e 0,8 m de altura, onde foram

colocados recipientes hidropônicos (floreiras de plástico da marca comercial SANREMO® com dimensões de 47,4 cm x 16,8 cm x 16,3 cm, com capacidade para 8 L). As floreiras foram envolvidas por fita adesiva metalizada de marca EMBALANDO®, para refletir a luminosidade e reduzir o aumento da temperatura da solução nutritiva. Cada unidade hidropônica era composta de uma floreira com dois furos na tampa, onde as mudas foram fixadas por pedaços de esponjas dentro de copos plásticos de 180 mL (Figura 3 a,b).

No sistema hidropônico, a aeração foi efetuada com aeradores, com dupla saída de ar da marca JAD®, modelo SC-7500, voltagem de 110 v - 60 Hz, pressão dos bicos de 0,012 Mpa, com pedras porosas



Figura 2. Detalhe da casa de vegetação (a) e das bancadas (b) utilizadas no experimento de produção de cariru (*Talinum triangulare*) em sistema de hidroponia flutuante.

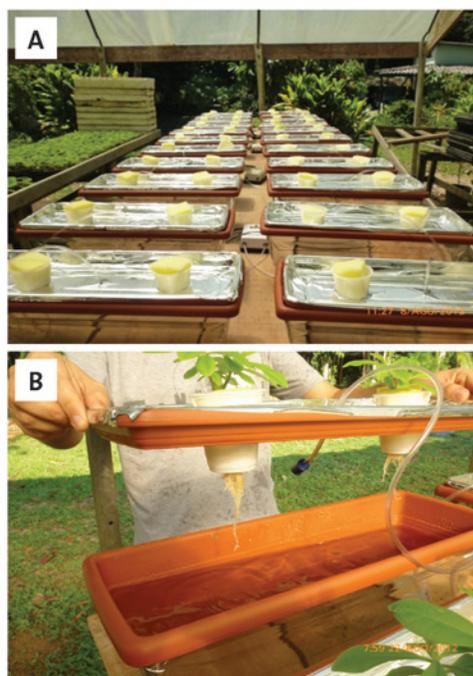


Figura 3. Floreiras prontas para receberem as mudas de cariru (*Talinum triangulare*) (a) e unidade hidropônica do tipo flutuante (b).

que também são usadas em aquários. Neste processo de aeração da solução nutriente, o compressor de ar foi ligado e desligado automaticamente por um temporizador analógico da marca DECOR-LUX®, de acordo com a programação de aeração para os tratamentos empregados.

OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETAL DE CARIRU

A formação das mudas de cariru foi feita por estaquia, a partir de plantas mantidas no Banco Ativo de Germoplasma da Csas-Inpa em Manaus, AM. As estacas foram cortadas com tamanho padrão de 10 cm de comprimento e 1 cm de diâmetro e colocadas à sombra por 24 h para cicatrizar os cortes (Figura 4).

Em seguida, foi depositada em béquer de 500 mL com 1 cm de lâmina de água natural, por três dias, tempo adequado para o seu enraizamento. O transplante para os recipientes hidropônicos ocorreu quando as estacas estavam enraizadas e estas foram envolvidas por uma esponja e fixadas dentro dos copos plásticos, por um furo de 3 cm de diâmetro, para facilitar a passagem das raízes e seu crescimento na solução nutritiva (Figura 5).



Figura 4. Estacas de cariru (*Talinum triangulare*) prontas para o enraizamento.

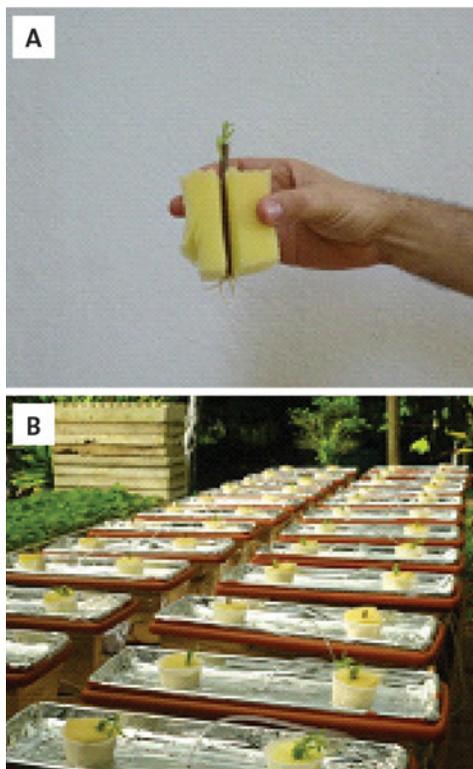


Figura 5. Estacas enraizadas de cariru (*Talinum triangulare*) para o cultivo hidropônico (a) e em crescimento nas unidades hidropônicas (b).

PREPARO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA

A solução nutritiva empregada para o sistema de hidroponia flutuante foi preparada com água de poço artesiano onde foram adicionadas as seguintes concentrações de macronutrientes por litro: 12,0, 1,71, 1,0, 4,6, 3,56, 1,66 e 1,62 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de N-NO_3^- ; N-NH_4^+ , $\text{P-H}_2\text{PO}_4^-$; K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e S-SO_4^{2-} , respectivamente. Para os micronutrientes as quantidades em $\mu\text{mol L}^{-1}$ foram: 42,7 de B, 0,7 de Cu, 34,0 de Fe, 8,5 de Mn, 0,9 de Mo e 2,9 de Zn. As etapas na preparação da solução nutritiva estão apresentadas na Figura 6.

TRATOS CULTURAIS NA PRODUÇÃO HIDROPÔNICA FLUTUANTE DE CARIRU

Os tratos culturais para a produção de cariru pela técnica de hidroponia flutuante são os mesmos para qualquer cultivo hidropônico (Rodrigues, 2002; Santo, 2009). São eles: o monitoramento da condutividade elétrica (CE), a reposição do nível de água evapotranspirada, o controle do pH (corrigido logo após as leituras, feitas pela manhã, utilizando as soluções de KOH à $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ e H_2SO_4

à $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ para manter o pH em uma faixa de 5,5 a 6,5). Adicionalmente o monitoramento do sistema é auxiliado pelo registro da umidade do ar e da temperatura feitas com termo-higrômetro digital.

O método utilizado para a reposição de sais na solução nutritiva foi com base no monitoramento da CE em miliSiemens cm^{-1} , feita quando o condutivímetro indicava uma redução de 25 % da força iônica inicial. Uma ilustração das atividades de monitoramento e manutenção da qualidade da solução nutriente está ilustrada na Figura 7.

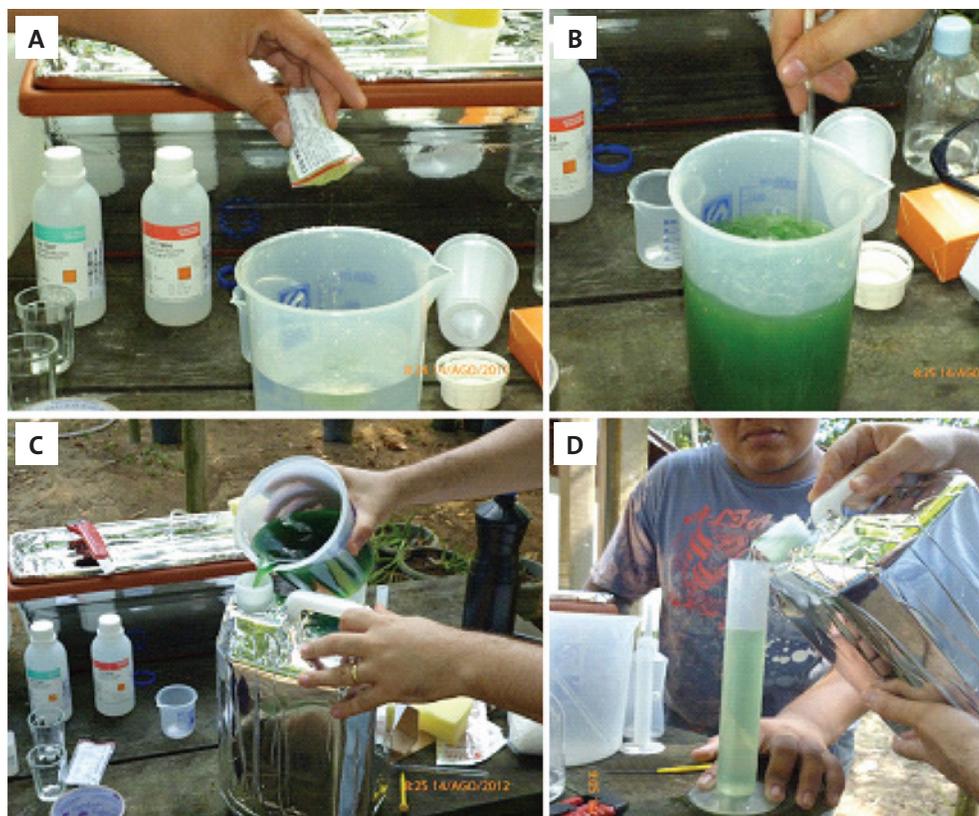


Figura 6. Etapas do preparo da solução nutritiva concentrada utilizada no sistema de hidroponia flutuante: diluição dos sais em água (a,b), armazenamento da solução concentrada (c), e, retirada da alíquota necessária para preparo da solução nutritiva (d).

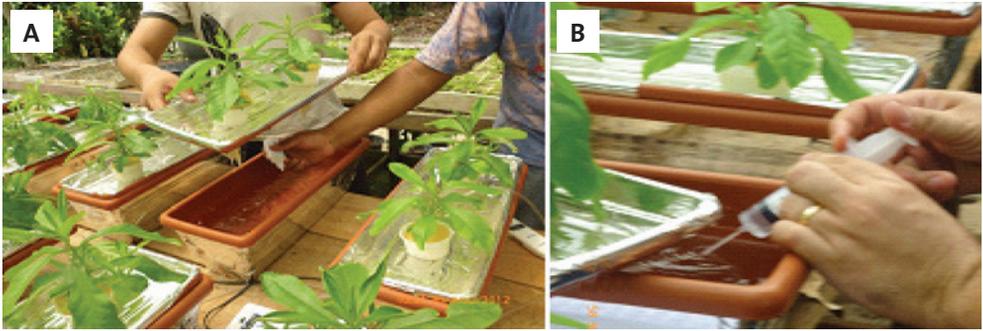


Figura 7. Manutenção no cultivo do cariru (*Talinum triangulare*) em sistema hidropônico flutuante: a calibração do pH (a) e a reposição de sais na solução nutritiva (b).

COLHEITA DE CARIRU EM SISTEMA DE CULTIVO HIDROPÔNICO FLUTUANTE

As plantas de cariru foram colhidas quando emitiram o botão floral, estágio em que o desenvolvimento vegetativo apresentou padrão ideal para comercialização, que foi aos 21 dias após o transplante das estacas (Figura 8). Após a primeira, foram realizadas mas duas colheitas, aos 42 e 63 dias, não havendo a necessidade de renovação total da solução nutritiva, mas apenas a reposição dos nutrientes, baseado na condutividade elétrica.

Na colheita, as plantas foram cortadas na base a partir de 1 cm do caule, para permitir novas rebrotas. Seguiram-se os procedimentos de pesagem da biomassa fresca, contagem do número de ramos laterais e de folhas, medição da altura e uma segunda pesagem da parte aérea da planta, que foi feita após a secagem em estufa aerada sob temperatura de 60°C por 72 h. Em seguida, a parte aérea seca foi moída em moinho tipo Willey, peneirada em 40 mesh, e analisada no Laboratório Temático de Solos e Plantas, do Inpa, em Manaus, AM, para determinação de sua composição química.



Figura 8. Ponto de colheita de plantas de cariru (*Talinum triangulare*) produzidas em sistema de cultivo hidropônico flutuante.

O desenho experimental foi o de blocos inteiramente casualizados, com dois tratamentos: a) aeração contínua na solução nutritiva, e b) aeração fracionada, com injeção de ar na solução nutritiva a cada 12 h por 15 min, com 12 repetições. A análise de variância dos dados e a comparação das médias pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), foram feitas utilizando o programa Assistat 7.7 (Silva e Azevedo, 2016).

O CULTIVO DE CARIRU EM SISTEMA HIDROPÔNICO FLUTUANTE

Em sistema hidropônico flutuante para produção de cariru, a forma de aeração da solução nutriente, não influenciou o crescimento em altura da planta, o número de folhas e o de ramificações formadas (Tabela 1). A altura

da planta é importante para fins comerciais, tornando o produto mais atrativo ao consumidor. No cultivo de cariru foi observada uma diminuição da média de altura das plantas progressivamente entre os cortes, de 25,0 para 22,3 cm, depois para 20,6 cm, sugerindo que é preciso mais tempo de crescimento para que as plantas alcancem a altura média do primeiro corte.

Por outro lado, na Figura 11 se observa que a forma de aeração na solução nutritiva afeta significativamente a produção de biomassa da parte aérea da planta de cariru. Na colheita efetuada aos 21 dias após o transplantio, a aeração contínua aumentou em 24 % e 17 % o rendimento de biomassa fresca e seca respectivamente em relação àquelas submetidas à aeração fracionada.

Tabela 1. Valores médios de caracteres avaliados em cariru (*Talinum triangulare*), sob o efeito de duas formas de aeração na solução hidropônica, em três cortes consecutivos.¹

Formas de aeração	Altura da planta (cm)	Número de folhas	Número de ramificações
Aos 21 dias			
Contínua	24,5 a	148 a	10 a
Fracionada	25,5 a	149 a	11 a
Teste F	1,15 ^{ns}	0,20 ^{ns}	1,08 ^{ns}
Aos 42 dias			
Contínua	21,9 a	148 a	9 a
Fracionada	22,6 a	149 a	10 a
Teste F	2,09 ^{ns}	0,04 ^{ns}	1,20 ^{ns}
Aos 63 dias			
Contínua	20,4 a	146 a	10 a
Fracionada	20,7 a	148 a	9 a
Teste F	0,45 ^{ns}	0,45 ^{ns}	3,41 ^{ns}

¹Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si no nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$), pelo teste de Tukey; ^{ns} não significativo.

Contrariamente, aos 42 dias após o transplante das estacas, a maior produção de biomassa nas plantas de cariru, ocorreu com plantas cultivadas sob o efeito da aeração fracionada, superando significativamente a produção com

aeração contínua. A partir da terceira colheita efetuada aos 63 dias foi verificado que a forma de aeração das plantas não resultou em diferenças significativas na produção de biomassa fresca e seca da parte aérea das plantas (Figura 9).

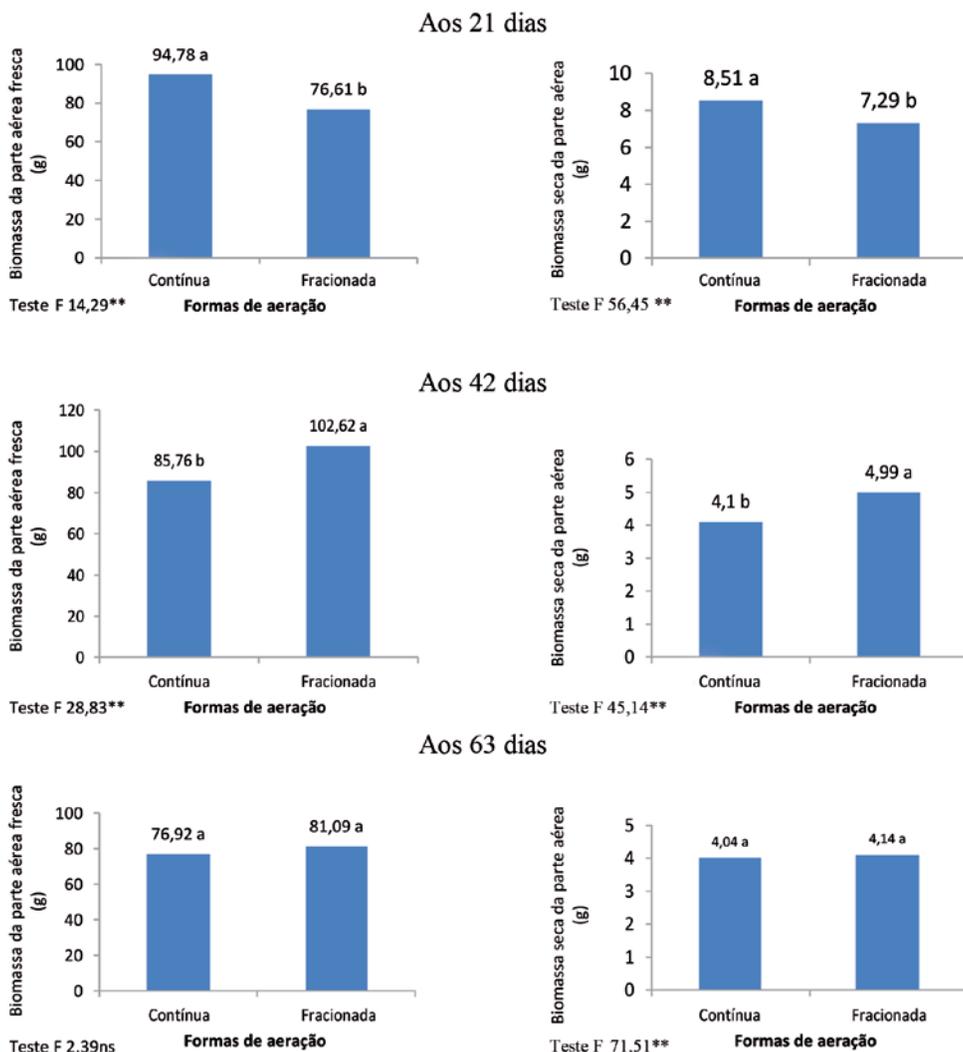


Figura 9. Efeito da forma de aeração da solução hidropônica na produção de biomassa fresca e seca da parte aérea do cariru (*Talinum triangulare*), em três cortes sucessivos após o transplante das estacas.

** Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si no nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$), pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); ns – não significativo.

Desse modo, a partir do segundo corte a aeração da solução pode ser conduzida de modo fracionado, permitindo ao agricultor a redução no uso de energia elétrica, no funcionamento das bombas. A biomassa fresca da parte aérea é a parte comercializada, mas a biomassa após secagem traz informações mais seguras, já que muitas vezes após a colheita as variações de temperatura ou de condições de acondicionamento podem afetar o seu conteúdo de umidade (Fontes, 2011).

TEORES DE NUTRIENTES NA PARTE AÉREA DO CARIRU PRODUZIDO EM SISTEMA HIDROPÔNICO FLUTUANTE

A forma de aeração da solução afetou a concentração de nutrientes na biomassa da parte aérea da planta de cariru produzida em sistema de hidroponia flutuante nos três tempos de colheita avaliados (Tabela 2). Os maiores acúmulos observados ocorreram com a aplicação

Tabela 2. Efeito da forma de aeração contínua (cont.) ou fracionada (fracion.) da solução hidropônica na concentração de macro e micronutrientes nas plantas de cariru (*Talinum triangulare*), em três cortes sucessivos após o transplante das estacas.¹

Formas de aeração	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹			
Aos 21 dias								
Cont.	7,28a	162,08a	7,38a	5,21a	299,33a	302,41a	21,33a	93,50a
Fracion.	6,87b	141,16b	7,41a	5,06b	292,83b	243,25b	16,66b	90,91a
Teste F	174,31**	103,70**	2,30ns	33,74**	5,43*	532,12**	138,35**	2,38ns
Aos 42 dias								
Cont.	6,69a	157,33a	4,88b	5,09a	322,83a	191,66a	13,58a	69,66a
Fracion.	6,49b	135,75b	5,37a	4,68b	292,50b	139,25b	9,50b	56,91b
Teste F	61,34**	130,08**	397,99**	322,99**	98,29**	730,41**	101,45**	132,75**
Aos 63 dias								
Cont.	6,85a	115,66b	9,70a	5,51a	342,58a	348,75a	23,66a	18,33a
Fracion.	6,65b	125,25a	6,00b	5,28b	275,50b	215,33b	14,25b	12,67b
Teste F	43,69**	33,09**	1136,04**	26,83**	720,82**	3941,3**	403,23**	109,32**

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey (p < 0,01).

da aeração contínua em todas as colheitas, com exceção do acúmulo de Ca e Zn na primeira colheita.

As diferenças na absorção de nutrientes pelo cariru cultivado em hidroponia flutuante foram influenciadas pela forma de aeração da solução nutritiva. Assim, as respostas foram discutidas para cada nutriente avaliado.

Fósforo

Foi observado que os teores de fósforo na biomassa foram maiores sob efeito da aeração contínua, sendo de $7,28 \text{ g kg}^{-1}$ na colheita efetuada aos 21 dias. Os teores são comparáveis aos $8,54 \text{ g kg}^{-1}$ verificado em folhas de alface cultivada em sistema hidropônico (Beninni *et al.*, 2005). Malavolta (2006), considera adequados teores de fósforo em torno de $3,5 \text{ g kg}^{-1}$, concordando com Martinez (2011) que considera que de 3 a 5 g kg^{-1} de fósforo na matéria seca da planta já são adequados para o seu bom desenvolvimento.

Potássio

Considerando as três colheitas realizadas, o cariru apresentou concentrações entre $115,66$ a $162,08 \text{ g kg}^{-1}$, valores acima da faixa encontrada por Beninni *et al.*, (2005), com cultivo hidropônico de alface que citam teores de $87,4$ a 90 g kg^{-1} . Malavolta (2006), recomenda valores de 50 g kg^{-1} .

Cálcio

Oscilou de $4,88$ a $9,70 \text{ g kg}^{-1}$ considerando as três colheitas, valores que estão abaixo da exigência nutricional de uma planta conforme Martinez (2011). Para Beninni (2005), o teor deste elemen-

to nas folhas é considerado adequado quando está próximo de $12,5 \text{ g kg}^{-1}$. Uma das possíveis explicações para a baixa extração de cálcio pode estar relacionada ao mecanismo de extração da planta, já que a absorção é feita unicamente nas raízes jovens, nas quais as paredes celulares da endoderme não estão suberizadas (Mengel e Kirkby, 1987).

Magnésio

Os teores de magnésio encontrados variaram entre $4,68$ a $5,51 \text{ g kg}^{-1}$. Beninni *et al.* (2005) apresentaram valores de 10 a 13 g kg^{-1} , portanto, superiores aos encontrados aos encontrados aqui. Por outro lado Filho *et al.* (2003) relatam teores de $2,4 \text{ g kg}^{-1}$ e Martinez (2011) de 3 a 5 g kg^{-1} , que considera adequado para um bom desenvolvimento das plantas. Isto indica que não haveria deficiência deste mineral no cultivo hidropônico.

Ferro

Os teores oscilaram de $275,50$ a $342,58 \text{ mg kg}^{-1}$. A forma preferencial da absorção desse elemento pelas raízes é Fe^{2+} , mas pode ser absorvido como Fe^{+3} e Fe-quelatado, como ocorre em hidroponia. Cortez (1999) e Neto *et al.*, (2003) relatam teores de 137 a 139 mg.kg^{-1} e 227 a 5.015 mg kg^{-1} respectivamente, valores que são considerados altos. Entretanto, concentrações elevadas de outros íons na solução (como fósforo, manganês e zinco) podem inibir por competição iônica a absorção de Fe, fato não constatado nesse trabalho. Para Martines, (2011) a faixa recomendada para nutrição de plantas: de 50 a 100 mg^{-1} . Ressalta-se que o ferro é um com-

ponente da hemoglobina e que hortaliças como o cariru podem contribuir para melhorar o suprimento desse mineral na dieta (Omale e Ugwu, 2011).

Manganês

Foi também observado que os teores de manganês na matéria seca do cariru variaram entre 139,25 e 348,75 mg kg⁻¹. O manganês é absorvido pelas raízes, ativamente, na forma Mn²⁺. De forma geral, os metais pesados, como o Mn, podem ser transportados por quatro famílias distintas de transportadores (Williams *et al.*, 2000). Como o raio iônico do Mn²⁺ tem propriedades químicas semelhantes aos nutrientes Ca²⁺, Fe²⁺, Zn²⁺ e, especialmente, Mg²⁺, a presença destes pode inibir a absorção do Mn, ou até mesmo seu transporte (Malavolta, 2006). Neto *et al.* (2003) e Filho *et al.* (2003) apresentaram valores de Mn variando de 82,7 a 86,7 mg kg⁻¹ e 158 mg kg⁻¹, respectivamente. E segundo Martines (2011), teor adequado varia de 20 a 500 mg kg⁻¹. Portanto, este mineral foi bem suprido pelo método hidropônico.

Cobre

Os teores oscilaram entre 9,50 a 23,66 mg kg⁻¹. Estes valores são menores que os apresentados por Neto *et al.* (2003) que compreendem a faixa de 34 a 44 mg.kg⁻¹. Martinez (2011) considera que o conteúdo de 5 a 20 mg kg⁻¹ é suficiente para o desenvolvimento normal da planta. O cobre pode ser preferencialmente absorvido tanto na forma iônica Cu²⁺ ou complexado a quelados, como foi utilizado nesta pesquisa.

Zinco

O teor variou de 12,67 a 93,50 mg kg⁻¹. E, considerando as três colheitas efetuadas, foi observado um declínio de 90 mg kg⁻¹ (21 dias) a 15 mg kg⁻¹ (63 dias) na concentração de zinco na biomassa do cariru a cada colheita. É possível que zinco esteja sendo absorvido na forma de Zn²⁺, na forma ativa, por um transportador (Pence *et al.* 2000). Assim, a competição com outros nutrientes catiônicos, em altas concentrações no meio, pode inibir a absorção do Zn²⁺. Como ao longo das três colheitas não houve renovação da solução nutritiva, o desequilíbrio químico pode ter aumentado a concentração de alguns nutrientes em maior quantidade e conseqüentemente causado essa redução do zinco ao longo de cada colheita, uma vez que alguns nutrientes minerais possuem o mesmo sítio de absorção.

Os resultados sugerem que a renovação da solução nutritiva se faz necessária para a reposição dos nutrientes em períodos de produção mais prolongados para evitar o desbalanceamento da solução nutriente (Santos 2009). Em pesquisas realizadas com hortaliças folhosas, Neto *et al.* (2003) e Filho *et al.* (2003) relataram conteúdos de zinco entre 111 e 121 mg kg⁻¹ e de 54,8 mg kg⁻¹, respectivamente. Estes valores se enquadram dentro da faixa exigida pelas plantas para completar o ciclo vegetativo fisiologicamente normal, que é de 3 e 150 mg kg⁻¹ (Martines 2011).

CONCLUSÕES

O sistema de hidroponia flutuante é viável para produção do cariru (*Talinum*

triangulare) a partir de estacas da planta, com possibilidade de se efetuar três colheitas sucessivas por rebrotamento. A primeira colheita de cariru pode ser realizada aos 21 dias e é favorecida pela aeração contínua produzindo 95 g planta⁻¹. Nas colheitas aos 42 e 63 dias, o sistema de aeração pode ser fracionado sem prejuízo na produção.

A maior absorção de nutrientes ocorre no manejo com aeração contínua, mas isto não se refletiu necessariamente na maior produtividade de biomassa da parte aérea. Os testes com outros genótipos poderiam ajudar a identificar aqueles mais responsivos à aeração contínua ou fracionada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo, F.S.; Silva Filho, D.F.; Souza, L.A.G.; Ribeiro, J.C.D. 2013. Produção participativa de hortaliças com uso da técnica de Hidroponia, na área urbana de Manaus. In: Noda, H., Souza, L.A.G., Silva Filho, D.F. (Orgs.). Agricultura Familiar no Amazonas: Conservação dos recursos Ambientais. 1ª ed. Manaus, AM: Wega, v. 1, p. 135-152.
- Beninni, E.R.Y.; Takahashi, H.W.; Neves, C.S.V. 2005. Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. *Semina: Ciências Agrárias*, 26: 273-282.
- Coelho, A.A.O.P.; Giulietti, A. M. 2010. O gênero *Portulaca* L. (Portulacaceae) no Brasil. *Acta Bot. Bras.* vol. 24(3).
- Cortez, G.E.P. 1999. Cultivo de alface em hidroponia associado à criação de peixes. Tese (doutorado), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 75p.
- Filho, H.N.; Santos, O.; Borcioni, E.; Sinchak, S.; Puntel, R. 2003. Aquaponia: Interação entre alface hidropônica e criação superintensiva de tilápias. *Horticultura Brasileira*, 21.
- Fontes, P.C.R. 2011. Nutrição mineral de plantas: Avaliação e diagnose. Viçosa, 296p.
- Malavolta, E. 2006. Manual de nutrição mineral de plantas. 1 ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 631p.
- Martinez, H.E.P. 2011. O uso de cultivo hidropônico de plantas em pesquisa. 1ªed., Viçosa, Aprenda Fácil, 76p.
- Mengel, K.; Kirkby, E.A. 1987. Principles of plant nutrition. Worblaufen-Bern: International Potash Institute, 687p.
- Neto, E. B.; Mendonça, I.F.; Marrocos, N.R.M.; Barreto, L.P. 2003. Teores de micronutrientes em plantas de alface, em função do pH da solução nutritiva. *Horticultura Brasileira*, 21: Suplemento. CD-ROM.
- Omale, J.;Ugwu, C.E. 2011. Comparative Studies on the Protein and Mineral Composition of Some Selected Nigerian Vegetables. *African Journal of Food Science*, 5 (1): 22 – 25.
- Paz, V.P.S.; Teodoro, R.E.F.; Mendonça, F.C. 2000. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 4, n. 3, p.465-473.
- Pence, N.S.; Larsen, P.B.; Ebbs, S.D.; Letham, D.L.D.; Lasat, M.M.; Garvin, D.E.; Eide, D.; Kochian, L.V. 2000. The molecular physiology of heavy metal transport in the Zn/Cd hyper accumulator *Thlaspi caerulescens*. *Proceedings of the National Academy of Science of the USA*, v.97, p.4956- 4960.
- Ramalho, R.A.; Saunders, C. 2000. O papel da educação nutricional no

combate às carências nutricionais.
Rev. Nutr., v.13, n.1, p.11-16.

Rodrigues, L. R. F. 2002. Cultivo pela técnica de hidroponia: técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido. Jaboticabal: Funep. 726 p.

Santos, O.S. 2009. Hidroponia. Santa Maria: UFSM, 392p.

Silva, F., Azevedo, C. 2016. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research* 11: 3733-3740.

Williams, L.E.; Pittman J.K.; Hall, J.L. 2000. Emerging mechanisms for heavy metal transport in plants. *Biochemical et Biophysical Acta-Biomembranes*, v. 1465, p.104-126.

DESEMPENHO DE CULTIVARES DE COUVE-FLORES DE VERÃO NA AMAZÔNIA CENTRAL

Rafaela Noel SERUDO¹, Danilo Fernandes da SILVA FILHO²

¹ Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido/PPG-ATU. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Inpa, Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis, Manaus, AM. Caixa Postal 2223, CEP: 69080-971, e-mail: rafaelanoel@gmail.com;

² Coordenação de Sociedade Ambiente e Saúde – Csas/Inpa, e-mail: danilo@inpa.gov.br

Palavras-chave: *Brassica oleracea* var. *botrytis*, adaptabilidade, produtividade, qualidade.

INTRODUÇÃO

A couve-flor, *Brassica oleracea* var. *botrytis*, pertence à família Brassicaceae (antes Cruciferae), que abrange grande número de culturas oleráceas, dentre elas o agrião-d'água, o brócolis, a couve-chinesa, o couve-comum, a couve-de-bruxelas, o couve-rábano, a mostarda, o nabo, o rabanete, o rábano, o repolho, a rúcula, etc. A origem da couve-flor é a Costa do Mediterrâneo, de onde se expandiu pela Europa, no início do século XVII. No Brasil, foi introduzida pelos primeiros imigrantes italianos.

Considerando-se a filogenia da espécie, é provável que a espécie cultivada *Brassica oleracea* seja derivada de uma congênera selvagem denominada de *B. oleracea* var. *silvestris*, semelhante à couve-comum, a *B. oleracea* var. *acephala*. A couve silvestre ainda é encontrada no litoral atlântico da Europa ocidental e nas costas do mar Mediterrâneo. Esta planta originou sete distintas culturas oleráceas, todas pertencentes à mesma espécie, porém classificadas em diferentes variedades: o brócolis (*B. oleracea* var. *italica*), o couve-de-bruxelas (*B. oleracea* var. *gemmifera*), o couve-flor (*B. oleracea* var. *botrytis*), o couve-de-folhas (*B. oleracea* var. *acephala*), o couve-rábano (*B. oleracea* var. *gongylodes*), a couve-tronchuda (*B. oleracea* var. *tronchuda*) e o repolho (*B. oleracea* var. *capitata*) (Filgueira, 2008).

A couve-flor é uma espécie alógama, bienal, indiferente ao fotoperíodo, que exige frio para passar do estágio vegetativo para o reprodutivo. Suas principais características morfológicas são: as raízes se concentram nos primeiros 20-30 cm de profundida-

de; suas folhas são alongadas de limbo elíptico; a inflorescência ou cabeça se desenvolve sobre um caule curto e são formadas a partir do conjunto de primórdios florais, sendo estes transformados, posteriormente, em botões florais, de cores branca, creme, amarela, roxa e verde; a flor tem quatro sépalas e quatro pétalas; os estames são em número de seis; as anteras são receptivas somente no período que antecede a abertura da flor; o fruto é uma síliqua com número de sementes variando entre dez a trinta, em condições normais (May *et al.* 2007; Filgueira, 2008).

A China é o maior produtor mundial de couve-flor, seguido da Índia, Espanha, Itália e França. No Brasil, a couve-flor é mais cultivada nos Estados da região Sul, Sudeste e Centro Oeste. As três espécies de Brassicaceae mais comercializadas no Brasil são a couve-flor, o repolho e o brócolis. Segundo a Central de Abastecimento do Estado de São Paulo, em 2007 foram comercializadas 10,9 mil toneladas de couve-flor, quantidade acima da média anual comercializada entre os anos de 2001-2007, de 10 mil t. (Ceasa-São Paulo, 2013) Pela variação sazonal das entradas e preços, os meses de maio a outubro têm a maior oferta, e os maiores preços ocorrem nos meses de janeiro a abril.

A couve-flor devido as suas características nutracêuticas é muito consumida nas várias formas, em deliciosos pratos quentes e frios. A sua composição química em 100 g de polpa fresca contém 93 % de água, 286 mg de potássio, 188 mg de fósforo e 150 mg e 72 mg, respectivamente de vitaminas, B e C. É uma hortaliça rica em fibras e com apenas 30 calorias em 100 g de polpa (Mambreu *et al.* 2007).

Mesmo sem resistência a geadas, o couve-flor já foi considerado uma cultura típica de outono-inverno, e exige temperaturas amenas ou frias para produzir inflorescências comerciais. Ao longo do tempo, o melhoramento genético vegetal selecionou cultivares mais adaptadas a temperaturas elevadas, possibilitando o cultivo ao longo do ano (May *et al.* 2007). A faixa ótima de temperatura para couve-flor é de 14-20°C; o cultivo em temperaturas acima de 25°C influencia na formação da inflorescência ou na perda de compacidade. As temperaturas próximas a 0°C causam injúrias por congelamento no ápice dos ramos, resultando também em não formação da inflorescência.

Sob condições favoráveis, o estabelecimento e produção do couve-flor pode ser dividido em quatro estádios: o primeiro, de 0 a 30 dias, compreende o crescimento inicial após a emergência das plântulas até a emissão de 5-7 folhas definitivas; o segundo estágio, de 30 a 60 dias, ocorre a fase de expansão das folhas externas; o terceiro estágio, de 60 a 90 dias, caracteriza-se pela diferenciação e o desenvolvimento dos primórdios florais e das folhas externas. No quarto estágio, de 90 a 120 dias, ocorre o desenvolvimento da inflorescência, sendo este o estágio mais importante para produção de sementes, onde ocorre a formação e enchimento das mesmas. Contudo, o comprimento desses estádios fenológicos pode variar segundo as características da própria cultivar e também da resposta da planta às condições ambientais de cultivo. O segundo e o terceiro estádios de desenvolvimento da couve-flor são de grande importância na produtividade (tamanho e conformação

de inflorescência), uma vez que atuam decisivamente sobre o número e tamanho de folhas, que definirão a área foliar da planta (May *et al.* 2007).

A couve-flor se desenvolve melhor nos solos argilosos, ricos em matéria orgânica e bem drenados. Assim como a maior parte das hortaliças cultivadas, é pouco tolerante à acidez e ao Al^{3+} , exigindo pH entre 6,0 e 6,8. A calagem e adubação com macro e micronutrientes são fundamentais para sistemas de cultivo que buscam alta produtividade (Trani *et al.* 1994).

Atualmente, a maioria dos produtores de couve-flor no Brasil utilizam sementes híbridas para a produção no verão; entretanto, essas sementes apresentam preço muito superior aos das cultivares de polinização aberta (Maluf, 2001). Porém, na região Norte do Brasil, não há conhecimento sólido existente sobre as cultivares de couve-flor de verão que poderiam ser utilizadas. Desta forma este trabalho avaliou o desempenho de diferentes variedades de couve-flor de verão no município de Manaus, AM.

AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE VARIEDADES DE COUVE-FLOR PARA CULTIVO NA AMAZÔNIA CENTRAL

Os testes foram realizados na Estação Experimental Alejo von der Pahlen (EEH) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, localizada na rodovia AM 010, Km 14 (03° 08' S; 60° 01' W. Gr.) em Manaus, AM, no ano de 2013. O solo da área é do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo álico, textura arenosa. O clima local é caracterizado como Af segundo o sistema de Köppen-Geiger (PEEL *et al.* 2007). Durante o ensaio, a temperatura média foi de 27,8°C e a precipitação pluviométrica total foi de 1628,9 mm (Tabela 1).

Quatro cultivares de couve-flor recomendadas para o cultivo em estações climáticas de verão e primavera foram avaliadas: Cultivar Piracicaba Precoce, Isla®; Híbrido Verona 284, Sakama®; Híbrido Veneza, Seminis®; Híbrido Verona CMS, Seminis®. A semeadura foi feita em bandejas de poliestireno expandido, com capacidade para 128 células, preenchidas

Tabela 1. Registros meteorológicos efetuados entre os meses de agosto de 2013 e fevereiro de 2014, no município de Manaus, AM.

Mês	Temperatura (°C)		Umidade Relativa (%)	Precipitação (mm)	Dias de Chuva	Insolação (hora)
	Máxima	Mínima				
Agosto	33,2	21,6	82,5	138,3	13	183,2
Setembro	33,4	22,1	84,2	128,8	16	160,8
Outubro	33,9	22,9	84,2	107,00	15	166,3
Novembro	33,9	23,2	83,6	296,7	14	144,8
Dezembro	33,1	22,6	89,1	277,3	18	77,4
Janeiro	32,1	23,1	89,4	329,5	22	115,0
Fevereiro	31,4	22,5	91,6	351,3	25	67,4
Média	33,0	22,6	86,4	232,7	18	130,7

Fonte: EMBRAPA, km 29, AM-010, período de 2012-2013.

com substrato Plantmax Hortaliças®, uma semente por célula. Aos 15 dias, realizou-se uma adubação foliar aplicando-se a formulação 15-5-5 de N-P-K e 2 g de bórax dissolvidos em 1 L de água. O sistema utilizado mostrou-se adequado para a germinação do couve-flor (Figura 1).

PREPARO DO SOLO, ADUBAÇÃO, TRANSPLANTE DAS MUDAS E APLICAÇÃO DE TRATOS CULTURAIS

O preparo do solo da área de cultivo consistiu de uma aração e gradagem (Figura 2). Foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-0,20 m, para análise da sua composição química, no Laboratório Temático de Solos e Nutrição de Plantas, do Inpa, em Manaus, AM. As características químicas do solo selecionado para o cultivo do couve-flor estão apresentadas na Tabela 2.

A adubação orgânica foi feita com composto orgânico elaborado na EEH, aplicado na quantidade de 2,5 kg cova⁻¹. As adubações químicas seguiram as recomendações de Trani e Raij (1997), aplicando-se em g planta⁻¹: 43 de superfosfato simples, 10 de cloreto de potássio, 10 de sulfato de amônio e 3 de boro. Durante o ciclo da cultura, foi fornecida uma adubação de cobertura aos 15, 30, 45 e 60 dias após o plantio com 40 g da mistura proporcional de sulfato de amônio e cloreto de potássio e a adubação foliar aplicando-se 15 g L⁻¹ de sulfato de magnésio e 3 g planta⁻¹ de bórax. Durante a fase de desenvolvimento da inflorescência foi feita uma suplementação com o fertilizante foliar mineral

misto, Plantafol, de formulação 20-20-20, recomendada para cultura da couve-flor (May *et al.*, 2007).

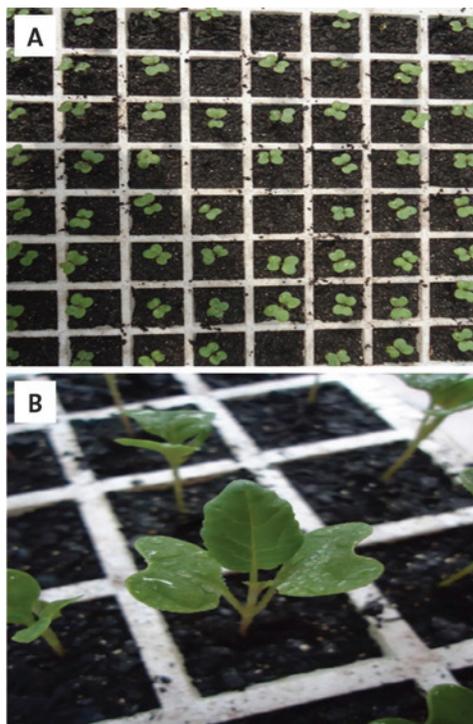


Figura 1. Plântulas de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) na fase inicial de germinação (a) e emitindo as primeiras folhas verdadeiras (b).



Figura 2. Detalhe sobre o procedimento da operação de aração e gradagem do solo na Estação Experimental de Hortaliças do Inpa, em Manaus, AM.

Tabela 2. Características químicas do solo Argissolo Vermelho-Amarelo da Estação Experimental Alejo von der Pahlen, em Manaus, AM.

pH	C	M.O	N	Ca	Mg	Al	P	K	Fe	Mn	Zn	Cu
H ₂ O	g kg ⁻¹			cmol kg ⁻¹			mg kg ⁻¹					
5,41	25,18	43,32	1,26	0,92	0,24	0,36	37	55	89	1,50	3,40	1,10

O transplante foi realizado em agosto, aos 39 dias após a sementeira, quando as plântulas apresentavam quatro a cinco folhas definitivas (Figura 3), em espaçamento de 0,5 m entre plantas e de 1,0 m entre as fileiras, em leiras de 0,5 m de largura e 0,2 m de altura (Figura 4).

O controle das plantas invasoras foi feito com capina manual, com auxílio

de enxada. As irrigações foram feitas quando houve necessidade durante todo o ciclo da cultura, com sistema de aspersão convencional. No controle fitossanitário, foi utilizado inseticida e fungicida com doses recomendados pelo fabricante para a cultura, em função da ocorrência do agente, inseto ou patógeno, atacando as plantas.

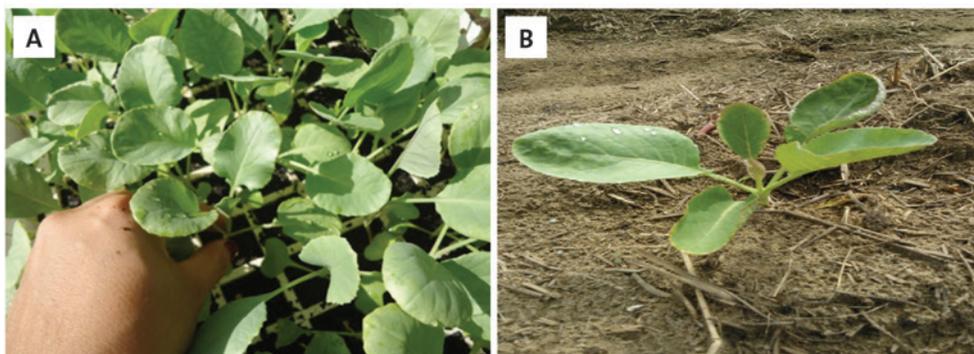


Figura 3. Mudas de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) na bandeja, pronta para o plantio (a), e muda após o plantio plantada no campo experimental (b).

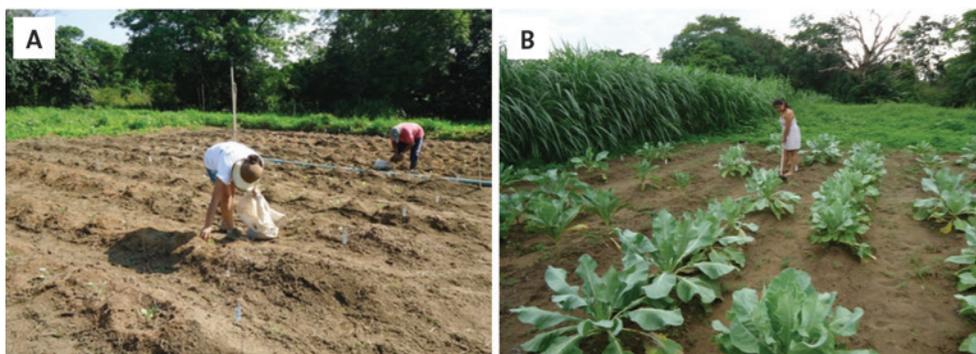


Figura 4. Dimensões das leiras com as plantas jovens de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) (a), e em fase já avançada de desenvolvimento fisiológico (b).

COLHEITA E AVALIAÇÃO DAS CULTIVARES DE COUVE-FLOR DE VERÃO

Aos colheita foi iniciada aos 168 dias. Um ilustração do couve-flor no tempo ideal de colheita está apresentada na Figura 5. A avaliação das plantas foi efetuada com quatro repetições, seguindo as orientações de programa Horti e Fruti Padrão (1999).

O diâmetro transversal das cabeças ou inflorescências foi avaliado com auxílio de um paquímetro. As inflorescências foram separadas em classes, em função da tonalidade das flores: brancas, cremes e amarelas (Tabela 3). A classificação por qualidade das inflorescências se baseou nos tipos de defeitos, considerados graves ou leves nas seguintes categorias: Extra, Categoria I, Categoria II, Categoria III (Tabela 4).

Para comparação entre as variedades outras características da planta foram



Figura 5. Planta de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) no ponto ideal de colheita ideal.

Tabela 3. Classificação de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) pelo diâmetro das inflorescências.

Classe	Diâmetro das inflorescências (mm)
1	< 100
2	100-129
3	130-149
4	150-169
5	170-189
6	190-209
7	210-229
8	> 230

Tabela 4. Classificação das inflorescências do couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) em função da cor e categoria.

Cores das inflorescências (%)				
Branca	100	100	100	100
Creme	0	100	100	100
Amarela	0	0	0	100
Limite de tolerância de defeitos (%)				
Defeitos graves	Extra	Categoria I	Categoria II	Categoria III
Podridão	0	1	2	5
Dano profundo	0	1	5	20
Impurezas	0	2	10	50
Passada	0	0	5	20
Outros graves	0	1	10	50
Total graves	0	2	10	50
Defeitos leves	2	10	20	100
Total de defeitos	2	10	20	100

consideradas tais como o diâmetro do caule, altura, número de folhas, biomassa do caule, a biomassa fresca da inflorescência, o ciclo, expresso em dias. A produtividade da cultura foi estimada pela multiplicação do número de plantas pela massa fresca da inflorescência. Uma ilustração das determinações efetuadas na fase de avaliação das variedades está apresentada na Figura 6.

Para interpretação dos resultados obtidos, adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos constituídos pelas cultivares de couve-flor, e cinco repetições. Os dados dos caracteres quantitativos foram submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de teste de Skott-Knott, em nível de 5 % de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Assisat 7.6 Beta, desenvolvido pela Universidade Federal de Campina Grande.

AValiação DAS VARIEDADES DE COUVE-FLOr DE VERÃO NAS CONDIÇÕES DA AMAZÔNIA CENTRAL

Quando plantadas nas condições ambientais da Amazônia Central, as quatro cultivares de couve-flor de verão apresentaram diferenças significativas em crescimento e desenvolvimento, entretanto não diferiram no número de folhas formadas e nem na duração do ciclo (Tabela 5). Na couve-flor, as temperaturas elevadas estão relacionadas a uma maior emissão de folhas (Ferreira, 1983). As estimativas de Moel (1991) são de que, se a temperatura sofrer elevação de

17°C para 25°C aumenta-se de 26 para 37 o número de folhas formadas em uma planta de couve-flor.

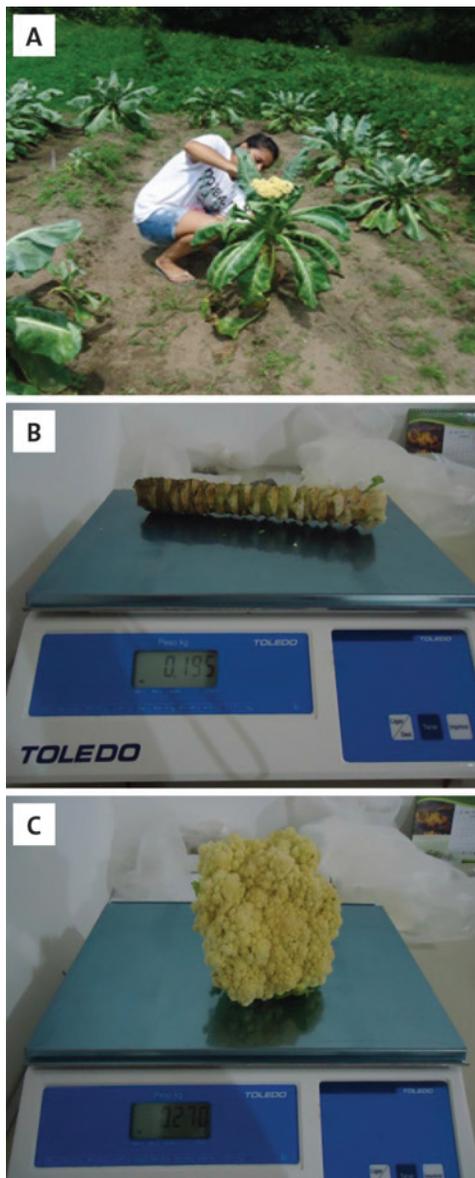


Figura 6. Detalhes da avaliação das características das plantas de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*): altura e do caule (a); massa do talo (b); massa fresca da inflorescência (c).

Tabela 5. Valores do diâmetro do caule (DC), altura da planta (AP), diâmetro da inflorescência (DI), número de folhas (NF), massa do caule (MC), massa fresca da inflorescência (MFI), ciclo (CL) e produtividade (P) de híbridos e cultivares de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), em solo Argissolo Vermelho-Amarelo da Amazônia Central, em Manaus, AM.

Cultivar	DC	AP	DI	NF	MC	MFI	CL	P
	cm			(un)	kg		(dias)	(ton ha ⁻¹)
Piracicaba Precoce	2,1 c	32,2 a	15,9 a	26 a	0,22 b	0,32 a	176 a	6,4 a
Verona 284	3,0 a	27,7 b	11,9 b	24 a	0,29 a	0,23 b	176 a	5,0 b
Veneza	2,6 b	24,7 b	12,8 b	23 a	0,18 b	0,21 b	168 a	4,2 b
Verona CMS	2,7 b	26,9 b	7,9 c	24 a	0,17 b	0,11 c	170 a	2,3 c
Média	2,6	27,9	12,1	24	0,21	0,22	173	4,5

Médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Skott-Knott ($P < 0,05$).

Por outro lado, vários pesquisadores como Kano *et al.* (2010), Porto (2009), Castoldi *et al.* (2009) e Almeida *et al.* (2007) cultivaram as variedades Verona e Teresópolis Gigante, em diferentes espaçamentos em outras regiões brasileiras e constataram que esses emitem, em média, 23 a 26 folhas, que são valores próximos aos aqui observados. As estimativas de produtividade entre 2,3 e 6,4 t ha⁻¹, observadas no germoplasma avaliado evidenciam o potencial produtivo do couve-flor de verão na região Norte do Brasil.

Quanto ao diâmetro do caule, o crescimento observado no híbrido Verona 284 superou significativamente as outras variedades avaliadas e, por outro lado, as variedades Veneza e Verona CMS apresentaram diâmetro do caule maior que a variedade Piracicaba Precoce (Tabela 5). Para a altura da planta a variedade Piracicaba Precoce se destacou, superando significativamente as demais cultivares. É importante ressaltar que as medidas de crescimento das plantas de couve-flor registradas neste experimento são superiores àquelas informadas por Castoldi *et al.* (2009) para o híbrido Verona.

Foi também verificado que a biomassa do caule do híbrido Verona 284, foi significativamente superior aos outros genótipos estudados (Tabela 5). Considerando-se que é a inflorescência do couve-flor é o produto a ser comercializado, o diâmetro da inflorescência da cultivar Piracicaba Precoce superou significativamente os demais cultivares, superando 15 cm com medidas que foram o dobro das observadas no híbrido Verona CMS. Zanuno *et al.* (2013) obtiveram valores de 13,7 cm de diâmetro da inflorescência para a cultivar Piracicaba Precoce, concordando com os observados aqui. Esses valores são considerados baixos já que outros pesquisadores como Monteiro *et al.* (2010), Castoldi *et al.* (2009), Camargo *et al.* (2009), Kikuti (2009), Pizetta *et al.* (2005) avaliaram algumas variedades e híbridos de couve-flor em diferentes ambientes das regiões brasileiras e relataram valores máximos de até 26,4 cm de diâmetro de inflorescência com destaque de estabilidade morfológica para a cultivar Verona.

Considerando-se o rendimento de massa fresca da inflorescência, observou-se uma variação de 0,11 a 0,32 kg das cabeças entre os quatro genóti-

pos pesquisados. A cultivar Piracicaba Precoce foi significativamente superior às demais e os valores médios da massa seca da inflorescência desta cultivar foram quase três vezes maiores que no híbrido Verona CMS. Em outras pesquisas, como as desenvolvidas por Castoldi *et al.*, (2009), Monteiro *et al.* (2010), Godoy e Cardoso (2005), em diferentes cultivares e híbridos de couve-flor e em vários ambientes do Brasil a massa fresca da inflorescência da cultivar Shiroamaru II foi muito próxima da verificada aqui, entretanto na cultivar Verona a massa fresca da inflorescência pode alcançar até 1,19 kg (Castoldi *et al.*, 2009).

Como já afirmado, não houve diferenças quanto ao ciclo vegetativo nos híbridos cultivados no ambiente tropical, com média de 170 dias. Em condições favoráveis a cultivar Piracicaba Precoce, e os híbridos Verona 284 e Verona CMS apresentam ciclos vegetativos entre 80 a 90, 100 a 110, e 95 a 100 dias (May, 2007). Ressalva-se que a temperatura média adequada ao bom desenvolvimento de couve-flor varia de 15-18°C com máximas de 23,8°C (Casseres, 1980) e de 15-20°C (Ferreira, 1983). É possível que as temperaturas mais elevadas tenham influenciado ampliando o ciclo da couve-flor de verão no ambiente da Amazônia Central.

Mesmo considerado que a maior produtividade de 6,4 t ha⁻¹ da cultivar Piracicaba Precoce, entre os híbridos avaliados, deve-se observar que esse valor é baixo, visto que ela pode atingir 18,7 t ha⁻¹ (Zanuno *et al.*, 2013). Aliás, Seleguini *et al.* (2006) reportaram 14,0 t ha⁻¹, mais que o dobro do que foi encontrado neste trabalho. Por outro lado,

na cultivar Verona existem estimativas como as de Castro (2006) e Pizzeta *et al.* (2005), com produtividades de 30,0, e 11,0 t ha⁻¹, respectivamente.

CLASSIFICAÇÃO DAS CABEÇAS DE COUVE-FLOR SOB O PONTO DE VISTA QUALITATIVO PARA FINS COMERCIAIS

Entre os quatro genótipos de couve-flor avaliados, a cultivar Piracicaba Precoce com diâmetro da cabeça de 150 mm, foi classificada na Classe 4, categoria (CAT) I (com defeitos totais, dentro do limite de 10 %) e tonalidade creme, com melhor qualidade para fins comerciais (Tabela 6).

No critério de avaliação da cabeça por tonalidade, as cultivares avaliadas se enquadraram na coloração creme (Figura 7). É possível que esta característica tenha sido influenciada pelas altas incidências de luz solar e pluviosidade característica do ambiente onde foram cultivadas,

Tabela 6. Critérios empregados para classificação qualitativa das cabeças da couve-flor de verão (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), para fins comerciais.¹

Cultivar	Classificação das Cabeças		
	Classe	Categoria	Tonalidade
Piracicaba Precoce	4	I	Creme
Verona 284	2	I	Creme
Veneza	2	I	Creme
Verona CMS	1	II	Creme

¹ 4 = maior ou igual a 150 mm; 2 = maior ou igual a 100 mm; 1 = menor que 100 mm; categoria I = total de defeitos dentro do limite de 10 %; categoria II = total de defeitos dentro do limite de 20 %; creme = coloração creme da cabeça.

tendo em vista que as inflorescências das couves-flores são sensíveis a tais fatores.

Na avaliação por categoria de defeitos apresentados pelos genótipos, todas as cultivares se incluíram entre aqueles graves e

leves. Os principais defeitos graves encontrados nas inflorescências foram a presença de folhas (Figura 8a) com mancha vinho, ou manchas rosadas (Figura 8b). Como principal defeito a cabeça deformada foi

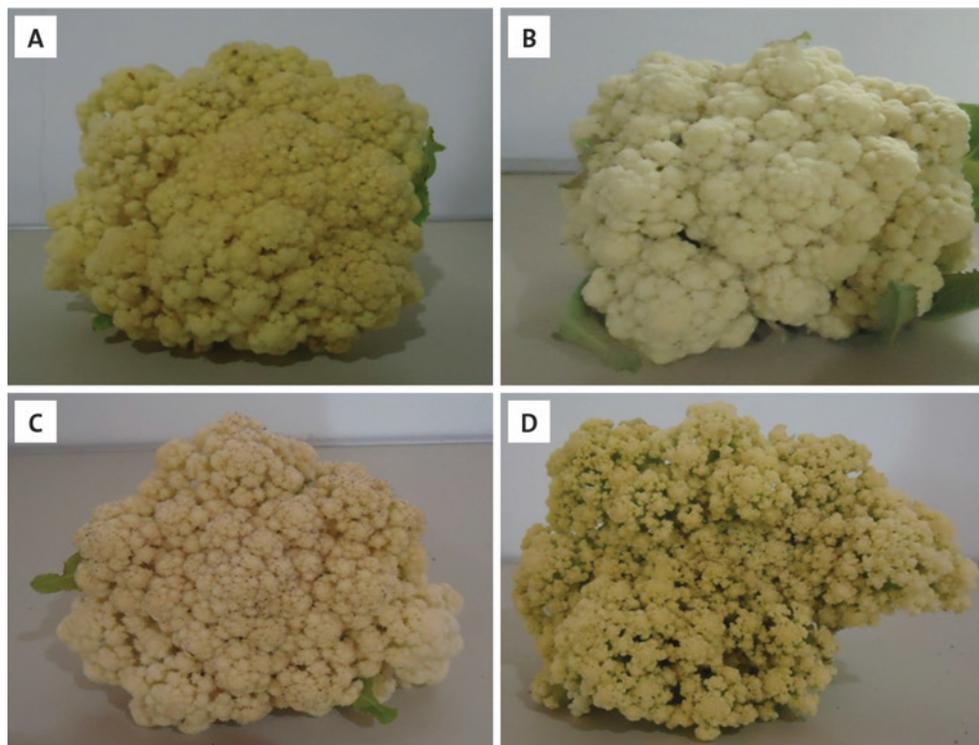


Figura 7. Inflorescências de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) cultivar Piracicaba Precoce (a); híbrido Verona 284 (b), híbrido Veneza CMS (c) e híbrido Verona (d).

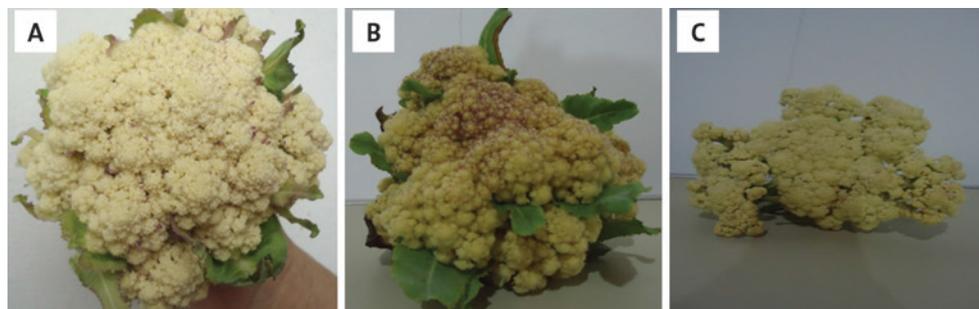


Figura 8. Ilustração dos defeitos graves verificados em cabeças de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*): presença de folhas peludas (a), mancha vinho (b) e defeito leve, cabeça deformada (c).

destacada (Figura 8c). Portanto, o ambiente amazônico influenciou a qualidade das inflorescências das couves-flores avaliadas.

Nas condições da região Sudeste, Monteiro *et al.* (2010), pesquisaram oito cultivares de couve-flor de verão e as plantas foram da Classe 8, Categoria I e tonalidade creme e branca. Porto (2009) avaliou a cultivar Verona 284, e classificou as cabeças na Categoria Extra e Classes 7 e 8. Por fim, foi também observado que os híbridos Verona 284, Veneza, Verona CMS foram suscetíveis a moléstia podridão-mole causadas pela bactéria *Pectobacterium* spp., o que pode comprometer sua recomendação de cultivo nas condições avaliadas.

CONCLUSÕES

O cultivo e produção do couve-flor de verão nas condições edafo-climáticas da Amazônia Central apresentou potencialidade apenas para a cultivar Piracicaba Precoce. Esta cultivar precisaria de maiores pesquisas, dentre elas a época de cultivo, para melhor evidenciar suas possibilidades de ser cultivado na região metropolitana de Manaus.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, K; Carvalho, G.J; Gomes, L.A.A; Duarte, W.F; Fontanetti, A. 2007. Produção orgânica de couve-flor em sistema de plantio direto e convencional. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 2: 1216-1219.
- Castoldi, R; Charlo, H.C.O; Vargas, P.F; Braz, L.T. 2009. Crescimento, acúmulo de nutrientes e produtividade da cultura da couve-flor. *Horticultura Brasileira*, 27: 438-446.
- Camargo, M.S; Mello, S.C; Foltran, D.E; Carmello, Q.A.C. 2009. Produtividade e podridão parda em couve-flor 'Sharon' influenciadas pela aplicação de nitrogênio e boro. *Horticultura Brasileira*, 27: 030-034.
- Casseres, E. 1980. *Producción de hortalizas*. 3^{ed.}. San José: IICA. 387p.
- Castro, M.M. 2006. *Desempenho de sementes de couve-flor em função de níveis de vigor e resposta à aplicação de nitrogênio*. Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 49p.
- CEASA-SÃO PAULO (Centrais de Abastecimento de São Paulo), disponível em: < http://www.ceasacampinas.com.br/novo/cotacao_anterior.asp >, Acesso em 2013.
- Ferreira, F.A. 1983. Efeito do Clima sobre as Brássicas. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 9, p. 12-14.
- Filgueira, F.A.R. 2008. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3^{ed.}, Viçosa, UFV, 421 p.
- Godoy, M.C; Cardoso, A.I.I. 2005. Produtividade da couve-flor em função da idade de transplântio das mudas produzidas e tamanhos de células na bandeja. *Horticultura Brasileira*, 23: 837-840.
- Lana, M.M. 2010. Diagnóstico do manuseio pós-colheita de couve-flor e repolho em uma Cooperativa de Produtores de Hortaliças de Planaltina-DF. *Embrapa Hortaliças*, Brasília, 46p.
- Kano, C; Salata, A.C; Cardoso, A.I.I; Evangelista, R.M; Higuti, A.R.O; Godoy, A.R. 2010. Produção e qualidade de couve-flor cultivar Teresópolis Gigante

- em função de doses de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, 28: 453-457.
- Kikutu, A.L.P; Marcos Filho, J. 2009. Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor. *Horticultura Brasileira*. 27: 240-245.
- Lopes, C.A. & Henz, G.P. 1998. Podridões-moles das hortaliças causadas por bactérias. Comunicado técnico, 8. *Embrapa Hortaliças Brasília- DF*, 8p.
- Maluf, W.R. 2001. Heterose e emprego de híbridos F1 em hortaliças. In: Nass LL (Ed.) *Recursos genéticos e melhoramento de plantas*. Rondonópolis, Fundação MT, 3: 327-355.
- Mambreu, E; Carabolante, M.H; Reis, S. 2007. Hortaliças: valor nutritivo, medicinal e cromoterápico. Jaboticabal: Funep, 145p.
- May, A.; Tivelli, S.W.; Vargas, P.F.; Samra, A.G.; Sacconi, L.V.; Pinheiro, M.Q. 2007. *A cultura da couve-flor*. Série Tecnologia APTA, (Boletim Técnico IAC, 200). Instituto Agrônômico, Campinas, Brasil, 36p.
- Moel, C.P. 1991. *Reaserch on cauliflores: temperatura fluctuations disrupt planning. Groenten-fruit-vollefrondsgronten*, v. 1, p. 20-21.
- Monteiro, B.C.B.A; Charlo, H.C.O; Braz, L.T. 2010. Desempenho de híbridos de couve-flor de verão em Jaboticabal. *Horticultura Brasileira*, 28: 115-119.
- Pizetta, L.C; Ferreira, M.E; Cruz, M.C.P; Barbosa, J.C. 2005. Resposta de brócolis, couve-flor e repolho à adubação com boro em solo arenoso. *Horticultura Brasileira*, 23: 51-56.
- Peel, M.C.; Finlayson, B.L.; McMahon, T.A. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences Discussion*, 4: 439-473.
- Pôrto, D.R.Q. 2009. *Densidades populacionais e épocas de plantio na cultura da couve-flor, híbrido Verona 284*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 74p.
- Raij, B.V; Cantarella, H; Quaggio, J.A; Furlani, A.M.C. (Ed.). 1997. *Recomendações da adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Boletim Técnico N° 100, Campinas: IAC, 285 p.
- Seleguini, A.; Seno, S.; Faria Jr., M. J. A. 2006. Efeito do espaçamento na produção e qualidade de couve-flor Piracicaba Precoce. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 24.
- Trani, P.E; Granja, N.P; Basso, L.C; Dias, D.C.F.S; Minami, K. 1994. Produção e acúmulo de nitrato pela rúcula afetados por doses de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 12 (1): 25-29.
- Trevisan, J.N; Martins, G.A.K; Lúcio, A.D.C; Castaman, C.; Marion, R.R; Trevisan, B.G. 2003. Rendimento de cultivares de brócolis semeadas em outubro na região centro do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, 33: 233-239.

CONTROLE ALTERNATIVO DA ANTRACNOSE EM CEBOLINHA (*Allium fistulosum* L.) UTILIZANDO PRODUTOS DERIVADOS DE VEGETAIS

Kamila Freire Araujo SANTANA¹; Rosalee Albuquerque COELHO NETTO²;
Luiz Alberto Guimarães de ASSIS² e Rogério Eiji HANADA²

¹ Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – PPG-ATU/Inpa, Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis. Manaus, AM. Caixa Postal 2223, CEP: 69080-971, e-mail:

² Coordenação de Sociedade Ambiente e Saúde – Cosas/Inpa, e-mail: rhanada@inpa.gov.br; luizlab1@inpa.gov.br; rcoelho@inpa.gov.br

Palavras-chave: *Colletotrichum spaethianum*, *Piper aduncum*, *Aniba* spp., óleo essencial, hidrolatos.

INTRODUÇÃO

A cebolinha (*Allium fistulosum* L.) é uma hortaliça anual, da família Alliaceae, que possui numerosas folhas fistulosas e cilíndricas, com comprimento que varia de 25-35 cm (Schmitt *et al.* 2016; Wordell Filho *et al.* 2006). Seu cultivo é indicado para regiões de clima ameno, porém, se desenvolve, também no ambiente tropical que é mais quente (Filgueira 2000). No Brasil, é bastante apreciada como condimento, sendo na Região Norte, comercializada com outras hortaliças, como o coentro (*Coriandum sativum* L.) e a chicória de caboclo (*Eryngium foetidum* L.), este trio é denominado de cheiro verde. A cebolinha é utilizada como um dos principais temperos para a elaboração de pratos à base de peixes, principalmente caldeiradas, muito popular entre os amazonenses (Heredia *et al.* 2003, Sebrae 2011).

Apesar de ser facilmente cultivada, existem várias doenças que podem afetar a produção da cebolinha e uma das mais severas é a antracnose foliar causada por fungos do gênero *Colletotrichum*. Essa doença afeta a qualidade do produto e causa perdas que podem atingir até 100 % da produção (Costa e Mello 1984; Cabrera de Álvarez 2002; Varzea *et al.* 2002; Wordell Filho *et al.* 2006). Os principais sintomas da doença ocorrem nas folhas, que apresentam lesões circulares, deprimidas, com halo de coloração marrom clara. Progressivamente as lesões coalescem formando grande área necrosada, as folhas morrem e terminam secas. Em lesões mais velhas, as estruturas do fungo sob microscópio estereoscópico são observados (Cai *et al.* 2009).

O controle da antracnose na cebolinha é desafiador. Por ser uma planta de ciclo curto e explorada em pequena escala, não existem fungicidas registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Agrofit 2016). Assim, outros métodos de controle devem ser desenvolvidos para o manejo dessa doença. O uso de produtos naturais com atividade antimicrobiana ou indutora de resistência podem ser alternativas no controle da antracnose. Além disso, os produtos derivados de vegetais (óleos, extratos e hidrolatos) têm a vantagem de não agredir o meio ambiente e a saúde tanto do agricultor como do consumidor (Souza e Resende 2006).

A maioria dos estudos envolvendo derivados de produtos vegetais no controle de doenças de plantas é conduzido em laboratório. O óleo essencial de *Aniba* sp., (Lauraceae), além de ser utilizado na perfumaria, também, tem sido alvo de pesquisas para controlar diferentes microrganismos (fungos e bactérias) de interesse médico e causadores de doenças de plantas (Simic *et al.* 2004; Scorzoni *et al.* 2007). Em *Piper* sp. (Piperaceae) tem sido observada ação inseticida, acaricida, nematocida, bactericida e fungicida (Bastos 2011).

Portanto, estudar a eficiência e a viabilidade do uso de produtos derivados de vegetais para o controle de doenças de plantas é um desafio dos pesquisadores que visam um sistema agrícola sustentável. Desse modo, tornou-se uma prioridade de pesquisa a avaliação de produtos derivados de vegetais, como os extratos brutos aquosos de casca-preciosa (*Aniba canelilla* (H.B.K.) Mez.) e pimenta-longa

(*Piper aduncum* L.), hidrolatos de pau-rosa (*A. rosaeodora* Ducke), macacaporanga (*A. parviflora* Ducke) e pimenta-longa, além do óleo essencial e infusão de pimenta-longa, com potencial de controle da antracnose da cebolinha.

EXTRAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS BIOATIVAS

Para a extração dos princípios ativos foram utilizadas as diferentes espécies e derivados vegetais que, exceto para a macacaporanga, foram obtidas de plantas que crescem em diferentes locais do município de Manaus. Das plantas de pimenta-longa, foram utilizadas folhas frescas coletadas no Campus do Inpa. Da casca-preciosa, foram coletadas cascas e folhas frescas na Reserva Florestal Adolpho Ducke. Da macacaporanga foram utilizadas folhas frescas coletadas na Fazenda Curauá, pertencente à empresa Pematec (Peças e Materiais Tecnológicos para Indústria Automobilística) no município de Santarém, PA. Do pau-rosa foram utilizados galhos finos e folhas, de matrizes da Estação Experimental de Silvicultura do Inpa.

Para extração dos compostos bioativos, as folhas de pimenta-longa e macacaporanga foram trituradas em liquidificador comum. Com os óleos essenciais e hidrolatos, empregou-se a metodologia de arraste a vapor de Koketsu e Gonçalves (1991). Foi utilizado o aparelho Clevenger e a proporção de 100 g L⁻¹ de folhas frescas. Os óleos extraídos foram preservados em frascos de cor âmbar, selados hermeticamente.

Na produção de extrato bruto aquoso, as folhas de pimenta-longa e casca-pre-

ciosa foram desidratadas em estufa a 50°C por 48 h e trituradas em moinho de facas (Wyllie Macro- TE 650). Imergiram-se 200 g de folhas secas, de cada espécie, em 800 mL de água destilada, e a mistura foi mantida, por 24 h, em frasco de vidro de cor âmbar, em temperatura ambiente. Após esse período, as folhas foram separadas com auxílio de uma peneira comum. A parte aquosa foi filtrada em gaze, para a retenção de partículas menores e considerada o extrato bruto aquoso (os resíduos foram descartados). Os extratos foram usados imediatamente após seu preparo.

Para a produção de infusão de pimenta-longa, 200 g de folhas frescas foram imersas por 3 h em 800 mL de água destilada, aquecida a 70°C. A mistura resultante foi mantida em recipiente escuro e fechado até atingir a temperatura ambiente. Após esse período, as folhas foram retiradas da parte líquida com auxílio de peneira comum e logo em gaze.

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Foi conduzido um experimento na Estação Experimental Alejo von der Pahlen, em três canteiros de 1,5 x 4,5 m, a céu aberto, em solo arenoso, onde foram plantadas 255 mudas de cebolinha. Como plantas úteis foram consideradas somente as 72 plantas centrais, respeitando-se os limites de bordadura (Figuras 1). A adubação de correção foi efetuada um mês antes do plantio, com esterco de galinha não curtido. As mudas de cebolinha (cultivar “Todo Ano”) foram adquiridas em uma feira de Manaus, AM

e foram plantadas no espaçamento de 30 x 15 cm. O sistema de irrigação foi por aspersão. Durante o experimento, regularmente foi realizado o controle de plantas pioneiras por capina manual. Após o preparo da terra do canteiro, as plântulas de cebolinha foram transplantadas (Figura 2).

Os produtos derivados de vegetais foram diluídos em água destilada e aplicados na concentração de 30 %. Foram adotados oito tratamentos assim definidos: testemunha, extrato bruto aquoso de casca-preciosa e pimenta longa, infusão de pimenta-longa, hidrolatos de pau-rosa, macacaporanga e pimenta-longa, e, óleo essencial de pimenta-longa. As plantas do tratamento testemunha foram pulverizadas com água estéril. As aplicações foram semanais, em toda parte aérea das plantas, utilizando-se um pulverizador manual e folhas de papelão entre as plantas, para evitar a deriva, durante 50 dias, totalizando sete aplicações. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com oito tratamentos e nove repetições. Cada touceira de cebolinha foi considerada uma unidade experimental.

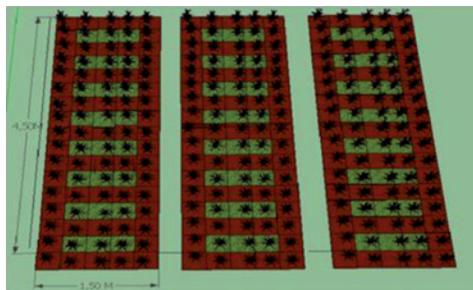


Figura 1. Detalhes das parcelas de cultivo de mudas de cebolinha (*Allium fistulosum*) em canteiros de 1,5 x 4,5 m.

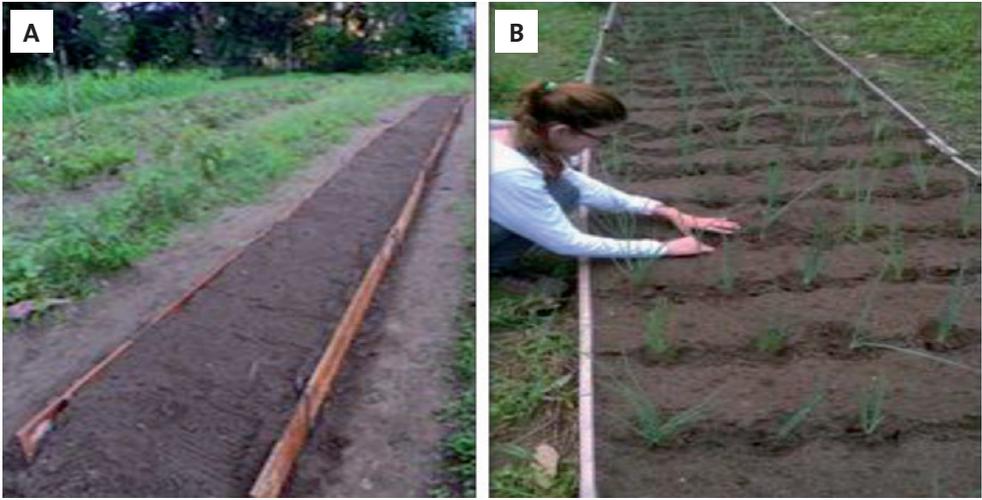


Figura 2. Preparo dos canteiros para plantio de cebolinha (*Allium fistulosum*), antes (A) e após o transplântio das mudas (B).

A inoculação do *Colletotrichum* sp. ocorreu naturalmente e a primeira aplicação dos produtos derivados de vegetais, realizou-se uma semana antes do surgimento dos sinais e sintomas nas plantas de cebolinha. As folhas com antracnose e sinais do patógeno (Figura 3), foram examinadas no Laboratório de Fitopatologia do Inpa, para confirmação e isolamento do agente causal. O isolado foi depositado na Coleção de Microrganismos de

Interesse Agrossilvicultural do Inpa, com número de registro Inpa 2770 e, posteriormente, identificado como *C. spaethianum* (Allesch.) Damm, Cannon & Crous. (Santana *et al.* 2016).

AVALIAÇÃO DA INCIDÊNCIA E SEVERIDADE DA ANTRACNOSE

Após a detecção da doença e a confirmação da identificação do patógeno,

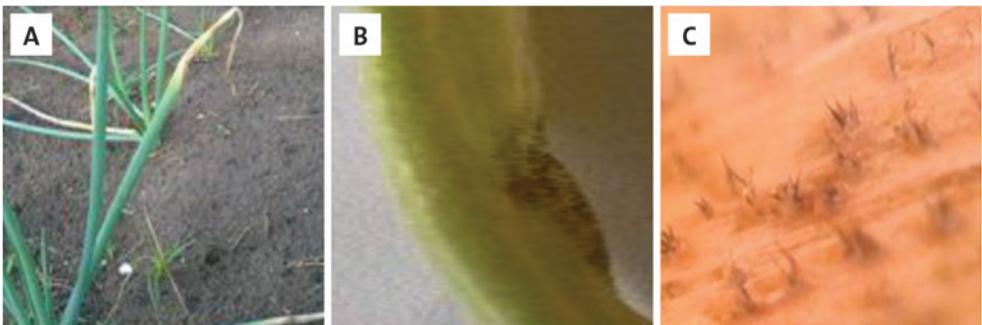


Figura 3. Sintomas de antracnose em cebolinha (*Allium fistulosum*) causada por *Colletotrichum spaethianum*: plantas manifestando sintomas após o cultivo (a), acérvulos com setas de *C. spaethianum* (b, c).

iniciaram-se as avaliações das folhas de cebolinha, com o auxílio de uma lupa de lente bifocal (3"/75 mm), marcando-se e contando-se as folhas com sintomas. As folhas com sintomas foram marcadas com pincel permanente preto, indicando presença de doença (+) e as sem doença, receberam uma marca azul (-), para evitar que fossem avaliadas mais de uma vez em cada avaliação. A severidade da doença foi avaliada semanalmente, por 50 dias, registrando-se a sintomatologia manifestada nas três folhas centrais e utilizando-se a escala diagramática de notas estabelecidas na Tabela 1 e Figura 4.

Os dados da incidência da doença (\bar{Y}_p = planta) e da severidade nas folhas centrais (\bar{Y}_f = folhas centrais) foram usados para calcular as áreas abaixo das curvas de progresso da doença, AACPDp e AACPDf, respectivamente (Araujo *et al.* 2012), utilizando-se a fórmula:

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

Sendo:

y_i e y_{i+1} são os valores de incidência ou severidade observados em duas avaliações consecutivas;

$t_{i+1} - t_i$ é o intervalo entre as avaliações.

A altura das plantas foi determinada no último dia do experimento, com régua, da base da planta até o ápice das folhas. Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (Anova) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade, utilizando o software Assistat 7.7 beta, versão 2015.

Tabela 1. Escala de notas para avaliar a incidência da antracnose em cebolinha (*Allium fistulosum*), causada por *Colletotrichum spaethianum*.

NOTA	DESCRIÇÃO
1	Planta aparentemente sem sintomas
2	1-15 % de incidência de doença na planta
3	16-39 % de incidência de doença na planta
4	40-75 % de incidência de doença na planta
5	76-100 % de incidência de doença na planta



Figura 4. Escala Diagramática para avaliação da severidade da antracnose em cebolinha (*Allium fistulosum*). 1 - Folhas limpas ou apresentando poucos pontos cloróticos; 2 - Pequenas lesões cloróticas-necróticas nas pontas, com acérvulos; 3 - Lesões cloróticas-necróticas maiores, com acérvulos; 4 - Lesões necróticas em 50 % da área foliar, com acérvulos; 5 - Lesões necróticas em 70 % da área foliar, com acérvulos.

CONTROLE DOS SINTOMAS DE ANTRACNOSE DA CEBOLINHA

Todas as substâncias bioativas avaliadas reduziram significativamente a manifestação de sintomas da antracnose em cebolinha e proporcionaram plantas mais viçosas no período de 50 dias de avaliação, conforme pode ser observado na Figura 5. Os tratamentos que apre-

sentaram maiores reduções na incidência da antracnose foram os hidrolatos de macacaporanga e de pimenta-longa com redução de 54,6 e 52,4 %, respectivamente, não diferindo estatisticamente.

Todos os produtos aplicados apresentaram algum efeito limitante sobre a sintomatologia da antracnose em cebolinha. O hidrolato de pau-rosa reduziu a doença em 38,3 %, o óleo essencial de pimenta-longa em 38,0 %, a infusão de pimenta-longa em 37,0 %; o extrato bruto aquoso de casca-preciosa e pimenta-longa reduziram a incidência da antracnose em 32,2 e 27,6 %, respectivamente, em comparação com a testemunha. Em condições de campo, os produtos derivados de vegetais mostraram controle parcial da doença. Segundo Rodrigues *et al.* (2007) produtos derivados de vegetais podem agir diretamente no fitopatógeno e ou ativar mecanismos de defesa na planta.

Em condições de campo, as pesquisas que relatam os efeitos de produtos

vegetais no controle de fitopatógenos são escassas, o que inclui esse patossistema. Araujo *et al.* (2012), obtiveram uma redução de 50 % da incidência de alternariose causada por *Alternaria porri* em cebolinha, com aplicações semanais de extrato da espécie de alga *Ulva fasciata*. Leite (2010), constatou que o uso do óleo essencial de nim (*Azadirachta indica*) reduziu em 52 % a AACPD do míldio da videira em relação ao tratamento controle feito com água. Dias-Arriera *et al.* (2010) verificaram redução de 91 %, no abortamento de flores de morango (*Fragaria* sp.) inoculadas com *C. acutatum*, e redução de 86 % no surgimento de sintomas nos frutos que resultaram das flores inoculadas. Hassanein *et al.* (2008), verificaram a redução de 42,5 % da incidência de *Alternaria solani* em tomateiro (*Solanum lycopersicum*) pulverizadas com extrato aquoso de nim, duas semanas após a inoculação. Rodrigues *et al.* (2007) observaram a inibição de 74 % da incidência de *Sclerotinia sclerotiorum*



Figura 5. Efeito de pulverização de produtos derivados de vegetais em plantas de cebolinha (*Allium fistulosum*) infectadas por *Colletotrichum spaethianum*, durante o ciclo de sete semanas da cultura. A testemunha está posicionada no lado esquerdo de cada foto: cebolinha tratada com extrato bruto aquoso de casca-preciosa (A), infusão de pimenta-longa (B), hidrolato de pau-rosa (C) e macacaporanga (D), óleo essencial de pimenta-longa (E), hidrolato de pimenta-longa (F), extrato bruto aquoso de pimenta-longa (G), e, uma parcela de cada tratamento (H).

em alface (*Lactuca sativa*), utilizando extrato de gengibre (*Zingiber officinale*), aplicando na base da planta, constatando também aumento da atividade da enzima peroxidase, indicando que o controle pode ter ocorrido tanto pela atividade antimicrobiana direta quanto pela ativação de mecanismos de defesa da planta. Amadioha e Obi (1998), verificaram que a aplicação de óleo de nim em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) reduziu em 90 % os sintomas de antracnose causada por *C. lindemuthianum*, com efeito fungitóxico superior ao fungicida benomil.

RESULTADOS DA SEVERIDADE

Em resposta a aplicação dos compostos vegetais, foram verificadas diferenças significativas para o extrato bruto aquoso de casca-preciosa e pimenta-longa, hidrolato de pimenta-longa, pau-rosa e macacaporanga, o óleo essencial e a infusão de pimenta-longa. Os compostos vegetais aplicados proporcionaram uma redução média de 55,6 % da severidade da doença nas folhas comparado ao tratamento controle.

Os tratamentos com produtos derivados de vegetais que apresentaram maiores reduções da severidade da antracnose foram o hidrolato de pimenta-longa com redução de 62,9 % da doença, seguido da infusão de pimenta-longa (redução de 63,5 %). A menor redução da severidade da incidência de antracnose em cebolinha foi em resposta à aplicação de extrato bruto aquoso de pimenta-longa, com 34,6 % (Tabela 2).

Hassanein *et al.* (2008), verificaram redução de 81 % na incidência de *Fusarium oxysporum* em plantas de tomateiro tratadas com o extrato aquoso de nim, em condições de campo. Carneiro *et al.* (2007), obtiveram redução média de 97 % da severidade de manchas nas folhas causadas por oídio no feijoeiro por meio de aplicações de óleo de nim, em condições de casa de vegetação, resultado tão eficiente quanto o fungicida Triforine na dose de 4 ml L⁻¹.

Geralmente as plantas medicinais e aromáticas possuem substâncias, em sua composição, que podem exercer funções de interações planta-patógeno, podendo ser por ação fungitóxica (Pereira, 2008), bactericida

Tabela 2. Áreas abaixo das curvas de progresso da severidade (AACPD) da antracnose em cebolinha (*Allium fistulosum*) e estimativas de controle da sintomatologia, sete semanas após o transplântio pra os canteiros. ¹

Tratamentos	AACPD	Redução da severidade (%)
Testemunha (água)	146,35 a	-
Etrato bruto aquoso de pimenta-longa	95,66 b	34,6
Extrato bruto aquoso de casca-preciosa	60,92 c	58,4
Hidrolado de macacaporanga	54,05 c	63,0
Hidrolato de pau-rosa	67,92 c	53,6
Hidrolato de pimenta-longa	54,31 c	62,9
Infusão de pimenta-longa	53,40 c	63,5
Óleo essencial de pimenta-longa	68,70 c	53,0
Coefficiente de variação (%)	2,75	

¹ As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

(Vigo-Schultz *et al.* 2006) ou pela indução de defesa da planta (Pereira 2008), fazendo com que a planta produza fitoalexinas, proporcionando aumento da síntese de outros compostos bioquímicos e estruturais de defesa da planta (Balbi-Penã *et al.* 2006).

EFEITOS SOBRE O CRESCIMENTO DAS PLANTAS

As cebolinhas tratadas com derivados vegetais desenvolveram-se mais em comparação as plantas testemunha que receberam somente água como tratamento (Figura 6). Houve um acréscimo médio de 64,5 % no comprimento das folhas de cebolinha em comparação com a testemunha, onde foi aplicado somente água (Tabela 3). O efeito sobre o comprimento das folhas de cebolinha pode ser devido ao fornecimento de nutrientes pela pulverização semanal desses produtos de vegetais. Os resultados experimentais aqui desenvolvidos concordam com Araujo *et al.* (2012), que obtiveram aumento de 19 % no comprimento e

Tabela 3. Altura de plantas de cebolinha (*Allium fistulosum*) e porcentagem de desenvolvimento em comparação com a testemunha, sete semanas após o transplantio para os canteiros.

Tratamentos	Altura (cm)	Comprimento da folha em comparação com a testemunha (%)
Testemunha (água)	24,8 b	-
Extrato bruto aquoso de pimenta-longa	48,6 a	73
Extrato bruto aquoso de casca-preciosa	45,7 a	70
Hidrolado de macacaporanga	47,1 a	80
Hidrolato de paurosa	50,1 a	80
Hidrolato de pimenta-longa	50,3 a	90
Infusão de pimenta-longa	49,8 a	73
Óleo essencial de pimenta-longa	48,6 a	83
Coefficiente de variação (%)	12,2	-

*1 As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.



Figura 6. Aspecto das cebolinhas tratadas com derivados de vegetais após sete semanas do plantio: com extrato bruto aquoso de casca-preciosa (a) e de pimenta-longa (b), hidrolatos de pimenta-longa (c), de paurosa (d) e de macacaporanga (e), óleo essencial (f) e infusão de pimenta-longa (g), e testemunha (h).

de 32 % no peso fresco das folhas de cebolinha tratadas com extratos de alga, em relação a testemunha em que foi aplicado somente água. Em alface, Rodrigues *et al.* (2007) constataram um aumento de 25 % do peso fresco por meio de aplicações semanais na base da planta do extrato bruto aquoso de massa de gengibre.

As plantas de cebolinha que foram pulverizadas somente com água ficaram atrofiadas e não se desenvolveram como aquelas tratadas com produtos derivados de vegetais. A manifestação plena dos sintomas da antracnose causou a redução da parte aérea com consequente redução da emissão de novas raízes, ocorrendo o rompimento das escamas dos bulbos próximos a coroa. Esses sinais corroboram com as observações feitas por Wordell Filho *et al.* (2006), para cebolinha.

CONCLUSÕES

Os produtos vegetais empregadas na forma de extrato bruto aquoso de casca-preciosa (*Aniba canelilla*) e de pimenta-longa (*Piper aduncum*), hidrolatos de pimenta-longa, de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) e de macacaporanga (*A. parviflora*) e o óleo essencial e infusão de pimenta-longa foram eficientes na redução da incidência e da severidade da antracnose provocada por *Colletotrichum spaethianum* em cebolinha (*Allium fistulosum*).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrofit, 2016. Sistema de agrotóxicos fitossanitários, (<http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>). Acesso 05/01/2016.

- Amadioha, A.C.; Obi, V.I. 1998. Control of Powdery mildew of pepper (*Capsicum annum* L.) by leaf extracts *Carica papaya*. *Journal of Herbs, Spices and medicinal plants*, 6: 41-47.
- Araujo, I.B.; Luiz, A.M.; Stadnik, M.J. 2012. Efeito do extrato de alga e de argila silicatada na severidade da alternariose e na produtividade da cebolinha comum (*Allium fistulosum* L.). *Tropical Plant Pathology*, 37: 363-367.
- Balbi-Peña, M.I.; Becker, A.; Stangarlin, J.R.; Franzener, G.; Lopes, M.C.; Schwan-Estrada, K.R.F. 2006. Controle de *Alternaria solani* em tomateiro por extratos de *Curcuma longa* e *curcumina* - II. Avaliação *in vivo*. *Fitopatologia Brasileira*, 31: 310-314.
- Bastos, C.N. 2011. *Pimenta de macaco (Piper aduncum L.) e seus produtos: perspectivas de utilização no controle de pragas e doenças de plantas*. Boletim Técnico, Ceplac, Belém, 36p.
- Cabrera de Álvarez, M.G.; Alvarez, R.E. 2001. Primera de *Colletotrichum dematium* sobre *Aglaonema* y de *Colletotrichum gloeosporioides* sobre *singonio* en el nordeste de la Argentina. *Investigation Agraria: Producción y Protección Vegetal*, 16: 131-134.
- Cai L.; Hyde, K.D.; Taylor, P.W.J.; Weir, B.S.; Waller, J.; Abang, M.M.; Zhang, J.Z.; Yang, Y.L.; Phoulivong, S.; Liu, Z.Y.; Prihastuti, H.; Shivas, R.G.; Mckenzie, E.H.C; Johnston, P.R. 2009. A polyphasic approach for studying *Colletotrichum*. *Fungal Diversity*, 39: 183-204.
- Carneiro, S.M.T.P.G.; Pignoni, E.; Vasconcellos, M.E.C.; Gomes, J.C. 2007. Eficácia de extratos de nim para o controle do oídio do feijoeiro. *Summa Phytopathologica*, 33: 34-39.
- Costa, C.P.; Melo, I.S. 1984. Seleção massal em cebola (*Allium cepa* L.), população "Pira Ouro", para resistência a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. *Sensu arx*, 1957. *Summa Phytopathologica*, Jaboticabal, 9: 214-219.
- Dias-Arieira, C.R.; Ferreira, L.R.; Arieira, J.O.; Miguel, E.G.; Donega, M.A.;

- Ribeiro, R.C.F. 2010. Atividade do óleo de *Eucalyptus citriodora* e *Azadirachta indica* no controle de *Colletotrichum acutatum* em morangueiro. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, 36: 228-232.
- Filgueira, F.A.R. 2000. Novo Manual de Olericultura: *Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Editora UFV, Viçosa, Minas Gerais. 402p.
- Hassanein, N.M.; Abou Zeid, M.A.; Youssef, K.A.; Mahmoud, D.A. 2008. Efficacy of leaf extracts of neem (*Azadirachta indica*) and chinaberry (*Melia azedrach*) against early blight and wilt diseases of tomato. *Journal of Basic and Applied Sciences*, 2: 763-772.
- Heredia Z.N.A.; Vieira, M.C; Weismann, M.; Lourenção, A.L.F. 2003. Produção e renda bruta de cebolinha e de salsa em cultivo solteiro e consorciado. *Horticultura Brasileira*, 21: 574-577.
- Koketsu, M.; Gonçalves, S.L. 1991. *Óleos essenciais e sua extração por arraste a vapor*. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, (Documento 8). 24p.
- Leite, C.D. 2010. *Extrato de alho e óleo vegetal na quebra de dormência de gemas e no controle de doenças da videira*. Dissertação de Mestrado em Produção Vegetal. Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná. 73p.
- Pereira, W.V. 2008. *Caracterização e identificação molecular de espécies de Colletotrichum associadas à antracnose da goiaba no estado de São Paulo*. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, São Paulo. 79p.
- Rodrigues, E.; Schwan-Estrada, K.R.F.; Fiori-Tutida, A.C.G.; Stangarlin, J.R.; Cruz, M.E.S. 2007. Fungitoxicidade, atividade elicitora de fitoalexinas e proteção de alface em sistema de cultivo orgânico contra *Sclerotinia sclerotiorum* pelo extrato de gengibre. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, 33: 124-128.
- Santana, K.F.A.; Garcia, C.B; Matos, K.S.; Hanada, R.E.; Silva, G.F; Sousa, N.R. 2016. First Report of Anthracnose Caused by *Colletotrichum spaethianum* on *Allium fistulosum* in Brazil. *Plant Disease*, 100(1): 224.
- Schmitt, O.J.; Andriolo, J.L.; Lerner, M.A.; Souza, J.M.; Dal Picio, M.; Mambri, A.P. 2016. Consórcio de salsa e cebolinha para produção de maços comerciais mistos de cheiro-verde. *Horticultura Brasileira*. 34: 114-120.
- Scorzoni, L.; Benaducci, T.; Almeida, A.M.F.; Silva, D.H.S.; Bolzani, V.S.; Mendes-Giannini M.J.S. 2007. Comparative study of disk diffusion and microdilution methods for evaluation of antifungal activity of natural compounds against medical yeasts *Candida* spp. and *Cryptococcus* sp. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, 28: 25-34.
- SEBRAE. 2011. Cheiro-verde: Saiba como cultivar hortaliças para semear bons negócios. Série Agricultura Familiar, Coleção Passo a Passo. (www.sebrae.com.br/setor/horticultura). Acessado em 18/04/2014.
- Simic, A.; Sokovic, M.D.; Ristic, M.; Grujic-Jovanovic, M.; Vukojevic, J.; Marin, P.D., 2004. The Chemical Composition of some Lauraceae Essential Oils and Their Antifungal Activities. *Phytotherapy Research*, 18: 713-717.
- Souza, J.L.; Resende, P. 2006. *Manual de Horticultura Orgânica*. 2ª ed., Aprenda Fácil, Viçosa, Minas Gerais. 835p.
- Varzea, V.M.P.; Rodrigues Júnior, C.J.; Lewis, B.G. 2002. Distinguishing characteristics and vegetative compatibility of *Colletotrichum kahawe* in comparison with other related species from coffee. *Plant Pathology*, Oxford, 51: 202-207.
- Vigo-Schultz, S.C.; Stangarlin, J.R.; Franzener, G.; Portz R.L.; Kuhn, O.J.; Schwan-Estrada, K.R.F. 2006. Avaliação da eficácia da tintura etanólica de guaco (*Mikania glomerata*) no controle da podridão negra (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) em couve-flor. *Seminário de Ciências Agrárias*, Londrina, 27: 515-524.
- Wordell Filho, J.A.; Rowe, E; Gonçalves, P.A.S.; Debarba, J.F; Boff, P.; Thomazelli, L.F. 2006. *Manejo Fitossanitário na Cultura da Cebola*. Apagri, Florianópolis. 226p.

TÉCNICA PRÁTICA DE PROPAGAÇÃO ASSEXUAL DA PUPUNHEIRA (*Bactris gasipaes*) - “O MÉTODO CARBENCHAL”

Wanders Benjamin CHÁVEZ-FLORES¹, Kaoru YUYAMA¹
e Raimundo Gonçalves da SILVA¹

¹ Coordenação de Tecnologia e Inovação, Instituto Nacional de Pesquisas da
Amazônia - Coti/Inpa, Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis. Manaus, AM.
Caixa Postal 2223, CEP: 69080-971, e-mail: yuyama@inpa.gov.br.

Palavras-chave: Fruticultura, Tecnologia, Propagação, Arecaceae.

INTRODUÇÃO

A pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.) é uma palmeira nativa da Amazônia explorada tanto na produção de frutos quanto de palmito, e por essa razão seu cultivo tem se difundido nos países da América Latina (Mora Urpi *et al.*, 1997). Atualmente, exceto na região Amazônica, somente o palmito está despertando o interesse dos produtores rurais em outras partes do Brasil.

A produção do palmito de pupunheira apresenta vantagens sobre as outras espécies de palmeiras utilizadas para esta finalidade, principalmente pela precocidade, perfilhamento ou regeneração após a extração, adaptação, produtividade e qualidade de palmito (Bovi, 1997; Clement, 2000). A pupunha é uma espécie de palmeira que quando plantada emite brotos ou perfilhos formando touceiras, os quais, geneticamente, têm as mesmas características do estipe principal, que poderá ser separado e propagado, formando novas touceiras (Nishikawa *et al.*, 1998; Clement e Bovi, 1999).

O método de propagação tradicional utilizada na pupunheira é feito por sementes. Caracteristicamente, as sementes de pupunha apresentam grande segregação devida a sua forma de polinização aberta, com diferente sincronia na maturação dos componentes florais masculino e feminino, que favorece o cruzamento entre as plantas, quando coincidem a abertura da flor feminina e a liberação do pólen (Mora Urpi, 1982). Uma estratégia para garantir a uniformidade e estabilidade de material genético propagado, com maior qualidade de matrizes elites que proporcionem vigor híbrido às progênes é a formação de um jardim clonal de genótipos superiores, e proceder os novos plantios a

partir da propagação dos seus perfilhos (Yuyama *et al.*, 2002).

A propagação vegetativa da pupunheira por separação de perfilhos é uma prática agrícola tradicional (Hoehne, 1946; Patiño, 1960). Os povos indígenas das diferentes partes de América tropical já utilizavam estas práticas fitotécnicas, no entanto existem poucos registros sobre o detalhamento da técnica de produção de mudas por perfilhamento, nem estimativas de pegamento. Em várias pesquisas já realizadas houve pouco êxito, com baixas taxas de sobrevivência dos perfilhos e as informações experimentais foram pouco detalhadas (Popenoe e Jimenez, 1921; Fournier 1965; Blaak, 1980; Gonzalez e Dominguez, 1977; Sattler, 1986; Pinedo e Tanchiva, 1989; Chunbimune *et al.*, 1996). Assim, identificou-se a necessidade de descrever com maior detalhamento a técnica mais apropriada para ser utilizada na propagação vegetativa dos perfilhos de pupunheira por divisão da touceira, a fim de realizar a multiplicação de plantas “elites” selecionadas representativas para um germoplasma de qualidade superior.

METODOLOGIA PRÁTICA PARA A PROPAGAÇÃO DA PUPUNHEIRA A PARTIR DE PERFILHOS

As etapas de campo e de viveiro são relacionadas com a propagação assexuada da pupunheira pelo método de perfilhamento. Inicialmente deve-se realizar a seleção e o levantamento das plantas com características agronômicas

definidas como as melhores dentro dos plantios, com enfoque principal para a produção de frutos ou do palmito. Definido o perfil da produção, algumas características descritivas de interesse são importantes na seleção do germoplasma para as plantas matrizes:

Para produção de palmito: o comprimento do palmito deve ser maior que 45 cm; a matriz deve apresentar ausência de espinho no estipe e bainha; e, por ocasião da extração dos perfilhos, é necessário que pelo menos três deles sejam normais. Considera-se normais os perfilhos com bom estágio fitossanitário, sem danos mecânicos e que já tenham completado seu desenvolvimento.

Para produção de frutos: o peso mínimo do cacho deve ser de 5 kg; o número de cachos por planta superior a cinco; e, havendo necessidade que para extração dos perfilhos, é também necessário que pelo menos três deles sejam normais.

Em algumas situações, matrizes com boas características agronômicas podem não apresentar o número de perfilhos suficientes, ou mesmo muitos perfilhos grandes. Nessas situações a matriz pode ser manejada com o corte dos perfilhos grandes e posteriormente uma adubação fosfatada de 200 kg de P_2O_5 ha^{-1} . Na Figura 1 está ilustrado o aspecto da touceira de pupunha onde o estipe principal foi cortado e outra planta matriz com a presença do estipe principal e de touceiras com diferentes tamanhos.

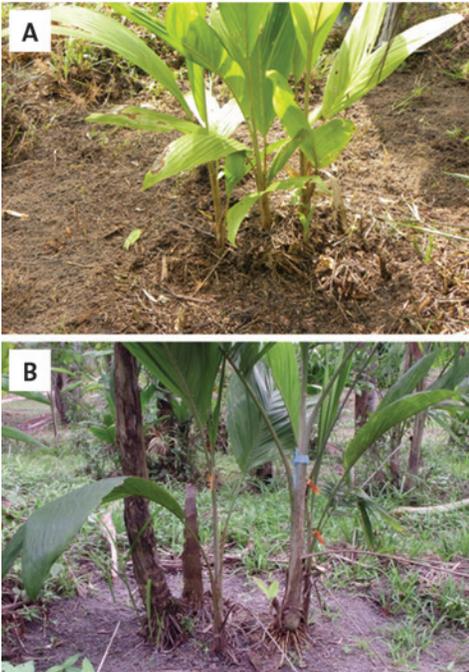


Figura 1. Touceira de pupunha (*Bactris gasipaes*), sem o estipe principal e com os perfilhos muito desenvolvidos (a) ou com diferentes tamanhos (b).

SELEÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE CAMPO DAS MATRIZES PELA QUANTIDADE E TAMANHO DOS PERFILHOS

Nas áreas de plantio de pupunha, após a primeira triagem e seleção feita para identificar potenciais matrizes, os registros efetuados devem subsidiar as estimativas do número total pupunheiras com três ou mais perfilhos. Pode-se fazer um croqui simplificado das parcelas manejadas com pupunha no agrossistema, visando facilitar os trabalhos que se seguirão. No mapeamento das matrizes, registra-se o número e quantidade de perfilhos que cada touceira apresenta seguido de sua medição de altura. A altura do

perfilho é a medida do comprimento do estipe, tomada do colo até a bifurcação ou cruzamento das folhas mais velhas. Os perfilhos com potencial de cultivo devem ter estipes entre 30 e 60 cm. A identificação dos perfilhos, nesta etapa de seleção pode ser uma boa providência para facilitar os trabalhos. Outras avaliações no perfilho que podem ser realizadas são as medidas do diâmetro do colo e o número de folhas antes do corte e separação de cada um deles de sua matriz progenitora.

CORTE OU DISSECÇÃO DA TOUCEIRA DA PLANTA MATRIZ DE PUPUNHA, PARA A SEPARAÇÃO DOS PERFILHOS

Antes de iniciar esta operação, é necessário retirar o solo que cobre os perfilhos, fazendo uma boa limpeza, para poder observar os mesmos e não errar o corte no momento da dissecção para sua separação dos perfilhos da touceira. Sabe-se que a touceira da pupunheira é única e está unida a planta principal, sendo assim, ela deve sofrer uma cirurgia de separação. Para esta operação da divisão, usa-se a ferramenta “ferro de cova”, bem amolada. Depois de realizado o corte, os perfilhos permanecem no mesmo lugar, e imediatamente se fazer a desinfecção das feridas dos cortes na touceira e nos perfilhos, aplicando-se a calda bordalesa previamente preparada. No mesmo local, os perfilhos permaneceram por 30 a 120 dias para enraizar e estima-se que o enraizamento ocorra em 65-80 % dos perfilhos. A Figura 2 ilustra o aspecto dos perfilhos em condições de campo e após as operações de dissecção. A etapa

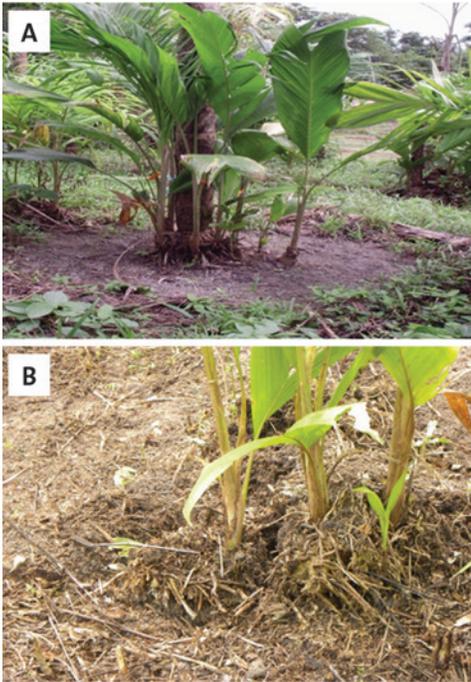


Figura 2. Touceira de pupunha (*Bactris gasipaes*) com acima de três perfilhos (a), e perfilhos já selecionados para separação realizada com ferro de cova, permanecendo na touceira (b)

seguinte é o transplântio para recipientes, constituídos por vasos ou sacos de polipropileno, seguindo-se o enviveiramento.

PREPARO DA MISTURA SUBSTRATO PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE PUPUNHA A PARTIR DOS PERFILHOS

Na fase viveiro, os perfilhos de pupunha serão transplântados para recipientes e acompanhados em seu desenvolvimento até apresentarem qualidade adequada para o plantio definitivo. Os recipientes, devidamente drenados, devem ser vasos plásticos resistentes, com capacidade de 10 L, ou sacos de plástico

para mudas, com capacidade de 5 kg, o que é adequado para o enraizamento dos perfilhos. A mistura substrato para preenchimento dos recipientes é constituída de uma combinação de solo agrícola (terriço) coletado dos 20 cm da camada superficial no campo e esterco de galinha (pode ser curtido ou não) na relação volumétrica de 2:1 (duas partes de terriço, uma parte de esterco de galinha). A distribuição é feita após a homogeneização da mistura substrato. Uma ilustração dos componentes da mistura substrato bem como da atividade de preenchimento dos recipientes está apresentada na Figura 3.



Figura 3. Esterco, calcário e terriço são os materiais utilizados no preparo da mistura substrato (a) e para o preenchimento dos recipientes (b).

RETIRADA DOS PERFILHOS DE PUPUNHA DO CAMPO E APLICAÇÃO DE TRATAMENTO FITOSSANITÁRIO

Após o enchimento dos recipientes com a mistura substrato e respeitando-se o período de 30 dias de permanência dos perfilhos no campo após a sua dissecação da planta matriz de pupunha, estes devem ser retirados das touceiras e transplantados. Antecedendo o transplante, os perfilhos já seccionados devem ser desinfetados, o que é feito por submersão em solução de calda bordalesa por um minuto. Em seguida, com auxílio de tesoura de poda, são eliminadas metade das folhas, permanecendo 50 % da área foliar, para reduzir as perdas de água evitando o estresse de murchamento. Os perfilhos transplantados para os recipientes são mantidos sob enviveiramento até seu enraizamento. A sequência de atividades desta etapa fitotécnica está apresentada na Figura 4, com os perfilhos extraídos, imersão em calda bordalesa e aspecto do perfilho após o transplante para o recipiente constituído por vaso plástico.

Considerando-se o tamanho das mudas de pupunha formadas por perfilhamento, o ideal é que o viveiro esteja localizado nas proximidades do local de plantio, como também próximo de uma fonte de água para abastecer os depósitos disponíveis e ser usada para atividades de irrigação, que são praticadas diariamente nos dias sem chuvas.

Na cobertura do viveiro, recomenda-se o uso de tela de sombrite com 50 % de sombreamento, mas materiais de baixo custo disponíveis nas propriedades tais como palhas ou ripas. Um mês após o transplante, deve ser aplicada uma adubação orgânica de cobertura com esterco de galinha curtido, na quantidade de 1 L por recipiente. A superfície da camada de mistura substrato pode ser protegida com uma camada de 0,5 cm de serragem, como uma estratégia para manutenção da umidade. A Figura 5 ilustra um viveiro simples utilizado para a produção de mudas de pupunha por perfilhamento. A cobertura pode ser feita com tela de sombrite, com a altura de 2 m. A parte estrutural pode ser feita com



Figura 4. Perfilhos de pupunha já enraizados, de diferentes tamanhos (a), imersão em solução de calda bordalesa (b) e plantado em recipiente para permanecer no viveiro até o plantio definitivo (c)



Figura 5. Instalações simplificadas de um viveiro com cobertura de sombrite, utilizado na produção de mudas de pupunha (*Bactris gasipaes*) produzidas por perfilhos.

moirões, e o viveiro pode ser lateralmente aberto, em chão batido em terreno não sujeito a encharcamento.

O tempo de permanência dos perfilhos no viveiro deve ser planejado. As misturas substrato mais ricas em nutrientes aceleram o desenvolvimento das plantas, ao passo que as menos férteis retardam. As práticas culturais incluem a irrigação regular, como mencionado, e geralmente são conduzidas até o início da estação chuvosa, quando são serem levadas ao campo para seu plantio definitivo.

O tempo de permanência depende da estação ou época do ano, é melhor ser plantado no local definitivo no início do período chuvoso, para garantir seu estabelecimento.

O PLANTIO DEFINITIVO DAS MUDAS DE PUPUNHA PRODUZIDAS POR PERFILHAMENTO

O plantio definitivo de mudas de pupunha obtidas por perfilhos, pelo

meto Carbenchal, permite a o estabelecimento de plantios geneticamente superiores, já que tem origem de matrizes previamente selecionadas pelas suas excelentes qualidades agronômicas. No estabelecimento dos novos pupunhais pode-se utilizar o espaçamento entre as covas de 5 x 5 m ou 5 x 6 m e o tamanho da cova deve ter pelo menos 40 x 40 x 40 cm. Para redução do estresse inerente ao plantio, recomenda-se que as mudas sejam plantas com o torrão (Figura 6). Com o propósito de atender as exigências nutricionais das plantas, na fase que se segue após o plantio, é feita uma fertilização nas covas com 2,5 kg de calcário, 2 L de esterco de galinha e 30-50-20 g do fertilizante composto N-P-K. Posteriormente, a produtividade da cultura é assegurada com a fertilização do tipo 30-0-20 g de N-P-K, aplicada em cobertura, três vezes ao ano.

Alguns testes preliminares demonstraram que este método de propagação por separação dos perfilhos da pupunheira designado aqui como “Método Carbenchal”, pode ser praticado em outras espécies de palmeiras que emitem perfilhos, como uma estratégia de propagação. Os perfilhos de pupunha submetidos a esta técnica apresentaram até 80 % de enraizamento. Este método é apropriado para pesquisadores que trabalham com melhoramento de plantas ou aos produtores de sementes de alta qualidade. O plantio definitivo, se efetuado no período chuvoso, pode resultar em 100 % de sobrevivência das plantas nas condições de campo.

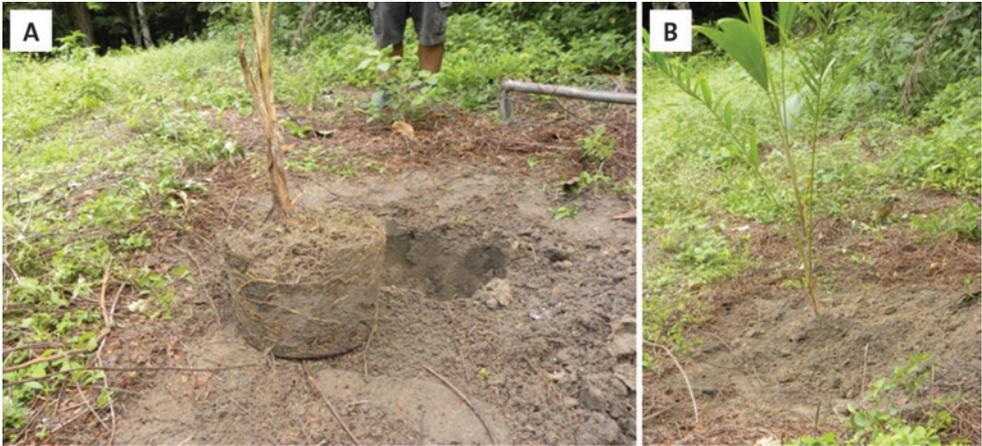


Figura 6. Perfilho de pupunha (*Bactris gasipaes*), enraizado com torrão, pronto para ser plantado após a abertura da cova (a) e plantio definitivo do perfilho (b).

DEDICATÓRIA

Em memória de meu filho Carlos Benjamin Chavez Alvarado, dedico a presente metodologia sobre a propagação da pupunheira como “Método Carbenchal” utilizando as três, duas ou uma letra de seu nome, como uma forma de homenageá-lo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blaak, G. 1980. Vegetative propagation of pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.). *Turrialba* 30(3): 258-261.
- Bovi, M.L.A. 1997. A expansão do cultivo de palmito de pupunha no Brasil. *Horticultura Brasileira*, v.15, p.183-185, Suplemento.
- Chunbimune, Z.R.; Huacachi, E.; Cruz, V.L. 1996. Aislamiento de hijuelos de pijuayo por partición fraccionada. Apresentação no 1º Workshop sobre as culturas Cupuaçu e Pupunha na Amazônia, CCAA/EMBRAPA, Manaus, AM.
- Clement, C.R. 2000. *Pupunha (Bactris gasipaes Kunth, Palmae)*. Jaboticabal: Funep, Serie Frutas Nativas. 48p.
- Clement, C.R.; Bovi, M.L.A. 1999. Melhoramento genético da pupunheira: Conhecimentos actuais e necessidades In: *Anais do Seminario do Agronegócio de palmito de pupunheira na Amazonia*, 1, Porto Velho. p. 57-70.
- Gonzalez, G.; Dominguez, R. 1977. *Sistemas de propagación del chontaduro (Guilielma gasipaes H.B.K.)*. Monografía. Univ. Nac. Colombia, Palmira, 60p.
- Hoehne, F.C. 1946. *Frutas indígenas*. Instituto de Botânica, São Paulo. 88p
- Mora Urpi, J. 1982. Polinización en *Bactris gasipases* HBK (Palmae): Nota adicional. *Rev. Biol. Trop.*30: 174-176.
- Mora Urpi, J.; Weber, J.C.; Clement, C.R. 1997. Peach palm, *Bactris gasipaes* Kunth: Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 20. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research- IPK, Gatersleben/*International Plant Genetic Resources Institute* – IPGRI, Rome, 83p.

- Nishikawa, N.M.A.; Moro, J.R.; Bandel, G. 1998. Cultivo da pupunha para produção de palmito. Serie Produtor Rural n. 6, Piracicaba, ESALQ, 32p.
- Patiño, V.M. 1960. História colonial y nombre indígenas de la palma pejibaye (*Guilielma gasipaes* (H.B.K.) Bailey). *Revista Colombiana de Antropología* 9: 25-72.
- Pinedo, P.M.; Tanchiva, F.E. 1989. Aislamiento de hijuelos basales de pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.). Estación Experimental "San Roque". Informe de Experimento. INIA, Iquitos, Peru.
- Popenoe, W.; Jimenez, O. 1921. The pejibaye, a neglected food plant of tropical America. *Journal of Heredity* 12 (4): 154-166.
- Sattler, Z.R. 1986. Propagación vegetativa del pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.): propagación por hijuelos. In: *Reconocimiento de nuevas fuentes de aceite y grasa apartir de palmas oleaginosas nativas del trópico húmedo Americano*. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1986. p. 3-9.
- Yuyama, K.; Flores, W.B.C.; Clement, C.R. 2002. Pupunheira. In: Bruckner, C.H. (Ed) *Melhoramento de frutíferas Tropicais*. UFV, Viçosa, 422p.

ADUBAÇÃO VERDE COM LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM PUPUNHEIRA (*Bactris gasipaes*) NA AMAZÔNIA CENTRAL

Augusto Cruz de MEIRELLES¹ e Luiz Augusto Gomes de SOUZA²

¹ Programa de Pós-graduação em Agricultura no Trópico Úmido – PPG-ATU/Inpa; Av. André Araújo, 2936, Aleixo, CEP 69.060-001, Manaus, AM, e-mail gugaadams@gmail.com;

² Coordenação de Sociedade, Ambiente e Saúde – Cosas/Inpa; Av. André Araújo, 2936, Aleixo, CEP 69.060-001, Manaus, AM, e-mail souzagal@inpa.gov.br.

Palavras-chave: Agroecologia, Fruticultura, Sistemas agroflorestais.

INTRODUÇÃO

Na Amazônia, estabelecer sistemas agrícolas de baixos *inputs* que sejam econômica e ecologicamente adequados aos solos de baixa fertilidade natural da terra firme, sem recorrer à prática de corte e queima da vegetação, é um desafio para os agricultores. As limitações para a produção contínua dos cultivos agrícolas surgem a partir de uma combinação de fatores que reduzem a fertilidade do solo a cada safra (Aguiar *et al.* 2010).

Sabe-se que os solos da terra firme da Amazônia Central caracterizam-se pela acidez elevada, baixa fertilidade natural, e alta saturação por alumínio, que limitam a produção agrícola convencional (Noda *et al.* 2013). Nestas condições edafo-climáticas, há uma demanda tecnológica por sistemas sustentáveis de produção agrícola, e, a adoção de diferentes modelos de sistemas agroflorestais com frutíferas consorciadas com leguminosas e outras espécies de plantas úteis, pode tornar-se uma alternativa econômica e ecologicamente viável para os trópicos (Oliveira 1991).

Em solos não hidromórficos de baixa fertilidade natural, a busca por modelos tecnológicos de sistemas de produção com base nos princípios da agroecologia, pode garantir o desenvolvimento de uma agricultura permanente, com menor impacto aos recursos naturais. A sustentabilidade e estabilidade da produção minimiza as pressões para a derrubada de novas áreas da floresta tropical. Na produção agroecológica, o sistema de produção agrícola é compreendido como um ecossistema próprio – o agrossistema - onde que cada componente ou elemento tem relevância, tais como a variedade de espécies cultivadas e consorciadas, a decomposição e ciclagem de materiais, o manejo das criações e a redução

dos impactos negativos da mecanização e do uso de insumos industriais (Vieira e Souza 2011). Assim, na diversificada variedade de sistemas agroflorestais adaptados aos trópicos, o sistema de cultivo em aleias (fileiras de plantas não comerciais intercaladas com fileiras de plantas comerciais), tem sido apresentado como uma tecnologia viável para sistemas de produção agrícola, o qual contribuiria para a manutenção e conservação dos solos e aumento da produtividade dos cultivos (Moura *et al.* 2010).

Este método é um tipo de sistema agroflorestal que utiliza por um lado espécies não comerciais, mas que serão fonte de adubo, estas geralmente são espécies leguminosas arbustivas ou arbóreas, tolerantes à poda regular e fixadoras de N_2 (Kang *et al.* 1990). E por outro lado, um ou vários cultivos comerciais como os de lavoura branca (milho, feijão e amendoim) ou de hortaliças. As podas das primeiras aleias servirão como adubação verde das entrelinhas com o objetivo de manter ou elevar os níveis de matéria orgânica e melhorar a fertilidade do solo (Bertalot *et al.* 2008), reduzindo as necessidades de insumos externos (Kaya e Nair 2001).

Em vários países, as pesquisas experimentais têm evidenciado o potencial de algumas espécies de leguminosas para adubação verde no sistema de cultivo em aleias, entre as quais se destaca o ingá (*Inga edulis* Mart.) (Alegre e Rao 1996), *Cajanus cajan* (L.) Millsp (Bohringer *et al.* 1994), gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) (Tian e Brusaard 1993), leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) (Lupwayi *et al.* 1999).

Esta técnica deve ser mais bem pesquisada para o estabelecimento de sistemas de produção com espécies frutíferas.

É necessário também considerar que no sistema de cultivo em aleias, o espaço ocupado pelas leguminosas pode diminuir o rendimento físico da cultura de interesse e também pode haver competição por água e nutrientes entre as espécies que são consorciadas (Bertalot 2003). Deste modo, o conhecimento sobre as espécies combinadas numa mesma área é essencial para o sucesso do sistema, sendo necessário compreender os processos que acontecem constantemente, bem como a interação entre seus componentes (Lunz e Franke 1998).

Este trabalho objetivou avaliar o efeito da adição de biomassa de leguminosas arbóreas sobre o crescimento inicial de pupunheiras cultivadas no sistema de aleias, em solo Latossolo Amarelo da Amazônia Central.

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

O ensaio foi conduzido em três propriedades agrícolas pertencentes à comunidade Vila Canaã, localizada no Km 41 da BR-174, em Manaus, AM, nas coordenadas geográficas 02° 36' 41,1" S e 059° 59' 41,9" W. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Af, caracterizado com tropical chuvoso, cuja precipitação anual é superior a 2000 mm. Os dados meteorológicos durante o período experimental de dezembro de 2012 a abril de 2013 foram coletados no Instituto Nacional de Meteorologia-INMET, e estão apresentados

na Figura 1. O solo das propriedades foi classificado como Latossolo Amarelo, textura argilosa.

As espécies de leguminosas selecionadas para adubação verde da pupunheira foram a ingá (*Inga edulis* Mart.), a palheteira (*Clitoria fairchildiana* Howard) e sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.). As sementes de ingá foram procedentes da Estação Experimental de Fruticultura Tropical – EEFT do Inpa, na BR-174, Km 45. As de palheteira foram de matrizes estabelecidas da Estação Experimental de Hortaliças - EEH, do INPA, rodovia AM 010, Km 14 e as de sabiá de plantas cultivadas como cerca viva em uma propriedade agrícola localizada na BR-174, Km 13, todas no município de Manaus, AM.

Para a realização do plantio no sistema de aleias, foram produzidas mudas das espécies de leguminosas no viveiro de mudas do Inpa, no Campus V-8, Manaus, AM. As mudas permaneceram no viveiro durante três meses onde os recipientes plásticos foram deslocados e irrigados

regularmente. As mudas de pupunheira, com idade de sete meses, foram obtidas na Fazenda Aruanã, rodovia AM 010, Km 213, Itacoatiara, AM.

O ensaio de campo foi realizado durante os meses de maio de 2012 e abril de 2013. A vegetação inicial da área destinada ao experimento nas propriedades era, respectivamente, capoeira de dois anos na propriedade 1, um plantio de bananeira na 2, e capoeira de um ano na 3. Para o preparo da área, a vegetação foi rebaixada 30 dias antes da implantação do experimento, retirando-se apenas os materiais mais lenhosos.

Em cada local selecionado para o estabelecimento do experimento, amostras compostas de solo foram coletadas antes da implantação, em maio de 2012, nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm para determinação das características iniciais da área. Posteriormente, 13 semanas após a poda e distribuição da biomassa das leguminosas nas entrelinhas, em abril de 2013, uma nova amos-

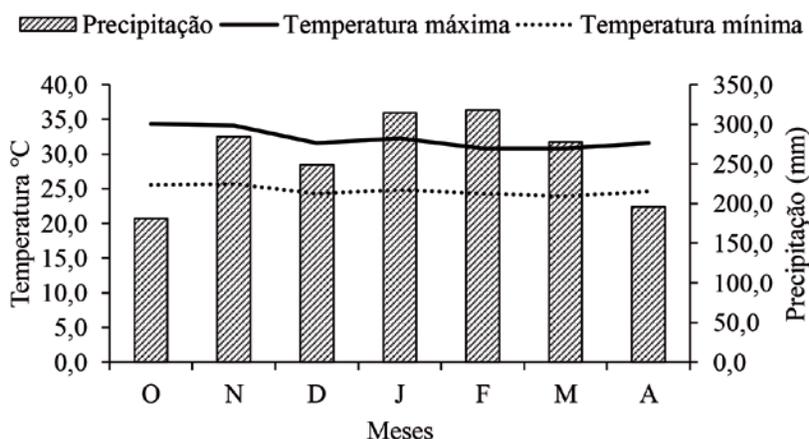


Figura 1. Dados climatológicos do período experimental de outubro de 2012 a abril de 2013. Manaus, AM. Fonte: INMET, 2012-2013.

tragem do solo foi efetuada nas profundidades de 0-10 cm, para avaliar o efeito dessa biomassa sobre as características químicas do solo. A quantificação do nitrogênio foi realizada pelo método de Kjeldahl (Sarruge e Haag 1974). Também foram determinados os teores de P, K, Ca e Mg, além do C orgânico e da matéria orgânica do solo. O pH foi determinado em solução salina (CaCl_2 0,01 mol L⁻¹) e a acidez potencial, extraída por solução SMP (Mafra *et al.* 1998).

O plantio definitivo das leguminosas foi realizado em maio de 2012, e da pupunheira foi em dezembro do mesmo ano, após a abertura de covas de 40 x 40 x 40 cm. Foi realizada uma adubação inicial nas leguminosas, onde em cada cova foi adicionado 1 L de esterco bovino curtido, e no entorno de cada planta foi adicionado 80 g de calcário dolomítico, 89 g de superfosfato triplo e 69 g de cloreto de potássio, correspondente a uma recomendação de 200 kg ha⁻¹ para o calcário dolomítico, e de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O para fósforo e o potássio, respectivamente. Adicionalmente aplicou-se 3 g cova⁻¹ de micronutrientes na forma de FTE, produto comercial, as quantidades utilizadas para adubação mineral foram adaptadas de Cravo (1990).

O espaçamento adotado foi de 1 m entre plantas nas aleias, e para a pupunheira nas entrelinhas foi utilizado o espaçamento de 2 m. Cada parcela foi constituída por 27 plantas de leguminosas e 30 de pupunheira, com área total de 80 m². Em cada propriedade a área do bloco foi de 320 m². As plantas da bordadura foram desconsideradas nas avaliações, considerando-se somente o interior

da parcela. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro tratamentos, e três repetições de nove plantas. Foram testadas as três espécies de leguminosas em consórcio com a pupunheira. O desenho resultou nos seguintes sistemas: pupunheira e ingá (P e I), pupunheira e palheteira (P e PA), pupunheira e sabiá (P e S), e como controle a pupunheira solteira (PS).

Para avaliar a quantidade e qualidade da biomassa produzida pelas leguminosas, foi realizada a poda das plantas a 1 m de altura às 28 semanas após seu plantio. Em condições de campo foram estimadas a biomassa fresca produzida usando-se uma balança suspensa. Posteriormente, o material coletado foi seco em estufa regulada para 65°C por 72 h para determinação do peso da biomassa seca. Posteriormente o material mais lenhoso foi separado e pesado, para determinação da biomassa das folhas secas por subtração. Alíquotas representativas das folhas foram retiradas para determinação dos teores de nutrientes. O restante da biomassa foi devolvido ao sistema e distribuído nas entrelinhas de pupunheira de cada tratamento. Para as determinações dos teores de nutrientes nas folhas, foi realizada análise química no Laboratório Temático de Solos e Plantas (LTSP) do INPA, conforme metodologia proposta pela Embrapa (1999).

Para avaliar o efeito da adição da biomassa ao solo sobre o crescimento da pupunheira, foram tomadas medidas mensais do comprimento do caule e diâmetro no nível do solo da pupunheira de acordo com Benincasa (1988). As 13 semanas, da adubação verde foram de-

terminadas a área de cobertura, diâmetro médio e grau de cobertura da copa conforme Durigan e Garrido (1992). Nestas avaliações, aproveitou-se para determinar a sobrevivência da pupunheira, evidenciando também o seu grau de mortalidade. Durante o período experimental foram feitas observações sobre o estado sanitário da pupunheira, avaliando sua susceptibilidade ao ataque de pragas e/ou doenças. Nestes registros observou-se a integridade da área foliar, queda de folhas, ocorrência de manchas ou evidências de doenças fúngicas ou bacterianas. Foi realizada uma limpeza a cada dois meses no entorno de cada planta, num raio de 50 cm, para favorecer seu estabelecimento.

Os dados obtidos foram submetidos ao ANOVA e teste de Tukey para comparação das médias entre os tratamentos, utilizando-se o programa Estat (UNESP, versão 2002). Os dados da concentração de nutrientes na biomassa foliar foram transformados para $\arcseno\sqrt{x+0,01}$ (Centeno 1990).

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS SOLOS DAS UNIDADES EXPERIMENTAIS

As características químicas iniciais das áreas com Latossolo Amarelo, selecionadas para a pesquisa eram tipicamente as encontradas nessa classe de solo tropical após alguns anos de exploração agrícola ou pecuária, conforme pode ser verificado na Tabela 1. De maneira geral a disponibilidade de nutrientes decai com o incremento da profundidade do perfil, já que é o horizonte superficial que recebe aportes de matéria orgânica, influenciando o ciclo de todos os demais nutrientes. Foi verificado que na propriedade 1, onde foi implantado o Bloco I, o solo apresentava uma condição de acidez mais elevada em relação às outras, com pH inferior a 4,0, o que resulta em uma condição adversa ao crescimento vegetal e interfere na disponibilidade de vários nutrientes, especialmente porque nesta área também foram verificados os menores valores para carbono e matéria orgânica e também teores elevados de Fe.

Tabela 1. Características químicas iniciais do solo Latossolo Amarelo, para duas profundidades, em propriedades agrícolas do Ramal da ZF-1, Vila Canaã, Manaus, AM.

Blocos	pH (KCl)	C	M.O. ¹	H+Al	Ca	Mg	P	K	Fe	Zn	Mn
		g kg ⁻¹		cmol _c kg ⁻¹			mg kg ⁻¹				
0-10 cm											
B-1	3,82	21,7	37,3	1,52	1,79	0,57	3,3	72,0	325,0	1,2	9,0
B-2	4,75	22,2	38,1	0,93	1,52	0,40	6,0	48,0	315,0	1,3	9,4
B-3	4,49	26,8	46,1	1,81	1,54	0,10	9,0	45,0	315,0	1,1	2,8
10-20 cm											
B-1	3,96	19,6	33,7	1,27	0,52	0,18	6,0	68,0	301,0	0,4	3,0
B-2	4,66	18,2	31,2	0,70	1,49	0,30	7,2	41,0	337,0	0,9	6,1
B-3	4,55	12,3	21,1	1,20	0,63	0,08	7,8	26,0	409,0	0,8	3,2

Destaca-se na propriedade I também a menor disponibilidade de fósforo.

Em solos muito ácidos a matéria orgânica minimiza os efeitos da acidez, aumenta a capacidade de troca de cátions, e sua baixa disponibilidade impacta o estabelecimento dos cultivos, além de diminuir os níveis de nitrogênio já que no solo 98 % do nitrogênio disponível é resultante da mineralização da matéria orgânica (Marschner 1990). Nesta condição adversa o P é complexado pelo alumínio, tornando-se também um nutriente limitante. Os processos de lixiviação de nitrato também são incrementados já que este se complexa ao hidrogênio e não se prende a superfície das partículas, sendo removido do perfil. O cenário adverso de desequilíbrio químico adequa-se a práticas de manejo que incrementem os níveis de matéria orgânica do solo.

Das três áreas selecionadas, no horizonte 0-10 cm, os maiores teores de matéria orgânica foram verificados no Bloco III, entretanto, neste local também foi identificado um elevado nível de acidez trocável e a disponibilidade de P foi baixa, contrária a dos outros blocos onde esta foi deficiente. Em todas as áreas, como já apontado, na profundidade do solo de 10-20 cm foi verificada uma menor disponibilidade de matéria orgânica e carbono, Ca, Mg, K, Zn e Mn. Essa é

a condição de solo da terra firme que os agricultores têm o desafio de manejar e praticar a agricultura na classe dos Latossolos Amarelos, que foram submetidos à técnica tradicional de corte e queima o que é um desafio para a pesquisa científica na região tropical.

QUANTIDADE E QUALIDADE DA BIOMASSA DAS LEGUMINOSAS ARBÓREAS

A avaliação da quantidade e qualidade da biomassa das leguminosas arbóreas, esclarece o papel das leguminosas arbóreas como plantas adubadoras da pupunheira. Neste estudo, foi verificado que a quantidade de biomassa foliar do sabiá ultrapassou 0,7 t ha⁻¹ no sistema pupunheira e sabiá (Tabela 2). Já a poda das aleias de ingá possibilitou uma adição de folhas secas de mais de 0,6 t ha⁻¹ ao sistema pupunheira e ingá, e de 0,2 t ha⁻¹ ao sistema pupunheira e palheteira.

No sistema pupunheira e sabiá, o sabiá proporcionou um aporte de N de 20,44 kg ha⁻¹; o ingá por sua vez, proporcionou 20,61 kg ha⁻¹ ao sistema pupunheira e ingá. A palheteira contribuiu com um menor aporte de N no sistema com a pupunheira (7,8 kg ha⁻¹).

A biomassa podada das leguminosas também contribui para a ciclagem

Tabela 2. Quantidade de folhas secas e de nutrientes adicionados pela biomassa de ingá (*Inga edulis*), palheteira (*Clitoria fairchildiana*) e sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*), podadas a 1 m de altura, após 28 semanas de cultivo em Latossolo Amarelo do Ramal da ZF-1, Vila Canaã, Manaus, AM.

Sistema de cultivo	Folhas secas	N	P	K	Ca	Mg
Pupunha e ingá	606,09	20,61	1,21	4,91	4,79	0,85
Pupunha e palheteira	247,50	7,77	0,59	2,15	1,44	0,37
Pupunha e sabiá	771,35	20,44	1,54	7,02	4,86	1,31

de outros macronutrientes no sistema. Dada a maior produção de folhas secas do sabiá, como já evidenciado, sua biomassa também acrescentou mais P, K, Ca e Mg, comparado ao ingá e a palheteira. Estas contribuições da biomassa do sabiá foram em média 20,4, 29,8 e 33,9 % respectivamente maiores, para o P, K e Mg, comparado ao ingá. A palheteira apresentou o menor aporte de nutrientes adicionados ao solo, pela deposição de sua biomassa podada neste primeiro corte.

Fernandes *et al.* (1993) conduziram um estudo em Argissolo para avaliar a quantidade de nutrientes adicionados ao solo com a biomassa de leguminosas arbóreas cultivadas no sistema de aleias, e obtiveram uma produção de 3700 kg ha⁻¹ de biomassa seca de ingá, bem como a entrada de 147,0 kg ha⁻¹ de N. Entretanto o aporte de biomassa adicionado ao sistema foi resultante de dois ciclos de poda das leguminosas. Já Ferraz Júnior *et al.* (2006) realizaram um estudo em solo Argissolo Vermelho Amarelo em São Luiz, Maranhão, utilizando diferentes leguminosas arbóreas cultivadas no sistema de aleias, obtiveram uma produção de 200 kg ha⁻¹ de biomassa seca de palheteira, assim como um aporte de 6,4 kg ha⁻¹ de N, no primeiro ano de cultivo. Esses resultados são similares aos encontrados aqui.

As concentrações dos macronutrientes presentes nas folhas das leguminosas fornecem informações sobre a qualidade da biomassa produzida. Foram constatadas tendências similares na concentração dos nutrientes nas folhas, àqueles observados para as estimativas da quantidade de nutrientes adicionados ao solo para alguns dos macronutrientes (Tabela 3).

Tabela 3. Concentração de nutrientes na biomassa foliar podada a 1 m de altura de ingá (*Inga edulis*), palheteira (*Clitoria fairchildiana*) e sabiá (*Mimosa caesalpinjifolia*), cultivadas em sistema de aleias, após 28 semanas, em Latossolo Amarelo do Ramal da ZF-1, Vila Canaã, Manaus, AM.

Espécies	N	P	K	Ca	Mg
	%				
Ingá	3,40	0,20	0,91	0,79	0,15
Palheteira	3,14	0,24	0,89	0,58	0,16
Sabiá	2,65	0,19	0,91	0,63	0,17

Destaca-se a maior concentração de N nas folhas do ingá e da palheteira, que foi de 3,40 e 3,14 % respectivamente. O sabiá por sua vez apresentou apenas 2,65 % de N nas folhas, todavia apesar desta menor concentração, comparada às demais espécies, o sabiá ainda contribuiu com a maior quantidade de N adicionado ao solo pela deposição da biomassa foliar, como já evidenciado. Não houve variações acentuadas nas concentrações dos demais macronutrientes nas folhas entre as espécies de leguminosas.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS SOLOS APÓS O APORTE DA BIOMASSA DAS LEGUMINOSAS ARBÓREAS

Estas informações estão resumidas na Tabela 4. Nela se observa que não houve diferença significativa no pH do solo entre os tratamentos. Entretanto, os efeitos da acidez foram amenizados comparados à condição inicial do solo. Os tratamentos que receberam a deposição da biomassa de palheteira e sabiá tiveram um aumento significativo nos teores de C e matéria orgânica comparada ao tratamento com a pupunha solteira que não recebeu biomassa.

Tabela 4. Efeito da adição da biomassa podada de aleias de ingá (*Inga edulis*), palheteira (*Clitoria fairchildiana*) e sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*), consorciadas com pupunha (*Bactris gasipaes*), nas características químicas do solo, a 0-10 cm de profundidade, após 16 semanas da distribuição sob cobertura, em Latossolo Amarelo do Ramal da ZF-1, Vila Canaã, Manaus, AM.¹

Sistema de cultivo ²	pH (H ₂ O)	C	M.O. ³	N	P	K	Ca	Mg
		----- g kg ⁻¹ -----			---- mg kg ⁻¹ ----		--- cmol _c kg ⁻¹ ---	
PS	4,74 a	23,23 b	39,96 b	0,84 a	7,09 ab	51,10 a	0,61 a	0,23 b
P e I	4,78 a	27,24 ab	46,85 ab	1,03 a	6,35 b	59,60 a	0,55 a	0,25 ab
P e PA	4,76 a	29,21 a	50,23 a	1,01 a	7,06 ab	86,26 a	0,57 a	0,44 a
P e S	4,79 a	29,37 a	50,51 a	0,99 a	8,19 a	84,60 a	0,64 a	0,26 ab
Teste F	0,56 ^{ns}	4,33*	4,33*	2,74 ^{ns}	3,42*	3,17 ^{ns}	0,34 ^{ns}	3,80*

¹As médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si no nível de 5 % de probabilidade (P < 0,05), pelo teste de Tukey; ^{ns}não significativo; ²PS (Pupunha solteira); P e I (Pupunha e ingá); P e PA (Pupunha e palheteira); P e S (Pupunha e sabiá); ³M.O. – Matéria orgânica.

No sistema com a pupunheira e o sabiá, foi constatado um aumento significativo no teor de P nestes primeiros 10 cm de profundidade. O teor de Mg foi significativamente superior no sistema da pupunheira e palheteira comparo ao sistema com a pupunheira solteira. Não houve diferenças significativas nos teores de N, K e Ca entre os tratamentos. Resultados similares foram obtidos por Moura *et al.* (2010) que também constataram maiores teores de carbono, matéria orgânica e Mg no solo, nas entrelinhas que receberam o aporte da biomassa de *Clitoria fairchildiana*, *Acacia mangium*, *Canajus cajan* e *Leucaena leucocephala*, no sistema de aleias com milho.

RESPOSTA DA PUPUNHEIRA À ADUBAÇÃO VERDE

O aporte de biomassa adicionado ao solo pelas folhas das leguminosas não afetou significativamente a altura das plantas de plantas de pupunheira entre os tratamentos, às 4, 8 e 12 semanas depois do cultivo (Tabela 5). Já às 16 semanas após o cultivo, houve diferença estatística a 5% de significância na altura das

plantas, onde esta foi superior nos tratamentos que receberam a biomassa das leguminosas, comparado ao tratamento controle. Yuyama e Silva (2003) estudando o desenvolvimento inicial de pupunheiras em monocultivo e intercalado com amendoim (*Arachis hipogaeae* L.), também observaram um maior crescimento na altura das plantas de pupunheira no sistema intercalado com esta leguminosa, após a adição de sua biomassa.

Em relação ao crescimento diamétrico das plantas de pupunheira, a adição da biomassa das leguminosas não influenciou significativamente o diâmetro no nível do solo (Tabela 6). Estas observações seguiram durante todo o período experimental. É possível que estes resultados estejam relacionados com o curto período de acompanhamento do experimento. Além do mais, a quantidade de biomassa adicionada ao sistema de aleias foi proveniente apenas de uma poda feita nas leguminosas.

As informações sobre o diâmetro de cobertura, área e grau de cobertura da pupunheira após a adição da biomassa das leguminosas estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 5. Acompanhamento da evolução do crescimento em altura (cm) de pupunheira (*Bactris gasipaes*) após seu plantio em sistema de aleias com ingá (*Inga edulis*), palheteira (*Clitoria fairchildiana*) e sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), em Latossolo Amarelo do Ramal da ZF-1, Vila Canaã, Manaus, AM.¹

Sistema de cultivo	Semanas após o plantio			
	4	8	12	16
Pupunha solteira	16,3 a	16,8 a	16,9 a	17,1 b
Pupunha e ingá	15,6 a	15,9 a	16,7 a	19,1 a
Pupunha e palheteira	16,2 a	16,5 a	16,6 a	18,6 a
Pupunha e sabiá	17,2 a	17,6 a	17,9 a	19,5 a
Teste F	1,07 ^{ns}	0,84 ^{ns}	0,84 ^{ns}	2,54 ^{**}

¹As médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si ($P < 0,01$), pelo teste de Tukey; ^{ns}não significativo.

Tabela 6. Acompanhamento da evolução do crescimento do diâmetro no nível do solo (mm) de pupunheira (*Bactris gasipaes*) após seu plantio em sistema de aleias com ingá (*Inga edulis*), palheteira (*Clitoria fairchildiana*) e sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), em Latossolo Amarelo do Ramal da ZF-1, Vila Canaã, Manaus, AM.¹

Sistema de cultivo	Semanas após o plantio			
	4	8	12	16
Pupunha solteira	5,9 a	6,0 a	7,1 a	7,9 a
Pupunha e ingá	5,5 a	6,0 a	7,5 a	8,7 a
Pupunha e palheteira	5,0 a	5,7 a	7,0 a	8,2 a
Pupunha e sabiá	5,6 a	5,8 a	7,7 a	8,5 a
Teste F	1,40 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,41 ^{ns}

¹As médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P > 0,01$); ^{ns}não significativo.

Foram constatadas tendências de diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis já mencionadas, pelo Teste F. Mesmo os tratamentos que receberam a biomassa das leguminosas não diferenciaram do tratamento controle nestas características avaliadas. Estas observações podem ser atribuídas ao curto período de avaliação do desenvolvimento da pupunheira, uma vez que as informações seguem apenas 16 semanas de acompanhamento.

Tabela 7. Diâmetro médio de cobertura, área de cobertura e grau de cobertura da pupunheira (*Bactris gasipaes*) após 16 semanas da adição da biomassa de ingá (*Inga edulis*), palheteira (*Clitoria fairchildiana*) e sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), em Latossolo Amarelo do Ramal da ZF-1, Vila Canaã, Manaus, AM.¹

Sistema de cultivo	Diâmetro médio de cobertura (cm)	Área de cobertura (m ²)	Grau de cobertura (%)
Pupunha solteira	22,8 a	0,06 a	1,39 a
Pupunha e ingá	27,8 a	0,08 a	2,09 a
Pupunha e palheteira	27,9 a	0,08 a	2,07 a
Pupunha e sabiá	28,3 a	0,08 a	2,03 a
Teste F	3,08*	2,78*	2,86*

¹As médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si no nível de 5 % de probabilidade ($P < 0,05$), pelo teste de Tukey.

Quanto ao estado fitossanitário das plantas de pupunheira, foram observados sinais de queimadura nas folhas na quarta semana após o plantio, em todos os tratamentos, em seguida, com a intensificação das chuvas as plantas se recuperaram rapidamente. A partir da oitava semana foi registrada ocorrência de manchas foliares nas plantas de todos os tratamentos. Neste mesmo período, ainda foram constatados sintomas de clorose nas folhas da pupunheira, que possivelmente podem estar relacionados à deficiência de N. Entretanto, a partir do terceiro mês, nos tratamentos onde foi adicionada a biomassa das leguminosas, as folhas passaram a apresentar coloração verde, em contrariedade com o sistema da pupunheira solteira, onde não houve adição de biomassa (Figura 2). Ao final do experimento, às 16 semanas após o plantio, a sobrevivência das plantas de pupunheira era de 96,67 % no tratamento com a pupunheira solteira, 94,45 % para o sistema com a palheteira, 93,34 % no sistema com ingá, e de 91,12 % no sistema consorciado com o sabiá.

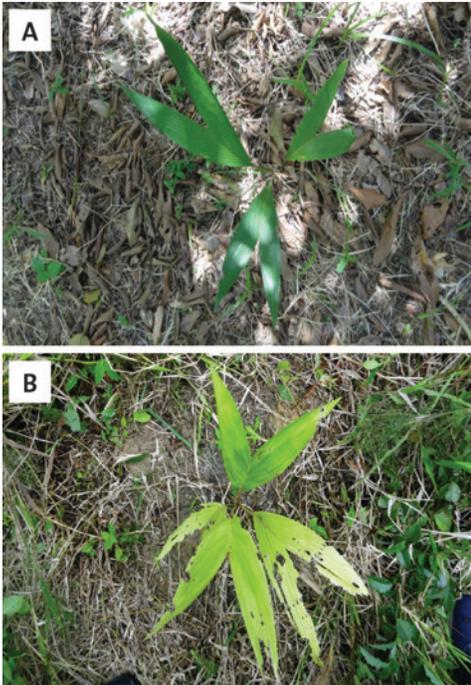


Figura 2. Aspecto das plantas de pupunha (*Bactris gasipaes*), após 16 semanas de cultivo, no sistema de aleias consorciado com as leguminosas (a) e no sistema solteiro (b).

CONCLUSÕES

A adubação verde com leguminosas arbóreas favoreceu o crescimento em altura de plantas de pupunheira cultivada em solo Latossolo Amarelo, 16 semanas após o seu plantio. Na camada de 0-10 cm do solo, o aporte da biomassa podada das leguminosas arbóreas reduziu a acidez do solo incrementando a disponibilidade de carbono, matéria orgânica e de nutrientes essenciais. O estabelecimento de sistemas agroflorestais do tipo cultivo em aleias com ingá, palheteira e sabiá consorciado com pupunha, mostrou-se promissor em solo de terra firme da Amazônia Central.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, A.C.F.; Bicudo, S.J.; Costa Sobrinho, J.R.S.; Martins A.L.S.; Coelho, K.P.; Moura E.G. 2010. Nutrient recycling and physical indicators of an alley cropping system in a sandy loam soil in the Pre-Amazon region of Brazil. *Nutrient Cycling Agroecosystems*, 86: 189-198.
- Alegre, J.C.; Rao, M.R. 1996. Soil and water conservation by contour hedging in the humid tropics of Peru. *Agriculture Ecosystems Environment*, 57: 17-25.
- Benincasa, M.M.P. 1988. Análises de crescimento de plantas (Noções básicas). FUNEP, Jaboticabal, 42p.
- Bertalot, M.J.A. 2003. *Cultura do milho (Zea mays L.) em sucessão com aveia preta (Avena strigosa Schreb.) em áreas sob manejo agroflorestal em aleias com Leucaena diversifolia*. Tese de doutorado, Botucatu, Faculdade de Ciências Agrônômicas. 88p.
- Bertalot, M.J.A.; Guerrini, I.A.; Mendoza, E.; Pinto, M.S.V. 2008. Análise econômica e produção de milho (*Zea mays*) sob sistema agroflorestal e tradicional. *Revista Ceres*, 55(5): 425-432.
- Bohringer, A.; Tamo, M.; Dreyer, H.M. 1994. Growth and productivity of pigeon pea (*Cajanus cajan*) genotypes for use in alley cropping and their interactions with the environment. *Experimental Agriculture*, 30(2): 207-215.
- Centeno, A.J. 1990. *Curso de estatística aplicada à biologia*. UFG, Goiânia, Centro Editorial, Coleção didática 3, 1990, 188p.
- Cravo, M.S.; Viegas, I.J.M.; Brasil, E.C. 2010. *Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Pará*. 1ra ed., v. 1, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, 2010, 262p.
- Durigan, G.; Garrido, M.A.O. 1992. Dendrometria de essências nativas. *In: Congresso Nacional sobre Essências Nativas*, São Paulo.

- Embrapa. 1999. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília, Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999, 370p.
- Ferraz Júnior, A.S.L.; Souza, S.R.; Stark, E.M.L.M.; Fernandes, M.S. 2006. Fitomassa, distribuição de raízes e aporte de nitrogênio e fósforo por leguminosas cultivadas em aleias em solo de baixa fertilidade. *Floresta e Ambiente*, 13(1): 61-68.
- Fernandes, E.C.M., Davey, C.B.; Nelson, L.A. 1993. Alley cropping on na acid soil in the upper Amazon: mulch, fertilizer and hedgerow root pruning effects. *America Society of Agronomy* (Special Publication), 56: 77-96.
- Kang, B.T.; Reynolds, L.; Attkrah, A.N. 1990. Alley farming. *Advanced Agronomy*, 43: 15-359.
- Kaya, B.; Nair, P.K.R. 2001. Soil fertility and crop yields under improved-fallow systems in southern Mali. *Agroforestry Systems*, 52: 1-11.
- Lunz, A.M.P.; Franke, I.L. 1998. Recomendações técnicas para desenho de sistemas agroflorestais multiestratos no estado do Acre. EMBRAPA-CPAF, Comunicado técnico 87, 2p.
- Lupwayi, N.Z.; Haque, I.; Saka, A.R.; Siaw, D.E.K.A. 1999. Leucaena hedgerow intercropping and cattle manure application in the Ethiopian higlands. II. Maize yields and nutrient uptake. *Biology Fertility Soils*, 28: 196-203.
- Mafra, A.L.; Miklós, A.A.W.; Vocurca, H.L.; Harkaly, A.H.; Mendoza, E. 1998. Adição de nutrientes ao solo em sistema agroflorestal do tipo cultivado em aleias e em cerrado na região de Botucatu, SP. *Scientia Forestalis*, 54: 41-54.
- Marschner, H. 1990. Nutrient availability in soils. In: Marschner, H. 1990. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, London, 4ª Ed., p.411-428.
- Moura, E.G.; Serpa, S.S.; Santos, J.G.D.; Sobrinho, J.R.S.C.; Aguiar, A.C.F. 2010. Nutrient use efficiency in alley cropping systems in the Amazonian periphery. *Plant Soil*, 335: 363-371.
- Noda, H.; Machado, F.M.; Coelho Neto, R.A.; Silva Filho, D.F. 2013. In: Noda, H.; Souza, L.A.G.; Silva Filho, D.F. (Orgs). *Pesquisas Agronômicas para a Agricultura Sustentável na Amazônia Central*. Wega, Manaus, AM, p.43-60.
- Oliveira, L.A. 1991. Ocupação racional da Amazônia: o caminho para preservar. In: Val, A.L.; Figliuolo, R.; Feldberg, E. (Eds.). *Bases Científicas para Estratégias de preservação e Desenvolvimento da Amazônia: Fatos e Perspectivas*. Manaus, INPA, p.47-52.
- Sarruge, J.R.; Haag, H.P. 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ-USP. 56p.
- Tian, G., Brusaard, L. 1992. Biological effects of plant residues with contrasting chemical composition under humid tropical condition: decomposition and nutrient release. *Soil Biology and Biochemistry*, 24: 1051-1060.
- Vieira, E.P.; Souza, L.A.G. 2011. Inoculação com rizóbios em mudas de acapu-do-igapó e saboarana. *Revista de Ciências Agrárias/ Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 54: 54-62.
- Yuyama, K.; Silva, F. M. S. 2003. Desenvolvimento inicial de pupunheira em monocultivo e intercalado com culturas anuais. *Horticultura brasileira*, 22(1): 15-19.

PRODUÇÃO DE ACEROLA (*Malpighia emarginata* DC.) EM DIFERENTES SOLOS DA AMAZÔNIA CENTRAL

Jorge Hugo IRIARTE MARTEL¹, Bruno Araújo CRUZ²
e Newton Paulo de Souza FALCÃO¹

¹ Coordenação de Tecnologia e Inovação, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - Coti/Inpa, Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis. Manaus, AM. Caixa Postal 2223, CEP: 69080-971, e-mail: nfalcao@inpa.gov.br;

² Programa de Pós-graduação em Agricultura no Trópico Úmido – PPG-ATU, Manaus, AM.

**in memorium*

Palavras chave: Fruticultura, Fenologia, Solos Antrópicos, Latossolo Amarelo.

INTRODUÇÃO

A aceroleira é uma planta perene, originária da região das Antilhas e também nativa de outros países da América Central e do norte da América do Sul (Donadio, 1992). É conhecida em muitos locais como “cereja-das-Antilhas”. A acerola é uma planta arbustiva de 2-3 m de altura, que desenvolve uma copa perenifólia, com ramos densos e espalhados (Couceiro, 1985). O tamanho e formato da copa dos pés de acerola podem variar com o manejo do plantio, em resposta às podas de formação e frutificação. As folhas da aceroleira são verde-escuras, pequenas, ovaladas, com 2-7 cm de comprimento e 1-6 cm de largura. As flores formam-se próximo às regiões de inserção das folhas nos ramos, em número de dois a oito e, com pétalas que variam de cor: entre rosadas, violetas ou brancas. As flores são perfeitas, dispostas em cachos axilares de três a cinco, pedunculadas, com 1-2 cm de diâmetro e de cor rosa esbranquiçada a vermelha (Donadio, 1992).

A autopolinização é predominante nas aceroleiras, mas ocorre também a polinização cruzada em razoáveis proporções, e estes cruzamentos intraespecíficos estão relacionados a formação dos frutos de maior tamanho. O grão de pólen é viável apenas no dia da antese (Donadio, 1992), contribuindo para a incompatibilidade na polinização, que é bem maior quando em autocruzamento. Simão (1971), estudando a morfologia reprodutiva da acerola, observou que, nos ramos primários a diferenciação da gema floral acontece entre 8-10 dias e a antese em ± 7 dias após a emergência, de 15 a 17 dias depois da iniciação. Alguns dias após a diferencia-

ção floral as flores surgem continuamente em todas as axilas de folhas dos ramos do ano anterior e nas ramas novas.

A formação do fruto processa-se rapidamente; da antese à maturação do fruto decorrem três semanas. A aceroleira começa a produzir cedo, a partir de estacas 1 a 1,5 anos e de sementes 2 a 2,5 anos, dependendo da origem de estacas ou sementes. Os ciclos de frutificação ocorrem de três a quatro vezes por ano e em condições favoráveis já foram registradas até sete frutificações anuais.

Desde os anos 1940, quando o teor de ácido ascórbico (vitamina C) contido nos frutos de acerola foi reportado em Porto Rico como elevado (Asenjo & Guzman, 1946), que a planta tem sido pesquisada em toda parte e o seu cultivo passou a ser industrial em alguns países. No Brasil, foi introduzida nos anos 1950, mas somente nos anos de 1980 o cultivo da acerola passou a ser conduzido em escala comercial (Donadio, 1994). As regiões quentes do país constituem o principal mercado consumidor da acerola, quase sempre para o preparo de sucos. A demanda no mercado interno é para frutos *in natura* ou congelados como polpa. O mercado externo, adquire o produto na forma de polpa (Araújo & Minami 1994). Os teores de vitamina C encontrados nos frutos de acerola são comparáveis apenas aos de camu-camu (*Myrciaria dubia*), e ambas são consideradas as mais importantes fontes naturais desta vitamina. Os teores de vitamina C da acerola são 50-100 vezes maiores que os encontrados nos cítricos (laranja, limão, tangerina), que são popularmente reconhecidos como ricos nesta vitamina (Donadio, 1992).

Após a maturação, os frutos caem com facilidade. Em cada fruto há de três e quatro sementes, rugosas, e a maioria não germina, porque não têm embrião formado. Os frutos da aceroleira podem variar em tamanho, coloração, concentração de vitamina C, teores de frutose e sabor, dependendo da variedades cultivada. A qualidade dos frutos pode ser alterada por outros fatores tais como o uso de irrigação, a adubação do solo, as podas e edafo-climáticos. Nos plantios tecnicamente conduzidos produção pode alcançar de 30-60 kg de frutos por planta, produzidos em 4-6 ciclos anuais de frutificações (Donadio, 1998). Além do consumo de suco e *in natura*, como fruta fresca, a produção pode ser usada no preparo de xaropes, sorvetes, geleias, compotas, balas, licores, produtos liofilizados, etc. Além dos benefícios da vitamina C, o suco de acerola também contém vitamina A (caroteno), e é rico em ferro e cálcio, recomendado para lactentes, contra desnutrição, prevenção do envelhecimento e para enfermos (Felipe, 1997).

Atualmente, o Brasil é um dos maiores produtores, consumidores e exportadores mundiais de acerola (Araújo & Minami, 1994) e 40 % da produção é destinada ao mercado externo. O cultivo de acerola ocorre em quase todas as regiões onde o clima é ameno a quente. A qualidade e composição dos frutos depende das condições climáticas, do cultivar, dos tratamentos culturais aplicados no manejo da cultura, do estágio de maturação dos frutos por ocasião da colheita, e outros (Carvalho & Guerra, 1995).

As principais áreas produtoras de acerola no Estado do Amazonas são o

baixo rio Solimões e no município de Manaus e da região metropolitana, incluindo Manacapuru e Iranduba. Nesta parte da Amazônia Central as áreas cultivadas incluem manchas de terra preta, sobre diversos tipos de solos, mas normalmente estão em locais bem drenados, em terra firme, próximas às margens de rios.

As terras pretas são solos antropomórficos conhecidos pedologicamente como Terras Pretas Antrópicas (TPA) e são identificadas por sua cor escura, pela alta concentração de substâncias orgânicas e são áreas de fertilidade elevada com boa disponibilidade de nutrientes essenciais. Entretanto, as pesquisas já realizadas em solos de terra preta, identificaram em alguns locais a deficiência de potássio (Sombroek, 1966; Falesi, 1972; Falcão et al., 2001). Há informações disponíveis sobre a produção e qualidade dos frutos de acerola em outros locais de cultivo, mas pouco se sabe sobre o desempenho da cultura em solos de Terra Preta de Índio e Latossolo Amarelo, o que demanda novas pesquisas sobre a fenologia, produção e qualidade dos frutos de acerola em solos não hidromórficos da Amazônia Central.

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A pesquisa experimental foi realizada na região metropolitana de Manaus, AM, em duas propriedades agrícolas selecionadas na rodovia AM 070, Km 59, na localidade da Costa do Laranjal, Comunidade de Nossa Senhora da Conceição, em Manacapuru, AM, por apresentarem cultivos de acerola em solo de terra firme.

Nas áreas cultivadas foram selecionadas 10 árvores matrizes em cada sítio, que foram dimensionadas, tiveram a sua produção monitorada e os frutos foram submetidos a testes de qualidade. Para caracterização dos frutos foram realizadas três colheitas nas safras de 2005-2006. Para cada matriz, dez frutos foram selecionados considerando-se a homogeneidade de tamanho e cor, para as avaliação físico-químicas, empregando-se a metodologia descrita em IAL (2005).

Para caracterizar as matrizes, a altura da planta foi tomada com régua topográfica, e correspondeu a medida do solo até a parte superior da copa. O diâmetro da copa foi medido com trena e corresponde à média de duas medidas, uma no sentido da linha de plantio e outra perpendicular a esta. Foi também medido o diâmetro da base do tronco utilizando-se uma suta, no ponto situado a 10 cm do solo. O índice de conformação de copa foi assim avaliado pelo ICC que corresponde a razão entre a altura da planta matriz e o seu diâmetro de copa.

A fenologia das aceroleiras foi monitorada por oito meses, entre outubro de 2006 e maio de 2007. Usando como critério os pontos cardeais, em cada planta matriz foram marcados quatro ramos, no sentidos norte, sul, leste e oeste, para registro da presença e contagem quinzenal dos frutos e flores. Para obter o volume de copa foi usada a fórmula $V = 2 \pi r^2 h / 3$, onde: π = constante (3, 1416); r = raio, V = volume e h = altura (Mendel, 1956). Foram feitas três amostragens para avaliar a qualidade dos frutos, nos meses de setembro, novembro e abril e para tanto foram coletados

20 frutos da mesma florada para compor uma amostra por parcela (cinco frutos por planta) e 100 frutos por sistema, totalizando 200 frutos analisados em cada um dos meses definidos.

Foram tomadas medidas biométricas do comprimento e o diâmetro dos frutos de acerola, com auxílio de paquímetro e estes foram pesados individualmente em balança digital. Com o auxílio de um refratômetro, foi colocada uma gota do suco no espelho do aparelho e em seguida foi feita a leitura direta em °Brix, a 27°C. A acidez titulável foi determinada seguindo a metodologia recomendada por Tressler & Joslyn (1961) e IAL (2005) onde: em 10 g de suco foram adicionados 75 mL de água destilada. A amostra foi titulada com NaOH a 0,05 %, padronizada, usando como indicador o azul de bromotimol a 0,1 %. Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico 100 g⁻¹ de suco. As análises foram realizadas no Laboratório Temático de Solos e Plantas LTSP, do Inpa, em Manaus, AM.

As sementes dos frutos foram extraídas e contadas. A cor do suco foi determinada através da carta de Cores da Royal Horticultural Society. O pH dos frutos foi determinado com um pHmetro elétrico (MS TECNOPON® - MPA210/MPA210 P). Foi também pesado o “descarte” dos frutos que é constituído por polpa, cascas e sementes. O Índice de Qualidade do suco foi estimado pela relação: $IQ = \frac{\text{Relação Sólidos (Brix)}}{\text{Acidez (Chitarra \& Chitarra, 1990)}}$. Para a produção de sucos concentrados, a matéria prima é qualificada pelo Índice Tecnológico e calculado pela fórmula: $IT = \frac{B \cdot S}{100}$, onde: B = Sólidos Solúveis (Brix); S = % de Suco.

O delineamento experimental em cada local (Terra Preta e Latossolo Amarelo) foi completamente casualizado com três tratamentos (épocas de avaliação: outubro e dezembro de 2006 e maio de 2007), e com dez repetições, tendo uma planta por parcela. Os dados foram submetidos ao ANOVA conjunta após verificar a homogeneidade dos quadrados médios do erro pelo critério de Pimentel Gomes. $QME \text{ maior} / QME \text{ menor} < 7$. Em seguida foi feito o teste de comparação de médias de Tukey ($P < 0,05$). O programa utilizado foi Estat (Unesp).

FENOLOGIA DE ACEROLA EM SOLOS DE TERRA FIRME DA COSTA DO LARANJAL, NA AMAZÔNIA CENTRAL

O acompanhamento fenológico das plantas matrizes de acerola, nos solos de terra firme, se estendeu por um período de oito meses e abrangeu somente o período chuvoso, de seu início no mês de outubro e diminuição de precipitação observado em maio e as observações efetuadas estão sintetizadas na Figura 1. Em ambos os solos o mês de maior floração foi outubro seguido da maior frutificação observada novembro. Nos meses de fevereiro e março há um ciclo produtivo destacável de frutos, seguido de uma floração quase inexpressiva em abril favorecendo a retomada de um novo ciclo produtivo no mês de maio.

Nos pomares da Costa do Laranjal, foi verificado que, em todos os meses avaliados, as plantas matrizes que cresciam em solo de Terra Preta, apresentaram a floração superior à das que pros-

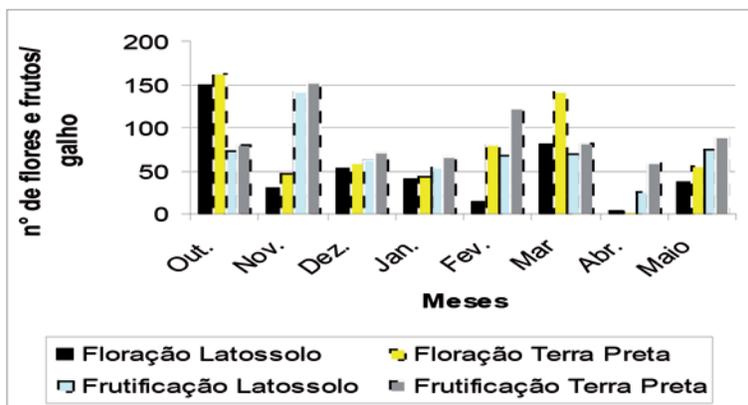


Figura 1. Registros fenológico da floração e frutificação de plantas matrizes de acerola (*Malpighia emarginata*), monitoradas entre os meses de outubro e maio de 2006, em dois solos de terra firme da na Costa do Laranjal, em Manacapuru, AM.

peram em Latossolo. É possível que a maior floração em solo de Terra preta possa ser relacionada às melhores características físicas e químicas deste solo. Nas pesquisas fenológicas de acerola desenvolvidas por Donadio (1992), registrou-se que o maior florescimento das aceroleiras começa a partir de setembro e segue quase continuamente até março. As observações foram feitas aqui por um período de oito meses. Novos estudos compreendendo todo o ciclo anual para mapear as mudanças fenológicas da acerola em respostas a sazonalidade do clima, podem ser úteis para consolidar os registros aqui efetuados. No período de oito meses de acompanhamento foi possível estimar a produção de frutos de acerola nos dois solos pesquisados. Em terra preta a estimativa foi de $\pm 14,7$ t ha⁻¹ e em Latossolo de $\pm 13,4$ t ha⁻¹. Esta produção 9 % superior em Terra preta de Índio, foi associada, principalmente às melhores condições de fertilidade relacionadas aos solos de origem antrópica.

PRODUÇÃO E QUALIDADE DA ACEROLA

A acerola tem boa adaptação às condições edafo-climáticas da Amazônia Central e nos plantios avaliados, foram encontradas árvores matrizes adultas, produtivas e que tem a distribuição das ramas e folhagens em formato “bojudo”, ou seja: a altura das plantas é menor que o diâmetro de copa. Nos plotes avaliados, mesmo crescendo em diferentes solo, de terra preta e Latossolo Amarelo, não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) no crescimento nas matrizes, conforme pode ser verificado na Tabela 1.

As arvoretas tinham até 2,7 m de altura, característica que facilita a colheita manual dos frutos diretamente na copa da planta. As copas são amplas e espalhadas, com até 3,8 m de diâmetro, sugerindo que, nestas áreas, o espaçamento mínimo para as plantas, nas linhas, deve ser de pelo menos 4 m. Os diâmetros do caule, tomado a 10 cm do solo, também não variaram

entre plantios nos dois solos avaliados e o volume de copa apresentou média 8,7 % maior em solos de terra preta comparado ao Latossolo, sem diferir estatisticamente.

O fruto da acerola é descrito como uma pequena drupa carnosa, tricarpelada, ovoide deprimida a subglobosa, arredondada, ovalada ou cônica e, quando maduro, de cores vermelhas, roxas ou amarelas, e, assim como a copa, é normalmente bojudo, ou seja, arredondado

Tabela 1. Avaliação do desenvolvimento de plantas de acerola (*Malpighia emarginata*) cultivadas em dois tipos de solos de terra firme, na Localidade da Costa do Laranjal, em Manacapuru, AM.¹

Solos	Altura ϕ de copa		Diâmetro do caule (cm)	Volume de copa (m ³)
	m			
Latossolo	2,6 a	3,7 a	11,0 a	18,9 a
Terra preta	2,7 a	3,8 a	11,8 a	20,7 a
Teste F	ns	ns	ns	ns
Coef. var. (%)	11,47	9,75	22,26	26,72

*1 Médias seguidas das mesmas letras nas colunas, não diferem significativamente entre si a 5 % de probabilidade ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. ns – não significativo.

irregular, mais largo do que comprido, com 1-3 cm de comprimento, 1-4 cm de diâmetro, com 2-16 g (Gorgatti Netto et al., 1996). As matrizes de aceroleira que na fase produtiva não apresentaram diferenças no crescimento da planta em dois diferentes tipos de solo da terra firme da Amazônia Central apresentaram diferenças significativas para algumas características dos frutos e também pode variar dependendo da época de avaliação (Tabela 2). Quanto ao tamanho, foi verificado que o comprimento médio e o peso dos frutos não diferiu significativamente ($p > 0,05$) entre os solos, mas os frutos colhidos em plantas matrizes que cresciam em Latossolo tinham maior largura que os colhidos nos plantios em Terra Preta.

Mesmo similaridade no tamanho e peso dos frutos, houve diferenças nas análises qualitativas, e aqueles colhidos de matrizes crescidas em Latossolo tinham conteúdo de suco e °Brix superiores as

Tabela 2. Medidas do tamanho dos frutos, peso fresco e análises qualitativas da polpa de acerola (*Malpighia emarginata*), cultivada em dois tipos de solos de terra firme, na Localidade da Costa do Laranjal, em Manacapuru, AM.¹

Tratamentos	Tamanho dos frutos (cm)		Peso (g)	Suco	°Brix	Acidez	pH
	Comprimento	Largura		----- % -----			
Tipos de solos							
Latossolo	2,0 a	2,3 a	5,94 a	56,54 a	6,40 a	1,31 a	3,43 a
Terra Preta	1,9 a	2,2 b	5,69 a	50,96 b	5,75 b	1,40 a	3,39 a
Coef. Var. (%)	8,70	10,21	27,02	17,21	14,82	47,94	3,25
Teste F	ns	*	ns	**	*	ns	ns
Épocas de avaliação							
Época 1	1,8 b	2,0 c	4,77 b	45,77 b	7,57 a	1,55 a	3,34 a
Época 2	2,0 a	2,3 b	6,00 a	53,04 a	5,66 b	1,50 a	3,31 a
Época 3	2,0 a	2,5 a	6,66 a	54,06 a	4,99 c	1,01 a	3,58 a
Coef. Var. (%)	8,40	8,09	26,07	11,82	12,17	27,82	4,58
Teste F	*	**	**	**	**	ns	ns

¹Médias seguidas das mesmas letras nas colunas para dados de solos ou épocas não diferem significativamente entre si a 5 ou 1 % de probabilidade ($p < 0,05$; $p < 0,01$) pelo teste de Tukey; ns – não significativo; Épocas: (1) outubro, (2) dezembro e (3) maio.

que cresceram em Terra Preta, embora não tenham se diferenciado significativamente quanto ao pH e acidez (Tabela 2). Por outro lado, a época de amostragem influenciou significativamente tanto as dimensões quanto algumas das medidas de qualidade do fruto formado, embora, como para os tipos de solos não tenha variado no pH e acidez destes sucos. Quanto ao tamanho, um menor comprimento e peso dos frutos foi determinado naqueles coletados na primeira avaliação do mês de outubro, que corresponde ao início do período chuvoso na região, comparado aos frutos colhidos em dezembro e maio.

A época de avaliação dos frutos influenciou mais diretamente as medidas de largura dos frutos, que diferiram entre as épocas de avaliação, com menor tamanho em outubro, diferindo significativamente nas medidas de largura em dezembro, na estação chuvosa e atingindo seu maior tamanho em maio, considerado o período de fim da estação chuvosa. As maiores concentrações de suco nos frutos foram verificadas nas amostragens de dezembro e maio, comparada a de outubro, entretanto os maiores valores de °Brix variaram para as três épocas e foram significativamente mais elevados na amostragem inicial de outubro, declinando progressivamente em dezembro e maio.

Na polpa da acerola podem ser encontrados valores de 5-12°Brix, com média entre 7-8°Brix (Alves, 1996), o que concorda com os dados aqui determinados. Os valores de acidez titulável entretanto, estão fora da faixa registrada por Asenjo (1980), que variou entre 1,36-1,62. A faixa de acidez aqui observada

obedece a Resolução Normativa apresentada para a acerola, que estabelece o valor mínimo de acidez total titulável de 0,80-100 g⁻¹. Os valores de pH dos sucos de acerola analisados também concordam com Asenjo (1980), que registrou o intervalo de 3,20 a 3,30.

Considerando-se os valores de Índices de Qualidades, a relação °Brix/acidez dos frutos nos frutos de acerola estes não diferiram entre os solos Latossolo e de terra preta, mas são influenciados pela época de amostragem (Tabela 3). Assim, nos frutos obtidos nos meses de outubro e maio, a relação °Brix /acidez apresentou os seus maiores valores, superando significativamente os observados na amostragem de dezembro. As médias obtidas encontram-se no intervalo documentado por Couceiro (1985), que compreendeu a faixa entre 3,56-11,59. A relação °Brix /acidez (Rácio) indica o grau de equilíbrio entre o teor de açúcares e ácidos orgânicos do fruto (Viégas, 1991). Este está diretamente relacionado à sua qualidade quanto ao atributo sabor, sendo, portanto, um importante parâmetro a ser considerado na seleção de “variedades de mesa”, isto é aquelas colhidas para comercialização e consumo *in natura*.

Para os valores obtidos nas estimativas de Índice Tecnológico, tanto o tipo de solo onde é produzida, como a época de avaliação influenciaram a qualidade dos frutos de acerola que foram colhidos (Tabela 3). Foi verificado que os frutos colhidos em solo de Terra Preta apresentaram valor maior de Índice Tecnológico 21,1 % maiores que os colhidos em Latossolo ($p < 0,01$). Considerando-se as épocas de análise, os maiores valores de

Tabela 3. Índice Tecnológico e relação °Brix/acidez da polpa de acerola (*Malpighia emarginata*), cultivada em dois tipos de solos de terra firme, na Localidade da Costa do Laranjal, em Manacapuru, AM.¹

Tratamentos	°Brix/Acidez	Índice tecnológico
Tipos de solos		
Latossolo	5,27 a	2,84 b
Terra Preta	4,94 a	3,60 a
Coef. Var. (%)	43,89	18,36
Teste F	ns	**
Épocas de avaliação		
Época 1	5,26 a	3,84 a
Época 2	3,92 b	3,07 b
Época 3	6,14 a	2,75 b
Coef. Var. (%)	25,46	16,06
Teste F	**	**

¹Médias seguidas das mesmas letras nas colunas para dados de solos ou épocas não diferem significativamente entre si a 1 % de probabilidade ($p < 0,01$) pelo teste de Tukey; ns - não significativo; Épocas: (1) outubro, (2) dezembro e (3) maio.

Índice de Tecnológico foram determinados na primeira avaliação de outubro de 2006, que superou significativamente as médias verificadas nos meses subsequentes de dezembro e maio. O Índice Tecnológico é um indicador de qualidade que associa o rendimento em suco à porcentagem de °Brix, o que é um forte indicativo de rendimento de produto final na indústria. Assim, quanto maior o Índice Tecnológico, melhor é a qualidade do fruto para processamento industrial (Chitarra e Chitarra, 1990).

CONCLUSÕES

A fruticultura praticada em solos de terra firme na Amazônia Central tem na acerola (*Malpighia emarginata*) é uma boa opção de cultivo em Latossolo e em

Terra Preta, onde ciclos sucessivos de floreação e frutificação foram identificados com produção superior a 13,4 t ha⁻¹.

As plantas de acerola crescendo em Latossolo e Terra Preta, não se diferenciaram em altura, diâmetro de copa, peso, acidez e pH da polpa dos frutos. Mas, os valores de Índice Tecnológico nos frutos colhidos em terra preta tiveram maior produtividade e potencial para processamento industrial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, R.E. 1996. Características das frutas para exportação. In: Netto, A.G. et al. (Eds.) *Acerola para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita*. MAARA/SDR - Brasília: EMBRAPA - SPI, 1996, 30p. (EMBRAPA - SP, Publicações Técnicas FrupeX, 21).
- Araújo, P.S.R. de; MINAMI, K. 1994 *Acerola*. Campinas: Fundação Cargill. 81p.
- Carvalho, J.T. de; Guerra, N.B. 1995 Efeitos de diferentes tratamentos técnicos sobre as características do suco de acerola. In: São José, A.R.; Alves, R.E. *Vitória da Conquista - BA*, p.96-101.
- Chitarra, M.I.F.; Chitarra, A.B. 1990. Pós-colheita de frutos e hortaliças - Fisiologia e Manuseio. ESAL, Lavras, 320 p.
- Couceiro, E.M. 1985. Curso de extensão sobre a cultura da acerola. Recife: UFRPE. 45p
- Donadio, L.C. 1992. *Fruticultura tropical*. FUNEP. Jaboticabal, 268 p.
- Donadio, L.C.; Nachtigal, J.C.; Sacramento, C.K. 1998. *Frutas exóticas*. Funep, Fcav/Unesp, Jaboticabal, São Paulo. 279 p.
- Donadio, L.C. 1994. *Novas Variedades Brasileiras de Frutas*. Sociedade Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal, SP. 205 p.

- Falcão, N.P.; Carvalho, E.J.M.; Comerford, N. 2001. Avaliação da fertilidade de solos antropogênicos da Amazônia Central. In: Congresso da sociedade de Arqueologia Brasileira, XI. Grupo de trabalho: Terras Pretas Arqueológicas na Amazônia: estudo da arte. Rio de Janeiro.
- Falesi, I.C. 1972. O Estado atual dos conhecimentos sobre solos da Amazônia Brasileira (Parte I: Zoneamento Agrícola da Amazônia), IPEAM Bol. Tec. 54: 17-67.
- Felipe, S.L. 1997 Avaliação nutricional da vitamina C e imunológica de pacientes infectados pelo vírus HIV após suplementação com acerola. UFPB: João Pessoa. 136p. Dissertação Mestrado.
- Gorgatti Netto, A; Ardito, E.F.G.; Garcia, E.E.C.; Bleinroth, E.W.; Freire, F.C.O.; Menezes, J.B.; Bordin, M.R.; Braga Sobrinho, R.; Alves, R.E. 1996. Acerola para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: EMBRAPA-SPI. 30p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 21).
- Mendel, K.L. 1956. Rootstock scion relationships in shamanic trees on light soil. Katavim, v. 6, p. 35-60.
- Simão, S. 1971. Cereja das Antilhas. Manual de fruticultura. São Paulo, Agronômica Ceres. p.477-85.
- Tressler, D.K.; Joslyn, M.A. 1961. Fruits and vegetables juice; processing technology. Wesport: The Avi. Publ. p.1028.
- Viégas, F.C.P. 1991. A industrialização dos produtos cítricos. In: Rodriguez, O. et al. ed. Citricultura brasileira. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill. p. 898-922.

PRESENÇA DE “DECLÍNIO” EM LARANJEIRAS-DOCES ENXERTADAS NOS PORTA-ENXERTOS LIMOEIROS ‘CRAVO’ E ‘VOLKAMERIANO’ EM MANAUS

Jorge Hugo IRIARTE MARTEL¹, Luiz Alberto Guimarães de ASSIS² e Charles Roland CLEMENT¹

¹ Coordenação de Tecnologia e Inovação, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Cotei-Inpa, Av. André Araújo, 2936, 69067-375, Petrópolis, Manaus, AM. e-mail: cclement@inpa.gov.br;

² Coordenação Sociedade Ambiente e Saúde, COSAS/INPA, e-mail: luizlab1@inpa.gov.br;

**in memorium*

Palavras-chave: Citricultura, fitopatologia, penetração de água no caule, resistência varietal.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de citros e o maior exportador de suco de laranja concentrado do mundo. No Estado do Amazonas, a área ocupada com a atividade da citricultura é estimada em 3.000 ha, entretanto, dados de IDAM (2007) consideram que esta área corresponda somente ao plantio com laranja. Sabe-se que na região da Amazônia Central, 89 % da área cultivada com laranja é constituída pela variedade “Pera-Rio”, e, no preparo das mudas para o plantio, o principal porta-enxerto utilizado por 78 % dos citricultores regionais é o limão “Cravo” (EMATER-SEPROR, 1997).

Em contraponto ao cultivo de subsistência, a atividade da citricultura é altamente rentável e tem tendência regional de crescimento, e pode ter importância na geração de renda e capitalização dos agricultores. Entretanto, no Amazonas tem sido verificado que os pomares de laranja possuem uma base genética restrita, o que fragiliza o potencial de cultivo da espécie, reduzindo sua resiliência, com conseqüente incremento da incidência de pragas e doenças. Esta maior vulnerabilidade compromete a manutenção da produtividade dos laranjais, contribuindo para o seu declínio. Em termos comparativos, a produtividade das laranjeiras no Estado de São Paulo é de 22 t ha⁻¹, no Pará é 16 t ha⁻¹ e no Amazonas é de apenas 6 t ha⁻¹, e esta baixa capacidade de produção pode estar relacionada com o germoplasma cultivado assim como aos problemas fitossanitários como o “declínio”.

O “declínio” em citros, é uma doença de causa desconhecida, foi descoberta na década de 70 (Beretta et al., 1986), e que se está espalhando por quase todas as áreas citrícolas do mundo (EPPO/CABI, 1996). Em alguns países com grande área ocupada pelo cultivo de laranjas, como nos Estados Unidos, esta doença tem ocasionado a erradicação de 500 mil plantas por ano (EPPO/CABI, 1996), causando perdas anuais de U\$ 60 milhões (Futch et al, 2005). No Brasil, há registros de que somente no Estado de São Paulo mais de 10 milhões de plantas tornaram-se improdutivas pelo mesmo mal (Baldassari et al. 2003).

A sintomatologia associada ao diagnóstico de “declínio” é frequentemente associada a alteração do desenvolvimento normal das plantas, seguido da perda gradativa e acentuada das folhas, e da produção excessiva de brotações nos caules e nas pernadas. Com a progressão dos sintomas há o secamento gradativo dos galhos e outras anormalidades fenológicas, como floradas inesperadas e fora de época. Paralelamente, sintomas indiretos se manifestam, como a deficiência de nutrientes, principalmente de zinco, nas folhas das laranjeiras, ao mesmo tempo em que a concentração deste elemento aumenta no tronco das árvores, especialmente em locais acima da região do enxerto.

Considerando-se outros aspectos nutricionais, a ocorrência de Declínio tem sido associada a solos com teores limitantes de fósforo e potássio, baixos teores de cloro e enxofre, mais com disponibilidade elevada de cálcio e magnésio (Baldassari et al., 2003). Com relação a morfo-anatomia da planta, outro sintoma constatado de Declínio é a obstrução de

vasos do xilema, que reduzem ou limitam o transporte e distribuição de água para o tronco, ramos e raízes (Cohen, 1974; Young, 1980). O colapso provocado pela soma dos sintomas faz com que as plantas atacadas tenham baixa produção de frutos (Baldassari et al., 2003), afetando a produção e produtividade das laranjeiras em suas áreas de cultivo.

Há evidências de que a perda de variabilidade genética dos citros tenham relação direta com a incidência de “declínio”. Sabe-se que as combinações de laranjas-doces enxertadas nos limoeiros “Cravo”, “Rugoso”, “Volkameriano” e “Trifoliata” e nos citranges (híbridos de laranja doce com a trifoliada) “Morton” e “Troyer”, são susceptíveis ao “declínio”. Por outro lado, os porta enxertos de tangerinas “Sunki” e “Cleópatra” e de laranja “Caipira” têm sido considerados como resistentes e/ou tolerantes (Baldassari et al., 2003).

As variedades de laranjas mais atacadas pelo “declínio” em São Paulo têm sido a “Valência”, “Pera”, “Natal”, “Hamlin” e “Baianinha” (Costa et al., 1998). Há necessidade de pesquisa e diagnóstico no Estado do Amazonas, onde desconhece-se o prejuízo causado pela manifestação desta doença. Portanto, este trabalho objetivou avaliar preventivamente o ataque de “declínio” laranjeiras-doces enxertadas nos limoeiros “Cravo” e “Volkameriano”.

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Os trabalhos de campo foram realizados em plantios de laranjeiras-doces, com 14 anos de cultivo em solo de terra firme

da Estação Experimental de Fruticultura Tropical do INPA, localizada no Km 41 da rodovia BR 174, no município de Manaus, AM. As coordenadas geográficas do local são: 02° 37' S e 60° 02' W. Gr., com altitude de 79,8 m. As observações foram realizadas em dezembro, começo do período chuvoso na região da Amazônia Central. O clima da região é classificado como 'Afi' (Tropical quente e úmido) no esquema de Köppen, com precipitação média anual de 2.478 mm, e uma estação seca distribuída entre os meses de junho/julho e setembro/outubro, quando há um déficit hídrico (Ribeiro, 1976).

Foram analisadas 18 variedades de laranjeiras doces (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck, Rutaceae), com histórico de enxertia conhecido, correspondente aos porta-enxertos dos limoeiros "Cravo" (*Citrus limonia* Osbeck) e "Volkameriano" (*Citrus volkameriana* Pask). As variedades de laranja-doce foram: "Baianinha", "Seleta Itaborai", "Natal", "Valência", "Bahia cabula", "Pera", "Seleta branca", "Lue Gim Gong", "São Miguel", "Mortela", "Hamlin", "Diva", "Rubi", "Westin", "Mangaratiba", "Sanguinea de Mombuca", "Tardia" e "Perão".

O espaçamento utilizado foi de 3 x 5 m, e os tratamentos culturais e adubações foram aplicados simultaneamente na área plantada. O solo do local de plantio foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, álico, textura argilosa, com relevo ondulado curto e drenagem boa a moderada (Ranzani, 1980). Analisado quimicamente, o solo apresentou pH de 4,3; 7,0 ppm de fósforo; 1,9 ppm de potássio; 1,5 ppm de cálcio; 1,4 mmol/dm³ de magnésio; 9,0 mmol/dm³ de alumínio; CTC

efetiva de 13,8; e Soma de Bases (SB) de 4,8 (Iriarte Martel & Falcão, 1997).

MÉTODO PARA A DIAGNOSE DE "DECLÍNIO"

Para avaliação da ocorrência de "declínio" no laranjal selecionado, aplicouse a metodologia proposta por Lee *et al.* (1984), que consiste no registro da capacidade de absorção de água no caule por pressão, pelo teste de injeção com seringa hipodérmica. Para tanto, inicialmente foi aberto um orifício no tronco das árvores matrizes, com dimensões de 3 mm de diâmetro e 30 mm de profundidade, em um ponto acima da região da enxertia, usando uma furadeira a bateria, com broca de 1/8 de polegada de diâmetro. Em seguida, com uma seringa plástica de 30 mL, sem agulha, foram colocados 10 mL de água, introduzindo-se a ponta da seringa no orifício. Um anel de borracha foi colocado na ponta da seringa, servindo como vedação com o propósito de não deixar espaços livres entre o tronco e a seringa. Foi aplicada uma pressão constante à seringa, de aproximadamente 7,5 kg cm² (Beretta *et al.*, 1986). O tempo gasto no processo de injeção da água no tronco foi cronometrado. De acordo com Beretta *et al.* (1986) e Brlanski *et al.* (2004), as plantas cítricas são consideradas sadias quando absorvem 10 mL de água em até 30 segundos (= 0,33 mL/s).

Em um ponto próximo e acima do local das perfurações foram retiradas amostras da casca das árvores, com 7 cm de comprimento e 5 cm de largura. Nas mesmas árvores matrizes foram também amostradas folhas, considerando-se os

diferentes quadrantes, estabelecendo-se como ponto da coleta uma mesma altura da copa das laranjeiras. As amostras de cascas e folhas foram preparadas para determinações dos teores de P, K, Ca, Mg e Zn. As determinações químicas foram realizadas no Laboratório Temático de Solos e Plantas do INPA, em Manaus, seguindo a metodologia descrita pela Embrapa (1999). Os resultados destas determinações foram comparados com valores classificados como adequados para os citros descritos por De Negri (1991), Malavolta *et al.* (1974) e Malavolta *et al.* (1989), conforme assim discriminados: 0,12-0,16 g kg⁻¹ x 10⁻¹ fósforo, 1,2-1,7 g kg⁻¹ x 10⁻¹ potássio, 3,0-4,9 g kg⁻¹ x 10⁻¹ cálcio, 0,3-0,5 g kg⁻¹ x 10⁻¹ magnésio e 1,31 ppm zinco.

Para análise dos dados obedeceu-se a um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 18 (dois porta-enxertos e 18 variedades de laranja), com três repetições. As médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). (Banzatto & Kronka, 1989).

DIAGNÓSTICO DO DECLÍNIO

O registro da capacidade de absorção de água no caule das laranjeiras por pressão, pelo teste de injeção com seringa hipodérmica, identificou diferenças significativas entre porta-enxertos o que indiretamente podem ser associados à sintomatologia de “declínio”. Foi verificado que no porta-enxerto limão “Cravo”, a velocidade de infiltração de água no caule foi de 0,04 mL segundo⁻¹, o que é uma média inferior aos 0,06 mL segundo⁻¹ citado por Beretta *et al.* (1986) para este porta-enxerto. As evidências,

portanto, são as de que o limão “Cravo” é possivelmente susceptível ao mal de Declínio na região de Manaus. Por outro lado, a avaliação efetuada no porta-enxerto de limão “Volkameriano” estimou a velocidade média de infiltração de 0,03 mL segundo⁻¹, um valor que difere muito dos 0,35 mL s⁻¹ citado por Beretta *et al.* (1986) para este porta-enxerto. Estes valores contrastantes sugerem que as árvores formadas com o porta-enxerto “Volkameriano” também são susceptíveis ao “declínio” nesta região, contrariando as informações de tolerância citadas por Costa *et al.* (1998).

A Figura 1 apresenta as determinações efetuadas para o tempo de infiltração nas 18 diferentes variedades de laranja-doce aqui avaliadas, após 14 anos do cultivo em solo Latossolo Amarelo da Amazônia Central. Como pode ser observado, as estimativas efetuadas diferiram entre as variedades quanto ao grau de obstruções vasculares, e algumas delas permitiram maiores infiltrações de água nos caules. As variedades consideradas de menor susceptibilidade ao “declínio”, com base na metodologia de absorção de água no caule foram: “Diva”, “Seleta Branca”, “Baianinha”, “Natal” e “Seleta Itaboraí”. As que absorveram menos água foram “Valencia”, “Pera”, “São Miguel”, “Tardia” e “Rubi”. As variedades não mencionadas foram consideradas de comportamento intermediário.

No plantio de laranjeiras-doce, as determinações efetuadas para os teores de nutrientes presentes na casca e nas folhas das árvores matrizes pesquisadas estão apresentadas na Tabela 1. Verificou-se que, com base nas estimati-

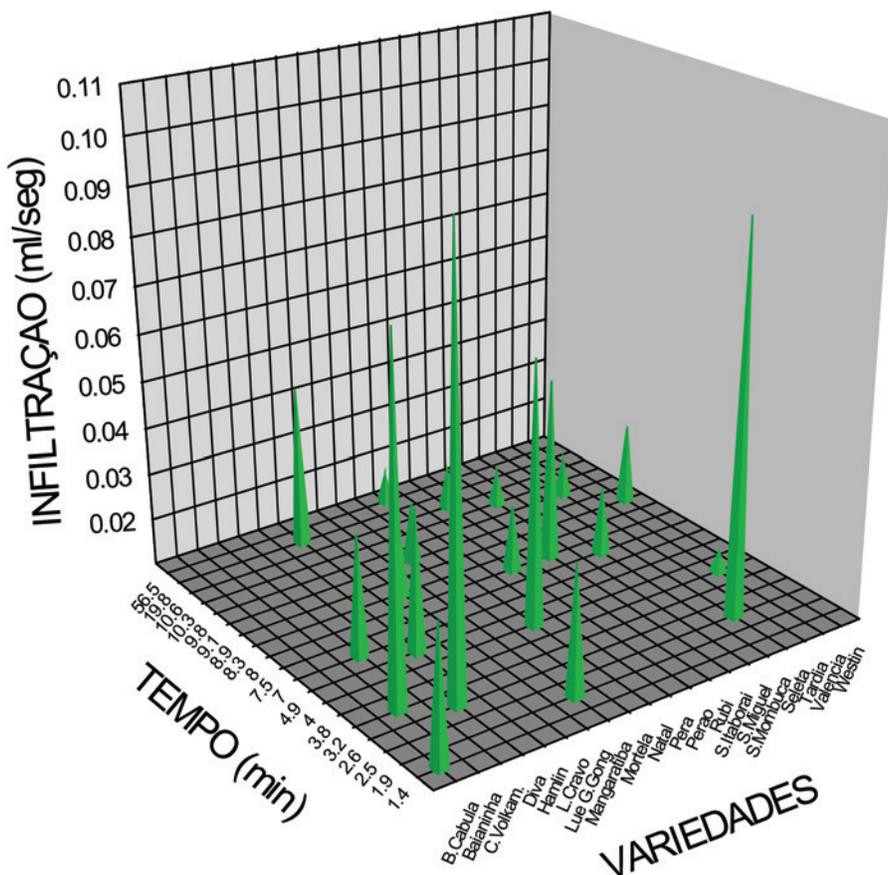


Figura 1. Determinações da velocidade e tempo de infiltração de água no caule de laranjeiras-doces pelo teste de injeção por pressão com seringa hipodérmica, em plantios com 14 anos de idade em solo Latossolo Amarelo da região de Manaus, AM.

vas dos teores adequados de nutrientes para citros recomendados por De Negri (1991), Malavolta *et al.* (1974) e Malavolta *et al.* (1989), todas as variedades tiveram níveis deficientes de P e K, predispondo-as para o ataque de “declínio”, de acordo com Baldassari *et al.* (2003). As baixas concentrações de fósforo e potássio nas folhas e cascas das laranjeiras é possivelmente associada a baixa fertilidade natural da classe de solos onde o cultivo é realizado, e é manifestada em

uma cultura reconhecida como muito exigente em nutrientes.

Foi também constatado que os níveis de Ca e Mg nas variedades oscilaram entre baixos e altos, mostrando o grande desequilíbrio nutricional causado pelo Declínio (Baldassari *et al.*, 2003). A deficiência de Zn nas folhas em contraste com as altas concentrações deste nutriente no tronco reforça a tese de que as variedades acima citadas foram afetadas

pelo Declínio (Baldassari *et al.*, 2003). Adubações irregulares e tratos culturais inadequados durante grande parte do tempo (Clement, 1996; Clement *et al.*, 1997) provavelmente tenham contribuído para agravar os problemas de Declínio nestas variedades cítricas.

Dentre os resultados mais destacáveis foi observado que as laranjeiras enxertadas no limão “Cravo” concentraram duas vezes mais Zn na casca e, como já mencionado, a distribuição deste nutriente nas laranjeiras-doces tem sido relacionada com a sintomatologia de Declínio. As evidências sugerem uma relação da espécie de limão “Cravo” com a susceptibilidade ao “declínio”, concordando com Beretta *et al.* (1986a), Beretta *et al.* (1986b) e Costa *et al.* (1998). Resultados similares foram também constatados por Baldassari *et al.* (2003), para o limão “Volkameriano”, embora com menor diferença entre as concentrações médias de Zn nas cascas e nas folhas (Tabela 2).

Por outro lado, as concentrações de cálcio foram mais estáveis nas cascas e folhas das laranjeiras-doces do que as de magnésio, o que é possivelmente associado ao papel do cálcio no desenvolvimento vegetal, especialmente como nutriente construtivo de paredes celulares. Entretanto, ambos são elementos comumente encontrados naturalmente em concentrações baixas ou de deficiência na classe de solos Latossolo Amarelo da Amazônia Central, que são definidos comumente como ácidos e distróficos.

Considerando-se o Zn como um elemento indicador da sintomatologia de Declínio, foi verificado que as variedades

de laranjeira-doce “Seleta Itaboraí”, “Lue Gim Gong”, “Natal” e “Mortela” concentraram conteúdos muito mais elevados de Zn nas cascas do que nas folhas. Especificamente para a variedade “Mortela” verificou-se uma concentração de Zn 10 vezes mais elevada nas cascas do que nas folhas, evidenciando a susceptibilidade ao “declínio” desta e das outras variedades mencionadas, de acordo com Costa *et al.* (1998).

As evidências obtidas nesta pesquisa sugerem que as laranjeiras produzidas a partir de porta-enxertos da espécie de limão “Cravo” apresentaram uma maior susceptibilidade ao “declínio”, concordando com Beretta *et al.* (1986a,b) e Costa *et al.* (1998). Alguns resultados similares foram também constatados por Baldassari *et al.* (2003) para o limão “Volkameriano”, embora proporcionalmente tenham sido verificadas menores diferenças entre as concentrações médias de Zn nas cascas e nas folhas das matrizes cujo porta-enxerto foram procedentes desta espécie (Tabela 1).

CONCLUSÕES

Foi evidenciada a susceptibilidade ao “declínio” das variedades de laranjeiras enxertadas nos limoeiros “Cravo” e “Volkameriano” na região de Manaus.

As variedades de laranjas-doces: “Valencia”, “Pera”, “São Miguel”, “Tardia”, “Rubi”, “Seleta Itaboraí”, “Natal”, “Lue Gim Gong” e “Mortela”, seriam as mais afetadas por apresentarem maior resistência à penetração de água no caule e acumular maiores concentrações de Zn nas cascas do que nas folhas.

Tabela 1. Velocidade de infiltração de água no caule e concentração de nutrientes presentes nas cascas e folhas de 18 variedades de laranjeiras em dois porta-enxertos, após 14 anos de cultivo em solo Latossolo Amarelo, Manaus, (Velocidade de infiltração que indica resistência ao “declínio” = 0,33 mL s⁻¹)

Variedades	Variáveis		P (%)		K (%)		Ca (%)		Mg (%)		Zn (ppm)	
	Veloc. mL s ⁻¹		Cascas	Folhas	Cascas	Folhas	Cascas	Folhas	Cascas	Folhas	Cascas	Folhas
	Cascas	Folhas	Cascas	Folhas	Cascas	Folhas	Cascas	Folhas	Cascas	Folhas	Cascas	Folhas
L. Cravo	0,04 a*	0,13 a	0,040 a	0,13 a	0,25 a	0,78 a	2,59 a	1,44 a	0,19 b	0,48 a	18,7 b	9,0 b
L.Volkameriano	0,04 a	0,13 b	0,030 a	0,13 b	0,16 b	0,71 a	2,82 a	1,39 a	0,23 a	0,43 b	26,4 a	17,9 a
D.M.S.	0,01	0,03	0,010	0,03	0,048	0,17	0,32	0,22	0,02	0,04	4,3	1,4
Baianinha	0,08 abc	0,14 ab	0,057 abc	0,14 ab	0,41 a	1,25 a	3,0 ab	1,53 abc	0,25 abcd	0,40 cd	15,4 bcd	12,4 bcd
Sellitaborai	0,05 bcd	0,12 ab	0,067 cd	0,12 ab	0,24 abc	0,65 ab	2,99 ab	1,34 abc	0,25 abcd	0,46 abcd	55,0 a	24,0 a
Natal	0,07abcd	0,14 ab	0,047 cd	0,14 ab	0,23 abc	0,60 ab	3,15 ab	1,26 abc	0,22 abc	0,51 abc	38,0 ab	19,0 ab
Valência	0,01 d	0,08 b	0,020 cd	0,08 b	0,13 bc	0,47 ab	1,63 b	0,82 c	0,15 cdef	0,28 d	18,0 bcd	11,8 bcd
Bahia Cabula	0,04 bcd	0,10 b	0,022 b	0,10 b	0,17 abc	0,70 ab	1,67 b	0,72 d	0,14 ef	0,28 d	16,0 bcd	10,0 de
Pêra	0,02 d	0,15 ab	0,038 d	0,15 ab	0,15 abc	0,62 ab	3,13 ab	2,10 ab	0,22 abcdef	0,57 abc	18,5 bcd	16,4 abcd
Seleta Branca	0,09 ab	0,28 a	0,043 ab	0,28 a	0,29 abc	1,35 a	3,22 ab	1,35 abc	0,23 abcde	0,46 abcd	23,2 bcd	14,8 bcd
Lue G. Gong	0,03 d	0,13 ab	0,043 ab	0,13 ab	0,16 abc	0,66 ab	3,62 a	1,84 abc	0,23 abcde	0,62 ab	32,8abcde	13,4 bcd
São Miguel	0,02 d	0,08 b	0,032 c	0,08 b	0,17 abc	0,51 ab	1,89 ab	0,81 c	0,26 ab	0,28 d	16,8 bcd	13,0 bcd
Mortela	0,02 d	0,13 ab	0,055 cd	0,13 ab	0,18 abc	0,60 ab	3,00 ab	1,82 abc	0,25 ab	0,54 abc	32,7 abc	3,5 e
Hamlin	0,04 bcd	0,15 ab	0,058 bc	0,15 ab	0,34 abc	1,31 a	3,24 ab	1,38 abc	0,29 a	0,47 abcd	2,8 bcd	11,2 bcde
Diva	0,10 a	0,16 ab	0,048 b	0,16 ab	0,37 ab	0,96 ab	3,18 ab	1,45 abc	0,20 abcdef	0,50 abc	12,4 cd	10,7 cde
Rubi	0,02 d	0,15 ab	0,050 b	0,15 ab	0,21 abc	1,18 ab	3,62 a	2,22 a	0,21 abcdef	0,63 ab	16,4 bcd	13,2 bcd
Westin	0,03 d	0,16 ab	0,042 b	0,16 ab	0,19 abc	0,82 ab	2,92 ab	1,90 abc	0,24 abcde	0,64 a	29,5 bcd	18,0 abc
Mangaratiba	0,04 bcd	0,09 b	0,017 d	0,09 b	0,14 bc	0,50 ab	1,70 b	1,02 bc	0,12 f	0,29 d	7,0 d	9,5 de
Sang.Mombuca	0,02 d	0,05 b	0,013 b	0,05 b	0,09 c	0,26 b	1,96 ab	1,21 abc	0,18 bcdef	0,42 cd	20,7 bcd	13,0 bcd
Tardlia	0,02 d	0,12 ab	0,035 b	0,12 ab	0,16 abc	0,66 ab	2,70 ab	1,74 abc	0,15 def	0,43 bcd	16,7 bcd	15,5 bcd
Perão	0,02 d	0,06 b	0,017 c	0,06 b	0,09 c	0,27 b	2,15 ab	1,02 bc	0,18 bcdf	0,38 cd	13,0 cd	12,5 bcd
D.M.S.	0,05	0,18	0,05	0,18	0,26	0,94	1,77	0,19	0,20	0,10	23,7	7,9

*Valores seguidos das mesmas letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05). D.M.S. = Diferença Mínima Significativa.

AGRADECIMENTOS

Aos técnicos do INPA, José Edivaldo Chaves e João Bosco Duarte Cintrão, pela colaboração nas análises de laboratório e coleta dos dados de campo, e à Doutora Rosalee Coelho Netto pela leitura crítica do manuscrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anuário Estatístico do Amazonas
2004. Agricultura, Secretaria de
Produção Rural do Amazonas,
Manaus, v.18, p.292-92, 2005.
- Baldassari, R.B.; Góes, A. de; Tannuri, F.
Declínio dos citros: algo a ver com a
produção de mudas cítricas? *Revista
Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal,
v.25, n.2, p.357-360, 2003.
- Banzatto, D.A.; Kronka, S. do N.
Experimentação Agrícola. Funep/FCA/
Unesp, Jaboticabal. 247 p. 1989.
- Beretta, M.J.G.; Rossetti, V.; Teófilo Sobrinho,
J.; Pompeu Júnior, J.; Fogaça, M.; Jacon,
J.R. Incidência de declínio de plantas
cítricas em diversos porta-enxertos. VIII
Congresso Brasileiro de Fruticultura,
Brasília, *Anais...*, v.1, p. 237-241, 1986.
- Beretta, M.J.G.; Pompeu Júnior, J.; Teófilo
Sobrinho, J.; Rossetti, V.; Fogaça, M.; Le
Febre, A.F.V.; Jacon, J.R. Avaliação de
declínio de plantas cítricas em clones de
limões “Cravo” e “Volkameriano”. VIII
Congresso Brasileiro de Fruticultura,
Brasília, *Anais*, v.1, p.243-247, 1986.
- Brlanski, R.H.; Derrick, K.S.; Robert,
P.D.; Timmer, L.W. Florida *Citrus* Pest
Management Guide: Blight. University
of Florida, Gainesville. 2 p, 2004.
- Cohen, M. Diagnosis of tree decline, blight
and sand hill of citrus by measurements
of water uptake using gravity injection.
Plant Disease Rep., v.58, p.801-805, 1974.
- Clement, C.R. Erosão genética nas
coleções de germoplasma da Amazônia
Brasileira: causas, consequências,
opções. 8º Encontro de pesquisadores da
Amazônia. Anais, Porto Velho-RO, 1996.
- Clement, C.R.; Alfaia, S.S.; Iriarte Martel,
J.H.; Yuyama, K.; Moreira Gomes,
J.B.; van Leeuwen, J.; Souza, L.A.G.;
Chaves Flores, W.B. Fruteiras nativas
e exóticas. In: Duas Décadas de
Contribuições do INPA à pesquisa
agronômica do Trópico Úmido. (Eds.)
Noda, H.; Souza, L.A.G.; Fonseca,
O.J.M. INPA, Manaus, p. 111-129, 1997.
- Costa, A.S.; Müller, G.W.; Guirado, N.
Contribuições do Instituto Agrônomo
de Campinas – IAC nas áreas das viroses
e moléstias semelhantes dos citros.
MCT/Secav, Brasília, 75 p. 1998.
- De Negri, J.D. Nutrição e Adubação
dos Citros. Boletim Técnico CATI.
Campinas, n.198, 25p. 1991.
- EPPO/CABI. Citrus blight disease. In:
Smith, I.M.; McNamara, D.G.; Scott,
P.R.; Holderness, M. (Ed.). CAB
International. Wallingford, UK. 6 p. 1996.
- EMATER/SEPROR (AM) Citricultura
no Estado do Amazonas. Estudos
Sumários. Manaus, 20 p. 1997.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de
Pesquisas Agropecuárias. Manual de
Análises Químicas de solos, plantas
e fertilizantes. Brasília. 370p. 1999.
- Futch, S.H.; Derrick, K.S.; Brlanski,
R.H. Field identification of citrus
Blight. Horticultural Sciences
Department, University of Florida,
Gainesville. 4 p, 2005.
- Iriarte Martel, J.H.; Falcão, N.P. de S.
Concentrações de K⁺, Ca⁺⁺ e Mg⁺⁺
nas folhas de treze variedades de
laranjeiras (*Citrus sinensis* L. Osbeck)
sob a influência de diferente porta-
enxertos na região de Manaus-AM. XXVI
Congresso Brasileiro de Ciência do Solo.
Resumos. Rio de Janeiro. p.187. 1997.

- IDAM-Instituto de Desenvolvimento Agropecuário do Estado do Amazonas. Relatório de acompanhamento trimestral: Laranja. Manaus-AM. 2007.
- Lee, R.F.; Marais, L.J.; Timmer, L.W. Graham, J. H. Syringe injection of water into the trunk: a rapid diagnostic test for citrus Blight. *Plant Disease*, Saint Paul, v.68, n.6, p. 511-513. 1984.
- Malavolta, E.; Haag, H.P.; Mello, F.A.F.; Brasil, M.O. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. Pioneira Editora, São Paulo, 1974, 816 p.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C. Oliveira, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas. Princípios e aplicações. POTAFOS, Piracicaba, 1989, 201p.
- Ranzani, G. Identificação e caracterização de alguns solos da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. *Acta Amazonica*, Manaus, v.10, n.11, p.7-41, 1980.
- Ribeiro, M.N.G. Aspectos climatológicos de Manaus. *Acta Amazonica*, v.6, n.2, p.229-233, 1976.
- Young, R.H. Water movement in limbs, trunk and roots of healthy and blight-affected 'Valencia' orange tree. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, v.92, p.64-67, 1980.

EFEITO DA ÉPOCA DE COLHEITA E DO TIPO DE SOLO NA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DE LARANJA E LIMÃO NA AMAZÔNIA CENTRAL

Jorge Hugo IRIARTE MARTEL¹, Mozar Alves GONDIM NETTO²
e Newton Paulo de Souza FALCÃO¹

¹ Coordenação de Tecnologia e Inovação, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - COTI/INPA, Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis, Manaus, AM. Caixa Postal 2223, CEP: 69080-971, e-mail: nfalcao@inpa.gov.br;

² Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Acre - IFAC, Rio Branco, AC.

*in memorium

Palavras-chave: Fruticultura Tropical, Fitotecnia, Citricultura, Terra Preta de Índio.

INTRODUÇÃO

A citricultura brasileira é parte de uma das mais eficientes cadeias de produção do agronegócio, destacando-se pela sua importância econômica (Avilés, 2009). Sua área cultivada é ± 833 mil ha, com rendimento médio anual de frutos de ± 22 t ha⁻¹, tornando-a a maior produtora mundial de suco cítrico concentrado, comercializando quase 100 % deste suco, o que corresponde a 80 % da produção mundial (Azevedo, 2003). A exportação de suco cítrico, e seus derivados tem gerado receitas de \pm US\$ 1,5 bilhões ano⁻¹.

Na região norte do Brasil, predomina a laranja da variedade “Pera Rio” (*Citrus sinensis* (L.) Osb.) com ± 16.700 ha, seguido da tangerina 745 ha e da lima ácida 1.174 ha. Especificamente, no Amazonas, estima-se haver ± 4000 ha de cítricos, dos quais 85 % são de laranja, 13 % são de limões e 3 % são de tangerinas, pomelos e outros cítricos. A maior produção do Estado está no município de Manaus, mas também em nos municípios de Iranduba, Manacapuru, Itacoatiara e Rio Preto da Eva (Anuário Estatístico, 2010; Coelho & Nascimento, 2004).

Existe uma variedade de solos na Amazônia, a maioria são ácidos, pobres de nutrientes e com elevados teores de alumínio. Porém, existem áreas onde a terra é fértil não precisando de adubações, estas são conhecidas como terra preta de índio. Neste Estado, plantios de laranja “Pera Rio” e limão “Tahiti” estão plantados em diferentes tipos de solos e avaliar o efeito destes solos sobre a produtividade poderia ajudar a orientar melhor os próximos plantios na região Amazônica.

As árvores de lima-ácida Tahiti tem porte médio de até 4 m de altura, tronco reto e a copa é densa e arredondada. A floração ocorre durante quase todo o ano, principalmente nos meses de outubro e novembro. O limoeiro Tahiti é precoce, frutificando, em geral, já a partir do 2º ano. Aos 8 anos, a produtividade alcança 1200 frutos ou 96 kg/planta. Os frutos tem formato arredondado, com casca lisa ou ligeiramente rugosa e coloração verde. A polpa é esbranquiçada e succulenta. O fruto ideal apresenta um teor de suco em torno de 50 % do seu peso (Embrapa, 1999).

Na Amazônia, a produção de laranjas despertou interesse dos produtores pelo bom preço de comercialização no mercado e as condições edafo-climáticas favoráveis (Silva, & Garcia, 1999). Mas, a expansão da área de cultivo ainda é emergente no

setor primário. Um possível fator limitante é a estreita base genética das plantas atualmente cultivadas, com número limitado de variedades de copa e menor ainda de porta-enxertos, o que deixa a laranjeira vulnerável a pragas e doenças.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tipo de solo sobre a qualidade da produção destes dois cítricos na Amazônia Central.

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Foram estudadas duas propriedades agrícolas localizadas na margem esquerda do rio Solimões, com acesso pelo ramal do Laranjal, no km 59 da Rodovia AM 070, na Comunidade Nossa Senhora da Conceição, em Manacapuru, AM (Figura 1).



Figura 1. Localização do Município de Manacapuru, na área Metropolitana de Manaus, na Amazônia Central, Brasil.

Fonte: Webraska do Brasil, 2004.

A espécie estudada foi a laranja variedade “Pera Rio” (*Citrus sinensis* (L.) Osb.), enxertadas no limão “rugoso” (*Citrus macrophylla* Wester), em plantios com oito anos de cultivo, estabelecidos em Latossolo Amarelo Antrópico conhecidos popularmente como Terra Preta de Índio (TPI), assim como em Latossolo Amarelo Coeso Típico (LA) e em Terra Mulata (TM).

Também foi pesquisado o limoeiro “Tahiti” (*Citrus latifolia* Tan.), enxertado em limão “rugoso” (*Citrus jambhiri* Lush.), cultivado em Terra PretaTPI e TM em Manacapuru, e em limão “cravo” (*Citrus limonia* Osbeck) em Latossolo Amarelo no Ramal do Brasileirinho, em Manaus, AM. O espaçamento utilizado para o limão Tahiti foi de 5 x 5 m. Os plantios apresentavam boas condições fitossanitárias, e em TPI e TM recebiam irrigação em dias sem chuva, enquanto que no LA, não tinham irrigação.

Foram coletadas amostras compostas de solo, representativas da área cultivada com frutas cítricas, para determinações químicas. Os solos foram coletados na profundidade de 0-10 cm e as amostras foram encaminhadas para análise no Laboratório Temático de Solos e Plantas – LTSP do Inpa, em Manaus. As determinações analíticas foram obedeceram os protocolos descritos em Embrapa (1999).

A demarcação das parcelas foi feita ao acaso, em pomares com idades e desenvolvimento semelhantes com bom estado fitossanitário. A altura das laranjeiras foi medida com régua topográfica, do solo até a parte superior da copa. O diâmetro médio das copas foi determi-

nado pelas medidas feitas com trena, no sentido da linha de plantio é perpendicular a esta. Os troncos foram medidos com suta, registrando-se as medidas 2 cm acima e 2 cm abaixo do ponto de enxertia. A altura de enxertia foi definida como a medida tomada entre o solo e o ponto de enxertia. O volume (V) da copa foi calculado com a fórmula $V = 2 \pi r^2 h/3$: Onde: π = constante (3, 1416); r = raio e h = altura (Mendel, 1956).

A coleta dos frutos, de laranja e de limão Tahiti, foi efetuada na safra de 2005-2006, em três épocas distintas nos meses de setembro, novembro e abril. Para cada espécie, em cada amostragem, 20 frutos da mesma florada foram colhidos. Para a biometria dos frutos foram tomados o comprimento e largura com régua, e estes foram pesados. Depois, foram cortados transversalmente para determinações da espessura das cascas. Dos frutos cortados, extraiu-se o suco com espremedor do tipo industrial seguido de sua pesagem. A percentagem de suco foi calculada pela fórmula: Porcentagem do suco = massa do suco/massa dos frutos x 100.

Utilizando-se um refratômetro, foi colocada uma gota do suco no espelho do aparelho e em seguida foi feita a leitura direta em graus Brix, a 27° C. A acidez titulável foi determinada seguindo a metodologia recomendada por Tressler & Joslyn (1961) onde: a 10 g de suco foram adicionados 75 mL de água destilada. A amostra foi titulada com NaOH a 0,05%, padronizada, usando como indicador o azul de bromotimol a 0,1 %. Este resultado foi expresso em g de ácido cítrico/100 g de suco. As sementes dos frutos foram contadas. A cor do suco foi determinada através

da carta de Cores da Royal Horticultural Society. O pH dos frutos foi determinado em potenciômetro elétrico (MS TECNO-PON® – MPA210/ MPA210 P), registrando-se a leitura direta. O “descarte” dos frutos (polpa, cascas e sementes) foi pesado.

O Índice de Qualidade do suco foi estimado pela razão entre °Brix/acidez (Chitarra & Chitarra, (1990)). O suco concentrado foi qualificado pelo Índice Tecnológico (IT) foi calculado com a fórmula: $IT = B \times S/100$, onde: B = Sólidos Solúveis (Brix) e S = % de Suco. O índice de conformação de copa (ICC) foi avaliado pela razão entre a altura da planta e o seu diâmetro da copa.

O delineamento experimental adotado foi o de inteiramente casualizado, considerando-se o arranjo em parcelas subdivididas, com fator principal atribuído aos três de solos (Terra Preta de Índio, Terra Mulata e Latossolo Amarelo) e fatores secundários correspondentes às três épocas de avaliação (setembro, novembro e abril), com cinco repetições. Cada parcela foi constituída por seis árvores, 30 plantas por sistema. Os dados foram analisados pelo Programa Computacional Estat, e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade (Banzatto & Kronka, 1989).

AVALIAÇÃO DOS PLANTIOS DE LARANJA E LIMÃO

As áreas cultivadas com frutas cítricas nos municípios da região metropolitana de Manaus são comerciais. Nas áreas de cultivo estabelecidas em solo de Terra Preta (TP) tem uma destacada disponibilidade de nutrientes, pH com acidez leve e ausência de níveis tóxicos de Al^{3+} , como pode ser verificado na Tabela 1. Esses valores, determinados nos solos de TP as vezes ultrapassam os níveis adequados de nutrientes para a cultura da laranjeira, exceto para a disponibilidade de Mn, usando como base o trabalho de Malavolta et al., (2000).

Considerando-se a disponibilidade de nutrientes em Terra Mulata e Latossolo Amarelo, comparados aos valores de referência apresentados por Malavolta et al., (2000), observa-se que nas áreas de cultivo de laranja há solos com suficiência de Ca e K, baixa disponibilidade de Mg e P, e níveis excessivos de Al^{3+} em Latossolo Amarelo, num ambiente de acidez elevada. Em ambos, os teores de Fe são elevados e, especialmente na Terra Mulata os níveis de Mn estão bem acima da faixa de disponibilidade considerada adequada à laranja.

Tabela 1. Características químicas de três tipos de solos de terra firme, cultivados com frutas cítricas, na localidade da Costa do Laranjal, município de Manacapuru, AM.

Tipos de Solos	pH (H ₂ O)	Ca	Mg	K	Al	P	Fe	Mn
		cmol _c kg ⁻¹			mg kg ⁻¹			
Terra preta	6,09	10,75	2,06	0,19	0,03	541	14,7	5,77
Terra mulata	5,00	1,84	0,42	0,11	0,95	0,97	103,2	84,0
Latossolo amarelo	4,67	1,76	0,27	0,32	1,15	0,57	174	4,64
TA ¹	-	1,6-4,0	0,6-1,0	0,1-0,3	-	16-40	10-80	8,0-35

¹TA - Teores de nutrientes adequados para a cultura da laranjeira (Malavolta et al., 2000).

Na avaliação de suas características fitotécnicas, as árvores de laranja apresentaram uma maior adaptação aos solos de terra preta, embora para os três tipos de solos onde os plantios se estabelecem não tenham diferido significativamente no diâmetro e volume das copas (Tabela 2). De modo geral, a Terra Preta teve o maiores valores de altura da enxertia (12,3 cm), diâmetro do tronco (21,2 cm), altura da planta (4,6 m) e o índice de conformação de copa (1,0) que Terra Mulata, mas não diferiram entre si quanto à altura das plantas e o diâmetro do tronco.

Estes resultados indicam que a terra preta contribui com o melhor desenvolvimento das laranjeiras devido à maior quantidade e disponibilidade de nutrientes (Sombroek, 1966; Falesi, 1986).

No caso do limão Tahiti, se encontraram os maiores valores significativos em Terra Mulata para diâmetro de copa (8,7 m), altura de planta (5,5 m) e volume de copa (191 m³), conforme apresentado na Tabela 3. Isto demonstra que este solo é mais adequado para o cultivo do limão ‘Tahiti’.

Tabela 2. Medidas de desenvolvimento e índice de conformação de copa (ICC) em árvores de laranjeira (*Citrus sinensis*) cultivadas em três tipos de solo da terra firme em agrossistemas da localidade Costa do Laranjal, em Manacapuru, AM.¹

Tipos de Solo	Altura de enxertia	Diâmetro do tronco	Altura	Diâmetro de copa	Volume de copa (m ³)	ICC
	cm		m			
Terra preta	12,3 a	21,2 a	4,6 a	4,7 a	53,5 a	1,0 a
Terra mulata	8,6 b	18,8 ab	4,0 ab	4,6 a	46,2 a	0,9 b
Latossolo amarelo	7,6 b	16,8 b	3,6 b	3,5 a	30,3 a	0,9 b
Teste F	**	*	**	n.s.	n.s.	**

¹ Valores seguidos pela mesma letra minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05), n.s.: não significativos F: limites unilaterais a 1 % e 5 % de probabilidade.

Tabela 3. Medidas de desenvolvimento e índice de conformação de copa (ICC) em árvores de limão Tahiti (*Citrus latifolia*) cultivadas em três tipos de solo da terra firme em agrossistemas da localidade Costa do Laranjal, em Manacapuru, e do Ramal do Brasileiro, em Manaus, AM.¹

Tipos de Solo	Altura de enxertia	Diâmetro do tronco	Altura	Diâmetro de copa	Volume de copa (m ³)	ICC
	cm		m			
Terra preta	12 a	22 ab	4,2 b	7,9 b	121,09 b	0,544 b
Terra mulata	18 a	26 a	5,5 a	8,7 a	190,81 a	0,693 a
Latossolo amarelo	12 a	19 b	4,1 b	6,2 c	80,38 b	0,675 a
Teste F	ns	*	*	**	**	**

¹ Valores seguidos pela mesma letra minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05), n.s.: não significativos F: limites unilaterais a 1 % e 5 % de probabilidade.

ÉPOCA DE COLHEITA E TIPO DE SOLO

Laranja

Foi verificado que tanto o tipo de solo onde produz como a época da colheita influenciaram o desenvolvimento e a qualidade dos frutos de laranja e, a interação destes fatores foi significativa, exceto para a espessura da casca do fruto (Tabela 4).

Os frutos de laranja são maiores e mais pesados ($p < 0,01$) quando produzidos em solos de Terra Preta foram os que tiveram o maior tamanho (7,1 cm de largura) e massa (199 g). Confirmando os melhores resultados para as características da planta obtidos neste solo. Em consequência, o solo de terra preta de índio favorece a produtividade de laranja “Pera-Rio” enxertada no limão “rugoso” (*Citrus macrophylla* Wester) No entanto, os valores de Brix (8,8) foram significativamente os mais baixos neste solo. Iriarte Martel et al. (2014), relataram que o Brix

das variedades de laranjas cultivadas em Latossolo Amarelo na Estação Experimental de Fruticultura Tropical do Inpa em Manaus, apresentaram valores semelhantes aos aqui apresentados. A qualidade dos sólidos solúveis totais nos frutos de laranja, é dependente da disponibilidade de potássio no solo ou na planta.

As épocas da colheita, nos meses de setembro (seco), novembro (início das chuvas) e abril (chuvoso), afetaram diretamente o tamanho dos frutos colhidos (Tabela 4). A estação chuvosa produziu os maiores tamanhos (6,5 cm de largura) e massas (156 g). Mas a estação seca (setembro) favoreceu o teor de sólidos solúveis (12,1 °Brix), i.e. os frutos foram mais doces. A espessura da casca dos frutos, entretanto, foi mais espessa no início do período chuvoso, em novembro.

As interações entre a colheitas x solos afetaram apenas a massa dos frutos (Tabela 5). Foi verificado que a massa e porcentagem de suco não foi afetado

Tabela 4. Efeito da época de coleta e do tipo de solo nas medidas de tamanho, massa e Brix de frutos de laranja (*Citrus sinensis*), cultivada em agrossistemas da localidade da Costa do Laranjal, em Manacapuru, AM.¹

Tratamentos	Comprimento	Largura	Espessura da casca	Massa (g)	Brix (%)
	Solos				
Terra preta	7,3 a	7,1 a	0,34 a	199,2 a	8,8 b
Terra mulata	6,1 b	6,0 b	0,30 b	124,0 b	10,9 a
Latossolo amarelo	6,1 b	5,9 b	0,28 b	120,0 b	11,3 a
Teste F	**	**	**	**	**
	Épocas				
Época 1 (setembro)	6,4 b	6,3 b	0,30 b	141,8 b	12,14 a
Época 2 (novembro)	6,5 b	6,3 ab	0,36 a	144,6 b	10,00 b
Época 3 (abril)	6,7 a	6,5 a	0,26 b	156,4 a	8,80 c
Teste F	**	**	**	**	**
Interações Solos x Épocas	**	**	ns	**	**

¹ Valores seguidos pela mesma letra minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,01$; $P < 0,05$); ns - não significativo.

pelo tipo de solo onde se estabeleceu o laranjal. Mas, o volume de suco produzido foi significativamente maior ($p < 0,05$) em solo de Terra Preta (1688 mL de 20 frutos). Contrariamente, razão Brix/Acidez foi maior em solo Latossolo.

As diferentes épocas de colheita não influenciaram significativamente o volume de suco de laranja produzido, mas afetaram a massa e a porcentagem de suco e a razão Brix/Acidez (Tabela 5). Aliás, a massa do suco aumenta crescentemente do período seco (setembro) para o período chuvoso (abril).

O Índice Tecnológico é maior na safra da seca (5,3) o que indica que as laranjas tem elevado teor de açúcar. Apesar de ter também elevado teor de ácido cítrico revelado pela acidez titulável (0,86) (Tabela 6). Assim também, o Latossolo Amarelo teve o maior índice tecnológico (5,0). Isto significaria que este solo promove os sucos mais doces.

Estes resultados mostram que a doçura do suco aumenta no Latossolo Amarelo e na safra da seca, mas a quantidade de suco aumenta na Terra Preta. Trabalhos de adubação no Latossolo poderiam ajudar a comprovar se se pode aumentar a quantidade de suco sem prejudicar a doçura.

A cor do suco variou de amarelo forte em solo de Terra Preta, amarelo alaranjado forte em Terra Mulata e amarelo-pálido em Latossolo, de acordo com a Carta de Cores da Royal Horticultural Society. Foram feitas estimativas da produção em quilos de frutos por planta e as matrizes mais produtivas foram as que produzem em Terra Preta, onde a produção alcança 734,5 kg planta⁻¹, seguido, respectivamente de 636,2 e 539,7 kg planta⁻¹, nos solos de Terra Mulata e Latossolo, considerando-se a soma das três colheitas praticadas. Esta pesquisa, ao avaliar a produção de laranja na região metropolitana de Manaus, apresenta evi-

Tabela 5. Efeito da época de coleta e do tipo de solo sobre o peso, volume, porcentagem de suco e razão Brix/acidez de laranja (*Citrus sinensis*), cultivada em agrossistemas da localidade da Costa do Laranjal, em Manacapuru, AM. ¹($n = 20$)

Tratamentos	Suco			Brix/acidez
	Peso (g)	Volume (mL)	%	
Solos				
Terra preta	1122,8 a	1688,0 a	42,2 a	21,3 b
Terra mulata	1007,0 a	1037,0 b	40,6 a	25,4 ab
Latossolo amarelo	1052,9 a	1056,7 b	43,9 a	30,8 a
Teste F	ns	**	ns	*
Épocas				
Época 1 (setembro)	643,1 c	1221,7 a	42,6 ab	14,6 b
Época 2 (novembro)	1168,8 b	1194,0 a	40,1 b	12,1 b
Época 3 (abril)	1370,9 a	1366,0 a	43,8 a	50,9 a
Teste F	**	ns	*	**
Interações Solos x Épocas	**	ns	ns	ns

¹ Valores seguidos pela mesma letra minúscula nas colunas, para solos ou épocas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); ns - não significativo.

Tabela 6. Efeito da época de coleta e do tipo de solo no Índice Tecnológico, peso das cascas e material de descarte e acidez titulável do suco de laranja (*Citrus sinensis*), cultivada em agrossistemas da localidade da Costa do Laranjal, em Manacapuru, AM.¹

Tratamentos	Índice Tecnológico	Cascas	Descarte	Acidez Titulável
		g		
Solos				
Terra preta	3,7 c	1819,0 a	172,6 a	0,6607 a
Terra mulata	4,5 b	1287,6 b	114,3 b	0,7307 a
Latossolo amarelo	5,0 a	1160,7 b	120,4 b	0,5607 a
Teste F	**	**	**	ns
Épocas				
Época 1 (setembro)	5,3 a	14,25,7 a	119,1 b	0,8633 a
Época 2 (novembro)	4,2 b	1369,4 a	180,0 a	0,9107 a
Época 3 (abril)	3,7 c	1472,1 a	108,2 b	0,1780 b
Teste F	**	ns	**	**
Interações Solos x Épocas	**	*	*	ns

¹ Valores seguidos pela mesma letra minúscula nas colunas, para solos ou épocas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,01; P < 0,05); ns - não significativo.

dências de que a baixa produtividade da laranja nas áreas de plantio pode estar relacionada com o fato de que a maioria dos pomares foram implantados em Latossolo Amarelo de baixa fertilidade natural, que sem manejo adequado não atendem completamente as exigências nutricionais. Portanto seriam necessárias adubações para superar este problema deste importante cultivo econômico.

Limão

Foi verificado que a interação entre o tipo de solo e a época de colheita não influenciou significativamente o comprimento do fruto e espessura da casca dos frutos, mas afeta a largura e principalmente o Brix e a massa dos frutos colhidos (Tabela 7).

Foi verificado que a produção de frutos do limão Tahiti é Terra Mulata com 6 cm de diâmetro e massa de 119 g por fruto. Mas neste solo os valores de Brix foram os mais baixos (7,8) o que significa que são os mais ácidos (Tabela 7).

A época de colheita também afetou o tamanho e desenvolvimento dos frutos, bem como o seu Brix. Os frutos maiores e com maior massa foram colhidos no mês de abril, que é o período chuvoso, e, por outro lado, no mês de novembro, início do ciclo de chuvas estes foram menores. A espessura da casca dos limões colhidos e também o Brix do suco foi dependente da época de coleta e para a espessura da casca os frutos do período seco foram mais espessos que os do período chuvoso.

A interação entre os tipos de solo cultivados com limão e a época de colheita não foi significativa para a porcentagem de suco produzido, mas afetou a massa, volume, Índice Tecnológico e relação Brix/acidez deste suco (Tabela 8). Foi também observado que o tipo de solo não afetou significativamente a porcentagem de suco produzido e também seu Índice Tecnológico, mas os frutos de limão produzidos em Terra Mulata apresentaram a

maior massa (537 g/ 20 frutos) e volume de suco (548 ml/20 frutos) menor relação Brix/acidez. O que indica que este solo favorece a produção deste limão.

A qualidade do suco de limão produzido nos plantios avaliados é muito

influenciada pela época de colheita dos frutos (Tabela 8). Assim, a massa, volume e porcentagem de suco foram maiores na colheita praticada em abril (estação chuvosa). O Índice Tecnológico e a relação Brix/acidez também foram

Tabela 7. Efeito da época de coleta e do tipo de solo nas medidas de tamanho, massa e Brix de frutos de limão Tahiti (*Citrus latifolia*) cultivado em agrossistemas da localidade da Costa do Laranjal, em Manacapuru, e do Ramal do Brasileirinho, em Manaus, AM. ¹

Tratamentos	Comprimento		Largura		Espessura da casca		Massa (g)	Brix (%)
	cm							
Solos								
Terra preta	5,8 b	5,6 b	0,3 a	95,8 b	8,1 a			
Terra mulata	6,1 a	6,0 a	0,2 b	119,2 a	7,8 b			
Latossolo amarelo	5,9 b	5,7 b	0,3 a	103,1 b	8,1 a			
Teste F	**	**	**	**	**	**	**	**
Épocas								
Época 1 (setembro)	5,9 b	5,8 a	0,37 a	106,81 ab	8,2 a			
Época 2 (novembro)	5,9 b	5,7 b	0,26 b	100,12 b	7,7 c			
Época 3 (abril)	6,1 a	5,8 a	0,20 c	111,13 a	8,0 b			
Teste F	**	*	**	*	**	**	**	**
Interações Solos x Épocas	ns	*	ns	**	**	**	**	**

¹ Valores seguidos pela mesma letra minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,01; P < 0,05); ns - não significativo.

Tabela 8. Efeito da época de coleta e tipo de solo sobre a produção de limão Tahiti (*Citrus latifolia*) cultivado em agrossistemas das localidades Costa do Laranjal, em Manacapuru, e Ramal do Brasileirinho, Manaus, AM. ¹ (n = 20)

Tratamentos	Suco			Índice Tecnológico	Brix/Acidez
	Peso (g)	Volume (mL)	%		
Solos					
Terra preta	424,75 b	426 b	44,45 a	3,62 a	13,28 a
Terra mulata	536,89 a	548 a	44,26 a	3,52 a	11,41 b
Latossolo amarelo	453,27 b	450 b	44,53 a	3,57 a	13,27 a
Teste F	**	**	ns	ns	**
Épocas					
Época 1 (setembro)	422,12 b	416 b	39,91 b	3,12 c	13,09 a
Época 2 (novembro)	435,35 b	451 b	44,06 b	3,58 b	11,80 b
Época 3 (abril)	557,45 a	557 a	50,28 a	4,02 a	13,06 a
Teste F	**	**	**	**	**
Interações Solos x Épocas	**	**	ns	**	**

¹ Valores seguidos pela mesma letra minúscula nas colunas, para solos ou épocas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,01; P < 0,05); ns - não significativo.

afetados pela época de colheita. Para o Índice Tecnológico os valores foram significativamente mais elevados na sequência abril > novembro > setembro, sugerindo que a seca favorece o aumento em acidez do limão.

Por outro lado, a relação Brix/acidez foi significativamente maior nos frutos colhidos em setembro e abril, comparado aos frutos processados em novembro. Ressalta-se que este caráter é uma das formas de se avaliar o sabor do fruto, sendo mais representativo que a medição de açúcar ou de acidez isoladamente. O índice tecnológico possibilita relacionar o preço da matéria prima com a porcentagem de açúcares, independente das variações que ocorrem no produto em função da estiagem ou de chuvas excessivas, que alteram o conteúdo de suco e concentrações de açúcares.

As interações entre os tipos de solos e as épocas de colheita não alteraram a

acidez titulável do suco de limão Tahiti, mas modificaram significativamente ($p < 0,01$) o pH e peso das cascas e material de descarte (Tabela 9). Entre os solos, a massa da casca do fruto não apresentou variação significativa, mas o pH do suco foi menos ácido quando produzidos em solo de Terra Preta, comparado a Terra Mulata e Latossolo.

Os maiores valores de material de descarte foram determinados em Terra Preta e Latossolo Amarelo e em Terra Mulata houve menos resíduos (Tabela 9). Houve ainda a diferença na acidez titulável entre os solos, e esta foi significativamente maior em Latossolo, quando comparado com os outros devido provavelmente a maior acidez determinada em suco de limão produzido neste solo.

Na avaliação da época de colheita dos frutos, não houve diferenças significativas na acidez titulável e no peso das cascas, mas o pH variou significati-

Tabela 9. Efeito da época de coleta e do tipo de solo no pH, peso das cascas e material de descarte e acidez titulável do suco de limão Tahiti (*Citrus latifolia*) cultivado em agrossistemas da localidade da Costa do Laranjal, em Manacapuru, e do Ramal do Brasileirinho, em Manaus, AM. ¹

Tratamentos	pH	Cascas	Descarte	Acidez Titulável
		g		
Solos				
Terra preta	2,53 a	0,60 a	464,53 a	26,28 b
Terra mulata	2,34 b	0,68 a	445,42 b	26,80 b
Latossolo amarelo	2,29 b	0,61 a	504,36 a	31,95 a
Teste F	**	ns	*	**
Épocas				
Época 1 (setembro)	2,58 a	479,26 a	37,40 a	0,63 a
Época 2 (novembro)	2,22 c	485,24 a	25,11 b	0,64 a
Época 3 (abril)	2,36 b	449,81 a	22,51 b	0,62 a
Teste F	**	ns	**	ns
Interações Solos x Épocas	**	**	**	ns

¹ Valores seguidos pela mesma letra minúscula nas colunas, para solos ou épocas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,01$; $P < 0,05$); ns - não significativo.

vamente entre solos e a acidez do suco seguiu a sequência novembro > abril > setembro (Tabela 9). Foi também demonstrado que o material de descarte é maior no período seco do mês de setembro, superando significativamente sua massa nos frutos processados após a colheita em novembro e abril.

De modo geral, as características qualitativas dos frutos de limoeiro variam durante o período de maturação, e é dependente de outros fatores tais como: as condições climáticas durante as etapas de formação e maturação e da combinação porta-enxerto/variedade copa (Donadio *et al.*, 1996). Volpe *et al.*, (2002), consideram que também conferem qualidade a idade da planta, os estresses hídricos e de temperatura que afetam os plantios, a localização do fruto na árvore, a radiação solar e, naturalmente, as práticas de manejo, principalmente a irrigação, a nutrição mineral e o espaçamento entre as plantas.

Algumas informações complementares realizadas na área de pesquisa registraram que o período de maior frutificação dos limoeiros ocorreu no mês de setembro e na safra dos anos de 2006-2007, os meses que menos produziram foram de janeiro a março. Finalmente as estimativas de produção dos frutos de limão para os solos pesquisados foram: para a Terra Preta 37,6 t ha⁻¹, para Terra Mulata e Latossolo, respectivamente 13,4 e 2,6 t ha⁻¹. Estas discrepâncias na produção foram relacionadas a disponibilidade de nutrientes que caracteriza cada tipo de solo e também ao fato já mencionado de que em Terra Preta e Terra Mulata os plantios de Limão Tahiti foram manejados com irrigação. Outros trabalhos

de adubação da Terra Mulata poderiam testar sua eficiência para aumentar a produtividade sem diminuir a acidez.

CONCLUSÕES

Nos plantios de laranja Pera em agrossistemas de áreas de terra firme da Amazônia Central as árvores mostraram-se exigentes quanto a fertilidade dos solos apresentaram maior produção na época chuvosa e os frutos apresentaram maior tamanho, massa e volume de suco em solos de Terra Preta (735 kg por planta).

O limoeiro Tahiti mostrou frutos mais desenvolvidos e com maiores volumes de suco em solo de Terra Mulata. Mas a produtividade foi maior em Terra Preta (38 t por ha).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anuário Estatístico do Amazonas 2010
Agricultura, Secretaria de Produção Rural do Amazonas, Manaus, v.18, 292-92.
- Avilés, T.G. 2009. Avaliação horticultural da laranja 'Folha Murcha', tangerina 'Satsuma' e limeira ácida 'Tahiti' sobre doze porta-enxertos. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, São Paulo. 129pp.
- Azevêdo, C.L.L. 2003. *Sistema de Produção de Citros para o Nordeste*. Embrapa Mandioca e Fruticultura, EMBRAPA, Sistema de produção, 16p.
- Banzatto, D.A.; Kronka, S. do N. *Experimentação Agrícola*. Funep/FCA/Unesp, Jaboticabal. 247 p. 1989.
- Coelho, Y.S.; Nascimento, H.G. 2004. Citricultura no Amazonas: Problemas, Potencial Produtivo e Qualidade de Frutos. EMBRAPA-CNPMPF. Cruz das Almas. Circular Técnica, n.26, 2p.

- Chitarra, M.I.F.; Chitarra, A.B. 1990. Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio. Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG, 293 p.
- Donadio, L.C. Figueiredo, J.O.; Pio, R.M. 1996. Variedades Cítricas Brasileiras, Funep, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 228 p.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. Manual de Análises Químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília. 370p. 1999.
- Falesi, I.C. 1986. Present knowledge of the soils of the Brazilian Amazônia. SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., EMBRAPA/CPATU, Belém, Proceedings, v. 1, p. 168191.
- Iriarte Martel, J.H.; Mendonça, M.A. de F.; Clement, C.R. 2014. Qualidades físico-químicas de frutos cítricos na Amazônia Central. In: *Pesquisas Agronômicas para a Agricultura Sustentável na Amazônia Central*. (Org.) Noda, H.; Souza, L.A.G.; Silva Filho, D.F. Manaus, Inpa.
- Malavolta, E.; Pimentel-Gomes, F. & Alcarde, J.C. 2000. Adubos & Adubações. Ed. Nobel, SP, 200p.
- Mendel, K.L. 1956. Rootstock scion relationships in shamanic trees on light soil. *Katavim*, v. 6, p. 35-60.
- Silva, S.E.L.; Garcia, T.B. 1999. A cultura da laranjeira no Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 20p. Serie Documentos, 5.
- Sombroek, W.G. 1966. Amazon soils: a reconnaissance of the soils of the Brazilian Amazon region. Wageningen: PUDOC, 300p.
- Tressler, D.K.; Joslyn, M.A. 1961. Fruits and vegetable juice; processing technology. Wesport: The Avi. Publi. 1028p.

EFEITO DA INOCULAÇÃO FÚNGICA DE *Trichoderma martiale* COMO AGENTE BIOCONTROLE CONTRA PODRIDÃO PARDA DO CACAUEIRO

Rogério Eiji HANADA¹, Igor Bahia COSTA²

¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenação em Tecnologia e Inovação, Caixa Postal 2223, CEP 69011-670, Manaus, AM, e-mail: rhanada@inpa.gov.br;

² Superintendência da Zona Franca de Manaus, Coordenação geral de Análise de Acompanhamento de Projetos Agropecuários – CGPAG, CEP 69075-830, Manaus, AM, e-mail: igor.costa@suframa.gov.br

Palavras-chave: Fitopatologia, *Phytophthora palmivora*, Controle Biológico, Fungos Endofíticos.

INTRODUÇÃO

A despeito da alta diversidade biológica amazônica, o conhecimento das relações filogenéticas entre as espécies é ainda escasso, especialmente para os microrganismos e suas interações extra específicas (SOUSA *et al.*, 2004). As estimativas sobre o número de mundial de espécies fúngicas vem sendo intensificada desde o final do século XX, favorecidas por novas técnicas metodológicas estabelecendo novas estimativas numéricas da dimensão da diversidade fúngica (Romao, 2010). Dentre os trabalhos já conhecidos, Hawksworth (2001), considera a proporção de 5,7 espécies de fungos para cada espécie vegetal, perfazendo 1,5 milhão de espécies. Destas, 100.000 já foram descritas, o que representa menos de 7 % da diversidade total estimada.

Os fungos fitopatogênicos, cujas ações estão associadas aos cultivos econômicos são, em geral, mais conhecidos. Mas, mesmo para este grupo de fungos hospedeiros dos cultivos, novas espécies vêm sendo descritas com regularidade. Mundialmente, por afetar a lucratividade dos plantios comerciais, seu controle ainda se restringe basicamente ao uso de produtos químicos, os chamados fungicidas, produzidos industrialmente.

Quando necessário, o emprego de agrotóxicos no controle fitossanitário dos cultivos econômicos, tem características atraentes para a sua aplicação: a previsibilidade, a simplicidade e exclusão do entendimento das funções básicas do agrossistema. Entretanto, o impacto das práticas agrícolas sobre os recursos naturais e

a contaminação da cadeia alimentar com defensivos químicos, vêm questionando o controle químico sistemático de fitopatógenos, alterando o cenário agrícola. Alternativamente, é necessária a adoção de práticas de manejo sustentáveis, comprometidas com a preservação de recursos de agrobiodiversidade, o que têm estimulado as pesquisas para minimizar ou abdicar da dependência por pesticidas (Bettiol e Ghini, 2003).

No manejo integrado de doenças, as técnicas de controle biológico tem potencial de redução das práticas de controle químico (Torres e Michereff, 2000), pelo uso intencional de organismos vivos para suprimir as populações de um ou mais patógenos nas plantas. Conceitualmente, as práticas de biocontrole compreendem os mecanismos das interações antagônicas, através das quais os microrganismos opõem-se às ações dos patógenos e reduzem a ocorrência das doenças (Melo, 1996).

ETIOLOGIA DE FUNGOS DA ORDEM HYPOCREALES E SEU POTENCIAL COMO AGENTE BIOCONTROLE

Os fungos do gênero *Trichoderma* pertencem a Ordem Hypocreales, família Hypocreaceae (Kirk, 2013). Nesta família de fungos são encontrados micoparasitas necrotróficos, eficazes no controle de outros fungos, dentre eles fitopatógenos, especialmente aqueles com estruturas de resistência de difícil colonização como esporos, escleródios, clamidósporos e microescleródios.

Entre os *Trichoderma* spp., são encontrados fungos não patogênicos antagônicos a fitopatógenos, através de estratégias de parasitismo antibiose e competição, e, esses mecanismos diferem entre espécies (Melo, 1996). As mais conhecidas são: *T. harzianum* Rifai, *T. koningii* Oud., *T. viride* Pers., *T. pseudokoningii* Rifai., *T. viren* (Mil.) Arx. e *T. hamatum* (Bon.) Bain. Este grupo referido de *Trichoderma* spp. têm boa capacidade de reprodução e sobrevivência em ambientes desfavoráveis, são eficientes na absorção de nutrientes, tem ação rizosférica, alta atividade antagônica e outras características que favorecem a colonização de habitat adversos (Benítez *et al.* 2004; Gajera *et al.*, 2013). Quando utilizados no controle de fitopatógenos pode-se usar uma espécie de *Trichoderma* ou um coquetel de espécies congêneres (Ozbay e Newman, 2004).

As espécies de *Trichoderma* são encontradas em solos agrícolas ou naturais e, dentre suas propriedades benéficas às plantas, está a capacidade bioprotetora contra estresses bióticos e abióticos, reduzindo danos (Bailey e Melnick, 2013). Em sua ação parasítica empregam diferentes mecanismos antagônicos, dentre eles: ação antimicrobiana como o micoparasitismo, antibioses e a indução de resistência. Os benefícios indiretos sobre os cultivos incluem, entre outros, a promoção do crescimento, melhoria da eficiência fotossintética, solubilização e absorção de nutrientes e produção de antioxidantes (Howell, 2003; Harman *et al.*, 2004; Hermosa *et al.*, 2012; Bailey e Melnick, 2013)

A propriedade de antibiose é a capacidade que um organismo possui de produzir metabólitos secundários antifúngicos como as pironas, isocianatos e tricotecenos (Schirmbock *et al.*, 1994), capazes de inibir e destruir propágulos fúngicos, dentre eles os fitopatogênicos. O micoparasitismo permite que *Trichoderma* spp., possam detectar e localizar hifas de fungos suscetíveis, crescendo em sua direção, presumivelmente em resposta aos estímulos químicos produzidos pela hifa, enrolando-se em toda sua extensão, para, em seguida, adentrá-la e destruí-la (Melo, 1996).

Algumas espécies competem por exsudatos no processo de germinação de propágulos de fungos o que viabiliza seu uso como agentes de biocontrole (Harman *et al.*, 2004). Outras espécies tem capacidade de produção de enzimas líticas como, celulasas, hemicelulasas, glucanases, com ação intra e intracelular, conferindo-lhes capacidade de degradação de celulose e, conseqüentemente de paredes celulares de fungos (Melo, 1998; Machado *et al.*, 2012). O nível e a diversidade de enzimas produzidas variam entre isolados de *Trichoderma* e da fonte de carbono disponível (El-Katatny *et al.*, 2000). Adicionalmente, a produção de ácido indol acético por *Trichoderma* spp. resulta em maior desenvolvimento da planta, aumentando sua resistência (Windham *et al.*, 1986; Weiler, 2004; Carvalho Filho *et al.*, 2008).

Outros mecanismos usados são a competição e a indução de resistência. O primeiro consiste na inativação de enzimas, através da hidrólise de componentes pécticos das paredes celulares. A

eficiência na competição por nutrientes também é importante, pois muitos fungos fitopatogênicos são sensíveis à falta de alguns nutrientes (Benítez *et al.*, 2004). A indução de resistência também pode ser feita a partir do contato entre a planta e *Trichoderma*, ativando seu sistema de defesa por indução do sistema enzimático oxidativo (Melo, 1998). A indução de resistência sistêmica é uma característica que tem sido pouco pesquisada. O entendimento dos processos é maior para fatores associados aos efeitos diretos em outros fungos, como micoparasitismo e antibiose (De Meyer *et al.*, 1998).

A rizosfera das plantas é colonizada naturalmente por *Trichoderma* spp., e estes são mais um constituinte da diversificada biomassa microbiana que tem nesta área o seu habitat (Harman, 2000). Quando associado às raízes, *Trichoderma* spp. podem estar presentes colonizando a rizosfera, ou no córtex, tal como as micorrizas (Weiler, 2004). Tem sido demonstrado que os bioprodutos com *Trichoderma* são eficientes no controle de patógenos do solo que reduzem a produtividade de cultivos agrícolas, como *Rhizoctonia solani* Kuhn., *Sclerotium rolfsii* Sacc., *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, além de *Fusarium* spp. e *Phythium* spp. (Chet e Inbar, 1994; Melo, 1996; Gajera *et al.*, 2013). O uso de *Trichoderma* também é efetivo contra fitopatógenos da parte aérea, tais como *Venturia* spp., *Botrytis* spp. (Lisboa *et al.*, 2007), e - destacadamente - de *Monilophthora pernicioso*, o agente causal da vassoura-de-bruxa do cacauero (Sanogo *et al.*, 2002).

CONTROLE DO AGENTE CAUSAL DA PODRIDÃO-PARDA DOS FRUTOS DE CACAUEIRO COM *Trichoderma* SPP.

O cacaueiro (*Theobroma cacao* L., Malvaceae) é uma árvore nativa das bacias dos rios Orinoco e Amazonas, tendo sua origem e distribuição natural nas Américas Central e do Sul. Os primeiros cultivos de cacau foram feitos pelas civilizações incas e astecas, que foram pioneiras em sua domesticação. Os astecas atribuíam origem divina ao cacaueiro e por algum tempo no México, as suas amêndoas foram utilizadas como moeda. No Brasil colonial, a exploração do cacau foi quase sempre extrativista, até que, com pouco conhecimento técnico, os primeiros plantios iniciaram no fim do século XVIII.

Por muito tempo o Brasil liderou a produção mundial de cacau, mas na década de 1980, houve um declínio da produção de amêndoas causado principalmente pela incidência de vassoura de bruxa nos cacauais, o que resultou em ações de pesquisas para a seleção de clones resistentes ao fungo. Por outro lado, a podridão parda do fruto, causada por um complexo de espécies do gênero *Phytophthora* (Straminipila), que pode, dependendo das condições ambientais, causar perdas de até 90 % da produção de frutos, passou a ser a principal preocupação dos cacauicultores de toda parte.

O fungo *Phytophthora palmivora* (Butler) Butler predomina como agente causal da podridão parda do fruto nos frutos de cacau. Os principais métodos empregados no seu controle são os tratos

culturais e o uso de fungicidas e o plantio de variedades resistentes. Dentre os tratos culturais para minimizar seu impacto na produção, a remoção de frutos doentes é eficiente na diminuição do inóculo secundário, mas, é um trato cultural muito laborioso e viável economicamente só quando o preço do cacau está em alta no mercado. O controle químico requer várias aplicações e na maioria das vezes estas são ineficientes. Embora a resistência genética seja um dos mais efetivos métodos de controle, ainda não há uma metodologia padrão para avaliar a resistência do germoplasma do cacau a *Phytophthora* spp.

Os produtos formulados a partir de *Trichoderma* spp., mais comercializados no Brasil são: Trichodermil (Itaforte Bio-Produtos, Adamantina, SP), usado contra fungos do solo; Biotrich (Biovale Produtos Agropecuários Ltda, Venancio Aires, RS), com ação preventiva contra fitopatógenos dos gêneros *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Fusarium*, *Phytium*, *Phomopsis* e *Rosilinia*; Biomix (Terraviva Ind. e Com. de Insumos Orgânicos, Cotia, SP) utilizado para o controle de oídio (*Uncinula necator*), em videira; Tricovab (fabricado pela Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - Ceplac), que controla a incidência de vassoura-de-bruxa em cacau (Lucon, 2008). A disponibilidade limitada de produtos comerciais à base de *Trichoderma*, registrados no Ministério da Agricultura Pesca e Abastecimento (Mapa) é a principal causa da baixa aplicabilidade das práticas de biocontrole. Assim, estrategicamente há uma necessidade de intensificar a difusão de conceitos, princípios e vantagens aos

agrossistemas envolvidos nas tecnologias biológicas contribuindo para a popularização do uso de bioprodutos.

Neste contexto, há perspectiva de que as práticas de controle biológico possam contribuir para a redução da doença em níveis economicamente viáveis. Hanada *et al.* (2008, 2009 e 2010), observaram que o fungo endofítico ALF247, residente em cacauzeiros tem potencial de uso no biocontrole da podridão parda em condições de campo. O organismo antagonista foi identificado como *Trichoderma martiale* Sam., e com este fungo foi avaliado em sua aplicabilidade de uso como agente de controle da podridão parda do fruto do cacauzeiro.

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Para obter isolados de *Trichoderma* spp. foram coletados frutos de cacau e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.), com sintomas de podridão parda com o propósito de estabelecer uma coleção de trabalho. No Laboratório de Fitopatologia do Inpa, em Manaus, inicialmente foram isolados 160 fungos endofíticos, 13 de cupuaçu e 147 de cacau. Da coleção formada, 57 isolados foram descartados, por perda de viabilidade ou pela incapacidade de produzir esporos em meio de cultura padrão, substituído por batata-dextrose-ágar (BDA). Assim, com a coleção de 103 isolados de fungos endofíticos, foi conduzido um experimento piloto em condições de campo, com o objetivo de avaliar a ação individual de cada inóculo em frutos de cacau ainda não colhidos, empregando-se três

repetições, totalizando 309 frutos (Hanada *et al.*, 2008). Após quatro dias, os frutos foram pulverizados com o agente patogênico *Phytophthora palmivora*.

Aos sete dias após a inoculação do fitopatógeno foi feita uma avaliação da resposta e a incidência e severidade da doença foi avaliada com a definição de uma escala de pontuações, onde: (1) Foi empregada para frutos sadios ou sem sintomas aparentes da doença; (2) Indicava lesões localizadas de até 2 mm de diâmetro e perceptíveis a olho nu; (3) Para lesões de 2-20 mm de diâmetro e em expansão; (4) Atribuída a lesões coalescentes com área correspondente até 25 % da superfície do fruto; e, (5) Para lesões generalizadas superiores a 25 % da superfície do fruto.

Com os resultados obtidos no experimento piloto estimou-se que 71,8 % dos fungos antagonistas, ou seja 74 isolados, mostraram algum grau de redução nos sintomas e severidade da doença. Assim, oito isolados (ALF247 de *Trichoderma martiale*; ALF821 e ALF1586 de *Pestalotiopsis* sp.; ALF821 de *Cuvularia* sp.; ALF839, ALF849 e ALF1587 de *Fusarium* sp.; e, ALF902 de *Tolyposcladium* sp.), foram pré-selecionados, para um segundo ensaio, pelo seu potencial de controle da podridão parda em frutos de cacauzeiro.

Neste experimento, a ação antagonista dos oito promissores isolados foi avaliada, incluindo-se também dois tratamentos controle: um constituído somente por água e outro contendo fungicida a base de hidróxido de cobre. Após o cultivo em laboratório, os fungos foram diluídos até obtenção de uma suspensão líquida de 10^7

conídios mL⁻¹ do fungo, que foi utilizado na inoculação dos frutos de cacau. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado constituído por 10 tratamentos e 20 repetições, totalizando 200 frutos. Na avaliação das respostas, foi verificado que o tratamento com o fungo ALF247 (*Trichoderma martiale*) foi o mais eficaz na redução da severidade dos sintomas da podridão parda nos frutos de cacau, mas, não foi tão efetivo quanto o produto fungicida testado. A manifestação de sintomas da doença nos frutos submetidos à aplicação de *T. martiale*, comparada ao efeito do controle com água, pode ser observada na Figura 1.

Nas pesquisas complementares, conduzidas para avaliar o efeito da aplicação de diferentes concentrações de conídios (1 x 10⁴ a 5 x 10⁷ conídios mL⁻¹) de *Trichoderma martiale* contra *Phytophthora palmivora*

, Hanada *et al.* (2009), observaram, com base em regressão logarítmica, que o aumento da concentração do inóculo contribuiu para a redução da severidade da doença, e em seguida foi avaliado o seu efeito residual. Assim, nos primeiros 10 dias após a inoculação do fungo antagonista, os frutos de cacau não destacados das plantas matrizes, apresentaram menores níveis de severidade da doença. Por outro lado, aos 40 dias após a aplicação de *T. martiale* não houve significância na severidade da doença com o tratado somente com *P. palmivora*.

Para melhorar a eficiência do antagonista no controle da doença, um novo experimento foi conduzido para avaliar as seguintes formulações: (1) ALF247 + 2 % de óleo vegetal emulsificada derivado de soja (Nortox); (2) ALF 247 + 2 % sacarose; (3) ALF247 + 2 % sacaro-

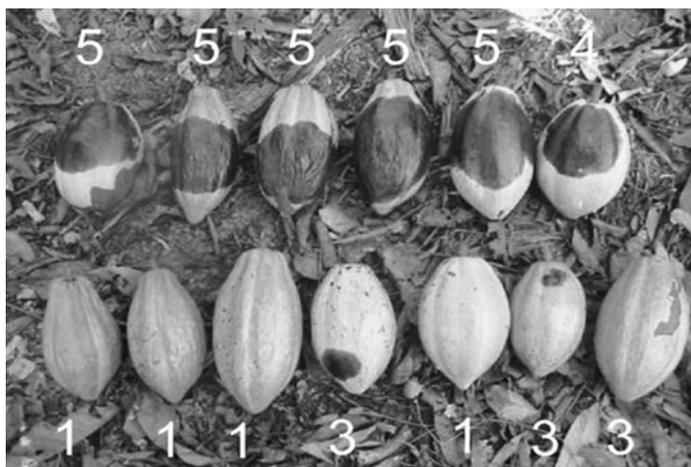


Figura 1. Avaliação dos sintomas visuais da podridão-parda em frutos de cacau (*Theobroma cacao*), tratados com *Trichoderma martiale* em condições de campo. Na linha superior os frutos pulverizados com água e na inferior tratados com suspensão de 10⁷ conídios mL⁻¹ do fungo.^{1,2}

¹Definições de escala: 1. Frutos assintomáticos; 2. Lesões de até 2 mm de ϕ ; 3. Lesões de 2-20 mm de ϕ ; 4. Lesões coalescentes em \pm 25 % da área; e, 5. Lesões \geq 25 % da superfície do fruto; ²Adaptado de Hanada *et al.* 2008.

se + 2 % Nortox; (4) ALF247; (5) 2 % de Nortox + 2 % de sacarose; (6) 2 % Nortox; (7) 2 % de sacarose.

Neste terceiro bioensaio, o controle positivo e o negativo foram feitos com água e sem o patógeno. Os procedimentos foram semelhantes aos experimentos anteriores, e neste teste foram utilizados 10 repetições para cada tratamento. A avaliação foi baseada na escala de severidade já descrita e os valores foram convertidos em raiz quadrada. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de comparação de médias Scott-Knott a 5 % de probabilidade. Os resultados demonstraram que ocorreu uma redução significativa da severidade da doença, porém não houve diferenças entre os tratamentos, sinalizando que a formulação do antagonista com óleo vegetal e/ou sacarose não influenciou nas respostas de redução dos níveis de severidade da doença.

Para avaliar a produção massal de esporos (conídios) do antagonista ALF247 com o propósito de incrementar sua multiplicação e preparo de inóculo um novo experimento foi conduzido. O bioensaio foi desenvolvido em recipientes sacos plásticos com capacidade de 2 kg de solo, contendo 100 g de arroz e mais 30 % de água destilada. Quatro substratos foram avaliados: (1) Somente arroz; (2) Arroz + 0,45 % de CaCO_3 ; (3) Arroz + 0,6 % de ureia; (4) Arroz + 0,225 % de CaCO_3 e 0,3 % de ureia. Foram também testadas três fontes de inóculo assim definidas: (1) Adição de 10 discos de 0,5 cm de diâmetro de micélio e conídios do antagonista ALF247, crescido por 7 dias no meio de cultura batata dextrose agar (BDA); (2) Aplicação de 5 mL de suspensão de 4,5 x

10^7 conídios mL^{-1} ; (3) Aplicação de 5 g de arroz já colonizado com suspensão de 5 x 10^7 conídios g^{-1} .

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, obedecendo a um esquema fatorial 4 x 3, considerando-se quatro formulações de substratos e três tipos de fontes de inóculo perfazendo um total de 12 tratamentos com 3 repetições cada. O material foi autoclavado duas vezes em dias alternados por 30 minutos a 121°C. Os sacos foram mantidos fechados, a 25°C, no escuro, por seis dias. No segundo dia, os sacos foram abertos para melhorar a oxigenação. Após o período de incubação a produção de conídios de cada tratamento foi contabilizada, e as médias obtidas foram comparada pelo teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

PRODUÇÃO DE INÓCULO FÚNGICO DE *Trichoderma martiale* PARA CONTROLE BIOLÓGICO DA PODRIDÃO PARDA EM FRUTOS DE CACAU

A produção de conídios do antagonista ALF247 foi afetada significativamente pela de fonte de inóculo e também pela formulação do substrato, assim também para a interação dessas duas condições, no nível de 5 % de probabilidade. Os resultados observados para as diferentes fontes de inóculo e o efeito do acréscimo de nutrientes na fonte básica de arroz usada no meio de cultivo para multiplicação do fungo estão apresentados na Tabela 1.

Foi verificado que entre os tipos de fonte de inóculo, a adição dos discos de micélio + conídios foi o melhor veículo

Tabela 1. Avaliação da produção conidial do isolado ALF247 de *Trichoderma martiale* utilizando-se arroz como substrato de crescimento, suplementados com diferentes nutrientes, em condições controladas.¹

Acréscimo de nutrientes	Fontes de inoculo	Produção de conídios (10 ⁷ conídios g ⁻¹ de arroz)
CaCO ₃	Micélio + conídios	10,17 a
CaCO ₃ + ureia	Micélio + conídios	8,50 b
Ureia	Micélio + conídios	8,60 b
Controle	Micélio + conídios	7,20 c
CaCO ₃	Suspensão de conídios	5,53 d
CaCO ₃ + ureia	Suspensão de conídios	9,77 a
Ureia	Suspensão de conídios	6,50 c
Controle	Suspensão de conídios	4,30 e
CaCO ₃	Arroz pré-colonizado	4,10 e
CaCO ₃ + ureia	Arroz pré-colonizado	1,70 f
Ureia	Arroz pré-colonizado	1,53 f
Controle	Arroz pré-colonizado	1,97 f

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente de acordo com o teste Scott-Knott ($P \geq 0,05$). O coeficiente de variação foi de 8,8%. (Adaptado de Hanada et al. 2009).

para multiplicação do fungo *T. martiale*, seguido pela suspensão de conídios. O emprego de arroz pré-colonizado não foi eficiente como inoculo. Entre as formulações dos substratos, a presença de CaCO₃ com e sem ureia estimularam um aumento significativo na produção conidial em relação ao uso somente da ureia ou ao controle com água. A melhor resposta foi obtida utilizando-se discos de micélio + conídios em arroz enriquecido com CaCO₃, que superou significativamente todas as outras combinações de

fonte de inoculo e acréscimo de nutrientes que foi aqui avaliada.

Em seguida, foi também avaliado o efeito da sensibilidade do isolado antagonista ALF247 a fungicidas na fase da germinação dos conídios. Foram avaliados dois fungicidas, o hidróxido de cobre e Fosetyl-Al um fungicida sistêmico específico para controlar espécies de Straminipile, tais como *Phytophthora* spp. Inicialmente suspensão de 10⁶ conídios mL⁻¹ foi depositada nas soluções dos fungicidas, hidróxido de cobre (1,5% de ingrediente ativo) e fosetyl-Al (0,4 % de ingrediente ativo) e mantidas a 25°C, por 30, 60, 90, 120 e 180 minutos. Após o período de incubação, a germinação dos conídios foi avaliada.

A média de germinação dos conídios variou entre 91,3 e 94,7 %, não havendo diferenças significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$). Estes resultados mostram que o isolado ALF247 não apresenta sensibilidade a nenhum dos dois fungicidas mais utilizados no controle da doença. Portanto, o antagonista pode ser utilizado num eventual possibilidade de combinação entre agente biocontrole e fungicida. As pesquisas já desenvolvidas apontam para o potencial de adoção de práticas de controle biológico com *Trichoderma* para minimizar ou controlar os problemas decorrentes da proliferação da podridão parda nos frutos de cacau cujo aumento é considerado generalizado na áreas de produção.

CONCLUSÕES

Foi demonstrado o potencial de inoculação do isolado ALF247 (*Trichoderma martiale*) como agente biológico no

controle da podridão parda causada por *Phytophthora palmivora* em frutos de cacaueteiro (*Theobroma cacao*).

A multiplicação do inóculo ALF247 foi eficaz quando utilizou-se discos de micélio + conídios em substrato de arroz enriquecido com CaCO₃, que favorece o incremento de população fúngicas em níveis que viabilizam o seu emprego como inoculante em práticas de controle biológico nas áreas de produção cacaueteira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bailey, B.A., Melnick, R.L. 2013. The Endophytic *Trichoderma*. In: Mukherjee, P.K.; Benjamin, A.H.; Singh, U.S.; Mukherjee, M. (Eds.) *Trichoderma: Biology and Applications*. CAB International. p. 154-174.
- Benítez, T.; Rincón, A.M.; Limón, M.C.; Condón, A.C. 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International Microbiology*, 7(4): 249-260.
- Bettiol, W.; Ghini, R. 2003. Proteção de plantas em sistemas agrícola alternativos. In: Campanhola, C.; Bettiol, W. (Ed.) *Métodos alternativos de controle fitossanitário*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. p. 79-95.
- Carvalho Filho, M.R.; Mello, S.C.M.; Santos, R.P.; Menezes, J.E. 2008. *Avaliação de isolados de Trichoderma na promoção de crescimento, produção de ácido indol acético in vitro e na colonização endofítica de mudas de eucalipto*. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 15p.
- Chet, I.; Inbar, J. 1994. Biological Control of Fungal Pathogens. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 48: 37-43.
- De Meyer, G.; Bigirimana, J.; Elad, Y.; Hofte, M. 1998. Induced systemic resistance in *Trichoderma harzianum* T39 biocontrol of *Botrytis cinerea*. *European Journal of Plant Pathology*, 104: 279-286.
- El-Katatny, M.H.; Somitsch, W.; Robra, K.H.; El-Katatny, M.S.; Gubitz, G.M. 2000. Production of chitinases and β 1,3-glucanase by *Trichoderma harzianum* for control of the phytopathogenic fungus *Sclerotium rolfsii*. *Food Technology Biotechnology*, 38: 173-180.
- Gajera, H.; Domadiya, R.; Patel, S.; Kapopara, M.; Golakiya, B. 2013. Molecular mechanism of *Trichoderma* as bio-control agents against phytopathogen system - a review. *Current Research Microbial Biotechnol.*, 1(4): 133-142..
- Hanada, R.E.; Souza, J.T.; Pomella, A.W.V.; Hebbbar, K.P.; Pereira, J.O.; Ismael, A.; Samuels, G.J. 2008. *Trichoderma martiae* sp. nov., a new endophyte from sapwood of *Theobroma cacao* with a potential for biological control. *Mycological Research*, 112: 1335-1343.
- Hanada, R.E.; Pomella, A.W.V.; Ramirez, W.S.; Loguercio, L.L.; Pereira, J.O. 2009. Biocontrol potential of *Trichoderma martiale* against black-pod disease (*Phytophthora palmivora*) of cacao. *Biological Control*, 50: 143-149.
- Hanada, R.E.; Pomella, A.W.V.; Costa, H.S.; Bezerra, J.L.; Loguercio, L.L.; Pereira, J.O. 2010. Entophytic fungal diversity in *Theobroma cacao* (cacao) and *T. grandiflorum* (cupuaçu) trees end their potential for growth promotion and bio control of black-pod disease. *Fungal Biology*, 114: 901-910.
- Harman, G.E. 2000. *Myths and dogmas of biocontrol: Changes in perceptions derived from research on Trichoderma harzianum* T-22. *Plant Disease*, 84: 377-393.
- Harman, G.E.; Howell, C.R.; Viterbo, A.; Chet, I.; Lorito, M. 2004. *Trichoderma* species - Opportunistic, a virulent plant symbionts. *Nature Reviews*, 2: 43-56.
- Hermosa, R.; Viterbo, A.; Chet, I.; Monte, E. 2012. Plant-beneficial

- effects of *Trichoderma* and of its genes. *Microbiology*, 158: 17-25.
- Howell, C.R. 2003. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts. *Plant Disease*, 87: 4-10.
- Kirk, P. 2013. Index Fungorum. CABI Bioscience, CBS and Landcare Resarch. Disponível em: < www.indexfungorum.org > Acesso em: 10/02/2013.
- Lisboa, B.B.; Bochese, C.C; Vargas, L.K.; Silveira, J.R.P. 2007. Eficiência de *Trichoderma harzianum* e *Gliocladium viride* na redução da incidência de *Botrytis cinerea* em tomateiro cultivado sob ambiente protegido. *Ciência Rural*, 37(5): 1255-1260.
- Lucon, C.M.M. 2008. *Trichoderma* no controle de doenças de plantas causadas por patógenos de solo. Instituto Biológico. Disponível em < www.biológico.sp.gov.br > . Acesso em: 02/02/13.
- Machado, D.F.M; Parzianello, F.R.; Silva, A.C.F.; Antonioli, Z.I. 2012. *Trichoderma* no Brasil: O Fungo e o Bioagente. *Revista de Ciências Agrárias*, 35(1): 274-288.
- Melo, I.S. 1998. Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. In: Melo, I.S.; Azevedo, J.L. (Eds.). *Controle Biológico*. v. 1. Embrapa-CNPMA. Jaguariúna, SP, p.17-68.
- Melo, I.S.1996. *Trichoderma* e *Gliocladium* como bioprotetores de plantas. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, 4: 261-295.
- Ozby, N; Newman, S.B. 2004. Biological control with *Trichoderma* spp. with emphasis on *T. harzianum*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(4): 478 -84.
- Torres, J.B.; Michereff, S.J. 2000. *Desafios no manejo integrado de pragas e doenças*. Recife, Ufrpe. 247p.
- Romão, A.S. 2010. *Análise da Comunidade fúngica associada à cana-de-açúcar e estudos da interação Trichoderma virens - planta hospedeira*. Doutorado em Ciências: Genética e Melhoramento de Plantas. ESALQ: Piracicaba. 264p.
- Sanogo, S.; Pomella, A.; Hebbar, P.K. 2002. Production and germination of conidia *Trichoderma stromaticum*, a mycoparasite of *Crinipelis pernicioso* on cacao. *Phytopathology*, 92 (10): 1037-1047.
- Souza, A.Q.L.; Souza, A.D.L.; Astolfi Filho, S.; Pinheiro, M.L.B.; Sarquis, M.I.M.; Pereira, J.O. 2004. Atividade antimicrobiana de fungos endofíticos isolados de plantas tóxicas da Amazônia: *Palicourea longiflora* (Aubl.) Rich e *Strychnosogens bentham*. *Acta Amazonica*, 34: 185-195.
- Schirmbock, M.; Lorito, M.; Wang, Y.L. 1994. Parallel formation and synergism of hydrolytic enzymes and peptaibol antibiotics, molecular mechanisms involved in the antagonistic action of *Trichoderma harzianum* against phytopathogenic fungi. *Applied and Environmental Microbiolog*, 60: 4344-4370.
- Weiler, C.A. 2004. *A interação Fumo-Trichoderma sp. no floating de produção de mudas*. Dissertação (Mestrado). UFRGS, Porto Alegre, 42p.
- Windham, M.T.; Elad, Y.; Baker, R.A. 1986. A mechanism for increased plant growth induced by *Trichoderma* spp. *Phytopathology*, 76:518-521.

MÉTODOS PRÉ-GERMINATIVOS PARA SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA DAS SEMENTES DE CINCO ESPÉCIES DE *Chamaecrista* (FABACEAE, CAESALPINIOIDEAE)

Luiz Augusto Gomes de SOUZA¹, Augusto Cruz de MEIRELLES²

¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Inpa, Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis. Manaus, AM. Caixa Postal 2223, CEP: 69080-971, e-mail: souzalag@inpa.gov.br;

² Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido/PPG-ATU, do Inpa, em Manaus, AM. e-mail: gugaadams@gmail.com.

Palavras-Chave: Biodiversidade, Leguminosas, Germinação de Sementes, Amazônia.

INTRODUÇÃO

O gênero *Chamaecrista* (Fabaceae, Caesalpinioideae, tribo Cassieae, subtribo Cassiinae) abriga 265 espécies tropicais, 239 originadas no neotrópico e algumas na África, Ásia e Austrália (Irwin e Barneby 1982). No Brasil foram registradas 232 *Chamaecrista* spp. e o centro de radiação do gênero é a Bahia (Lewis 1987). Considerando sua filogenia, Irwin e Barneby (1981) segregaram *Cassia*, *Senna* e *Chamaecrista* do antigo gênero *Cassia*. As *Chamaecrista* diferem de *Cassia* e *Senna* no hábito de crescimento quase exclusivamente herbáceo e na capacidade de formar simbioses fixadoras de N₂ com bactérias do grupo dos rizóbios (Moreira *et al.* 1992), o que evidencia seu potencial de algumas *Chamaecrista* spp. na recuperação de áreas degradadas.

Na Amazônia, foram feitas poucas pesquisas sobre germinação de sementes de Fabaceae. As informações básicas sobre germinação de sementes precedem outros estudos para exploração do potencial das espécies e são importantes para sua multiplicação e cultivo. Pesquisando a germinação natural de leguminosas nativas, Silva *et al.* (1988), concluíram que 70 % das espécies germinam rapidamente, em menos de 60 dias. Outros estudos registram a dormência das sementes e sugerem que sua principal causa é o tegumento impermeável, o que foi constatado para muitas espécies como: *Cassia grandis* (Ledoux e Lobato 1969), *Pithecellobium parvifolium*, *Cassia excelsa* e *Piptadenia obliqua* (Souza *et al.* 1980), *Mimosa scabrella* (Bianchetti 1981), *Hymenaea courbaril* e *H. parvifolia* (Carpanezzi e Marques

1981), *Dinizia excelsa* (Vastano Júnior *et al.* 1983), *Parkia pendula* (Barbosa *et al.* 1984), e para várias leguminosas herbáceas (Souza *et al.*, 2000).

A dormência nas sementes é identificada quando em condições favoráveis de luz, umidade, temperatura e aeração, a germinação é baixa, atrasada e irregular. Nas sementes duras, a germinação natural só ocorre após dano ao tegumento feitos por abrasão mecânica, degradação microbiana, variações de temperatura, ou até mesmo pela passagem pelo trato digestivo de animais (Thompson e Ooi 2010). O amolecimento da casca também pode reduzir o período de dormência das sementes (Copete *et al.* 2011). Como as espécies apresentam grande variabilidade entre si, entre indivíduos e entre sementes de uma mesma árvore, é preciso pesquisar métodos adequados para favorecer a germinação. Este trabalho avaliou o efeito de métodos pré-germinativos para superar a dormência das sementes de cinco espécies de *Chamaecrista*.

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Os trabalhos foram desenvolvidos no Laboratório de Microbiologia do Solo (LMS) do Instituto Nacional de Pesquisas

da Amazônia (Inpa), em Manaus, AM, no ano de 2008. O germoplasma foi coletado entre os anos de 2001 e 2008, em diferentes municípios do Estado do Amazonas. A classificação dos táxons foi feita com o preparo de exsicatas, depositadas no Herbário do Inpa, em Manaus. Após a limpeza dos frutos, as sementes foram registradas no Banco de Sementes, em recipientes vedados e em baixa temperatura ($\pm 8^{\circ}\text{C}$), em geladeira.

As espécies de *Chamaecrista* pesquisadas foram: prateada (*C. desvauxii* (Collad.) Killip var. *latistipula* (Benth.) G.P. Lewis), mandubirana (*C. diphylla* (L.) Greene), sensitiva (*C. mimosoides* (L.) Greene), falsa-dormideira (*C. nictitans* (L.) Moench.) e cássia-rasteira (*C. rufa* (M. Martens & Galeotti) Britton & Rose var. *exsul* H.S. Irwin & Barneby). Antecedendo os ensaios, foram determinados: o número de sementes por grama e tomadas medidas do comprimento, largura e espessura, com o auxílio de paquímetro digital, com 10 repetições. As informações sobre hábito de crescimento, ambiente e registro em Herbário estão apresentadas na Tabela 1.

Os ensaios de germinação foram feitos em condições controladas em estufas reguladas a temperatura ambiente (24-26°C), no escuro. Foram usadas placas

Tabela 1. Nome científico e popular, hábito, ambiente ecológico e número de registro em herbário de cinco espécies de Fabaceae do gênero *Chamaecrista*.

Espécies	Nome popular	Hábito	Ambiente	Número de registro no Herbário do Inpa
<i>C. desvauxii</i>	prateada	arbusto	cultivada	221.372
<i>C. diphylla</i>	mandubirana	erva reptante	áreas abertas	220.881
<i>C. mimosoides</i>	sensitiva	erva ereta	campinarana	220.898
<i>C. nictitans</i>	falsa-dormideira	erva ereta	igapó	148.577
<i>C. rufa</i>	cássia-rasteira	erva reptante	áreas abertas	202.418

de Petri com duplas camadas de papel toalha umedecidas com água destilada, 10 mL placa⁻¹. Antecedendo a instalação, as placas preparadas foram autoclavadas por 15 min em pressão de 1,2 atm. Algumas informações sobre a procedência das sementes e período de armazenamento estão apresentadas na Tabela 2.

Os tratamentos pré-germinativos aplicados foram:

- 1) Testemunha (germinação natural das sementes);
- 2) Escarificação química com H₂SO₄ por 5 minutos.
- 3) Escarificação mecânica manual pelo atrito entre lixas por 1 minuto;
- 4) Choque térmico com água em ebulição (100°C).

Na escarificação ácida, as sementes foram dispostas em um Becker e recobertas com o produto. Em seguida foram lavadas em água corrente, até completa extração dos resíduos. As lixas utilizadas na escarificação mecânica eram 120 PN, e as sementes foram atritadas no tempo determinado. A água em ebulição foi adicionada sobre as sementes. Antecedendo a semeadura todas as sementes foram imersas em água por 24 h.

A distribuição das sementes nas placas foi feita com pinça flambada. A contagem de sementes germinadas foi feita diariamente e o critério adotado para considerar a semente germinada foi a emergência da radícula. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições de 25 sementes, totalizando 400 sementes por espécie. Cada espécie constituiu um experimento.

Foram considerados na avaliação: o número de sementes germinadas, a porcentagem de germinação, o período germinativo e o Índice de Velocidade de Germinação (IVG). Os IVG foi calculado segundo Popinigis (1977). O período germinativo correspondeu ao número de dias decorridos entre o primeiro e o último registro da germinação. Aos 7 dias, foram tomadas medidas do comprimento da plântula inteira de cada espécie, com 10 repetições.

A análise dos dados foi feita no programa estatístico Estat 2.0. No processamento os dados da porcentagem de germinação foram transformados para arcoseno $\sqrt{x+0,01}$. O número de sementes germinadas, IVG e período germinativo foram transformados para $\sqrt{x+0,01}$, conforme Centeno (1990). Foram preparadas curvas de germinação para

Tabela 2. Dados da procedência e do período de armazenamento das sementes de cinco espécies de *Chamaecrista*.

Espécies	Data da coleta	Local de coleta (AM)	Data do experimento	Período de armazenamento (meses)
<i>C. desvauxii</i>	20/09/2008	Manacapuru	01/10/2008	0,4
<i>C. diphylla</i>	24/03/2007	São Gabriel da Cachoeira	29/07/2008	16,4
<i>C. mimosoides</i>	27/03/2007	São Gabriel da Cachoeira	15/10/2008	16,3
<i>C. nictitans</i>	22/03/2006	Manaus	24/08/2008	29,5
<i>C. rufa</i>	18/11/2001	Benjamin Contant	12/08/2008	81,9

comparar a resposta aos tratamentos pré-germinativos.

MÉTODOS PARA SUPERAR A DORMÊNCIA EM SEMENTES DE *Chamaecrista* SPP.

A aplicação de tratamentos pré-germinativos é uma etapa importante para obtenção de uma germinação rápida e homogênea nas espécies de *Chamaecrista*. Algumas informações biométricas, bem como o número de sementes por grama das aqui pesquisadas estão apresentadas na Tabela 3. As cinco espécies possuem sementes de dimensões semelhantes, mas o número de sementes por grama variou entre o grupo avaliado, entre 80 e 390 sementes g⁻¹.

QUEBRA DA DORMÊNCIA EM SEMENTES DE PRATEADA (*Chamaecrista desvauxii* var. *latistipula*)

As sementes de prateada são pequenas, alongadas e apresentavam tegumento marrom-avermelhado brilhante, com peso individual de 3,7 mg e volume de $\pm 4,9$ mm³. A aplicação de tratamentos pré-germinativos favoreceu sua germinação de sementes, embora a taxa de germinação natural tenha sido de 57,0 %, sugerindo uma leve dormência após a coleta dos frutos (Tabela 4). O período de armazenagem das sementes foi de 12 dias, sugerindo que estas ainda se encontravam em dessecação.

Tabela 3. Medidas biométricas das sementes e número de sementes por grama de cinco espécies de *Chamaecrista*, de distribuição natural amazônica. (n = 10).

Espécies	Comprimento	Largura	Espessura	Nº de sementes g ⁻¹
	mm			
C. desvauxii	4,2	1,2	0,7	270
C. diphylla	2,0	1,4	0,8	390
C. mimosoides	2,5	1,9	0,9	230
C. nictitans	2,4	1,8	0,9	209
C. rufa	3,5	2,4	1,2	80

Tabela 4. Efeito de métodos pré-germinativos na superação da dormência das sementes de prateada (*Chamaecrista desvauxii* var. *latistipula*).¹

Tratamentos	Nº de sementes germinadas	Germinação (%)	Índice de Velocidade de Germinação	Período germinativo (dias)
Testemunha	14 ab	57,0 ab	3,94 b	5 a
H ₂ SO ₄ por 5 minutos	18 a	72,0 a	16,16 a	5 a
Atrito entre lixas	16 a	66,0 a	12,42 a	5 a
Água à 100°C	10 b	39,0 b	7,04 b	4 a
CV (%)	10,81	13,96	21,04	13,41
Teste F	5,92*	6,11**	28,19**	0,44 ^{ns}

¹As médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si no nível de 1 ou 5 % de probabilidade (P < 0,01), (P < 0,05) pelo teste de Tukey; ^{ns}não significativo.

A germinação das sementes de prateada foi favorecida com a escarificação ácida, alcançando 72,0 %. O início do processo deu-se 1 dia após a semeadura nos tratamentos escarificados e aos 2 dias no testemunha. Houve boa resposta germinativa também a escarificação com lixa, principalmente na velocidade de germinação. Para esta espécie, o choque térmico não favoreceu os processos germinativos.

Aguiar (1984) considera que o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) é uma variável importante na interpretação dos resultados de germinação por reunir a porcentagem e velocidade de germinação das sementes. Nos processos germinativos, os maiores valores do IVE sinalizam maior rapidez e homogeneidade, favorecendo as etapas subsequentes da germinação, tais como a produção de mudas e o plantio. A Figura 1 apresenta a curva de germinação das sementes de prateada em resposta aos diferentes tratamentos pré-germinativos aplicados.

Considerando-se que a escarificação das sementes com ácido sulfúrico oferece risco, e só deve ser praticada em laboratório ou por técnicos capacitados, a escarificação mecânica entre lixas pode ser um método pré-germinativo mais viável a ser empregado em propriedades rurais por pequenos agricultores interessados em obter boa germinação para esta espécie. Aos sete dias após a semeadura o comprimento total das plântulas de prateada eram de $\pm 3,7$ cm.

Para Carvalho e Nakagawa (1980), nas sementes de leguminosas que possuem tegumento duro e impermeável, a região do hilo tem o papel de regular a saída de água da semente, tratando-se de uma membrana semipermeável, regulando uma gradual perda de água. As espécies que apresentam dormência relacionada a dureza e impermeabilidade do tegumento dessecam após a maturação dos frutos, quando ainda estão com maior conteúdo interno de umidade.

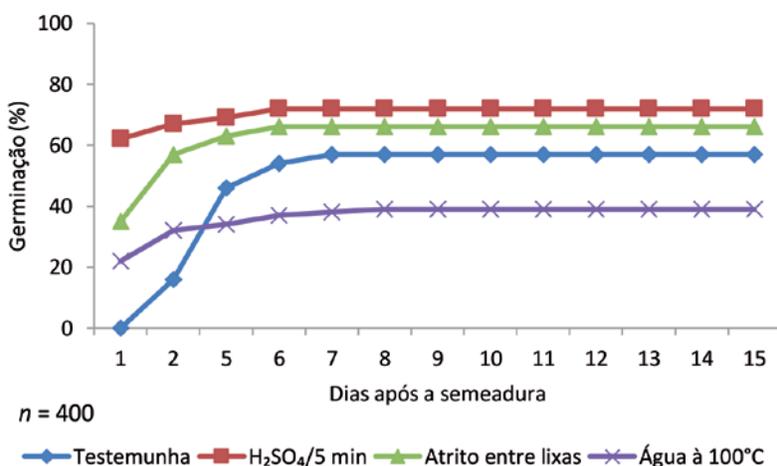


Figura 1. Efeito da aplicação de tratamentos pré-germinativos na porcentagem de germinação de sementes de prateada (*Chamaecrista desvauxii* var. *latistipula*).

QUEBRA DA DORMÊNCIA EM SEMENTES DE MANDUBIRANA (*Chamaecrista diphylla*)

As sementes de mandubirana são pequenas, alongadas, duras, com tegumento negro ou marrom, peso de ± 2 mg e volume de ± 3 mm³. Foram constatados mecanismos de dormência atuantes, quando as sementes foram armazenadas 16,4 meses após a coleta e na ausência de tratamentos pré-germinativos as sementes não germinaram (Tabela 5).

O tratamento de choque térmico com água a 100°C não produziu efeitos na quebra da dormência das sementes desta espécie. O tratamento com ácido sulfúrico favoreceu a quebra da dormência das sementes de mandubirana, mas a taxa média de germinação foi < 50 %. Almeida *et al.* (1979) verificaram que a escarificação das sementes de enxada-verde (*Calopogonium mucunoides*) com H₂SO₄/20 minutos promoveu a germinação desta espécie para mais de 80

%. Com mandubirana, a germinação verificada pode estar relacionada com a qualidade do lote de sementes ou com a demanda por um maior tempo de exposição ao ácido. A germinação de mandubirana também foi favorecida pelo atrito entre lixas comparada ao tratamento controle. Considerando-se o IVG, somente a escarificação ácida superou significativamente ($p < 0,01$) os demais tratamentos.

O início da germinação de mandubirana foi 1-2 dias após a sementeira, exceto para o choque térmico onde o início da germinação foi aos 6 dias após. O menor período germinativo de dois dias foi verificado no tratamento com ácido. A baixa germinação foi associada a qualidade do lote de sementes avaliado. A curva de germinação obtida para esta espécie está apresentada na Figura 2. Nela nota-se a ausência de diferenças entre a germinação natural e as submetidas ao choque térmico. Aos oito dias da sementeira, as plântulas inteiras de mandubirana tinham $\pm 4,9$ cm.

Tabela 5. Efeito da aplicação de tratamentos pré-germinativos na quebra da dormência das sementes de mandubirana (*Chamaecrista diphylla*).¹

Tratamentos	Número de sementes germinadas	Germinação (%)	Índice de Velocidade de Germinação	Período germinativo (dias)
Testemunha	0 c	1,0 c	0,12 b	0 b
H ₂ SO ₄ por 5 minutos	10 a	41,0 a	8,75 a	2 a
Atrito entre lixas	3 b	14,0 b	2,79 b	1 ab
Água à 100°C	0 c	2,0 bc	0,08 b	1 ab
CV (%)	39,68	43,79	72,76	45,45
Teste F	20,48**	19,01**	14,54**	6,09**

¹Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si no nível de 1 % de probabilidade ($P < 0,01$), pelo teste de Tukey.

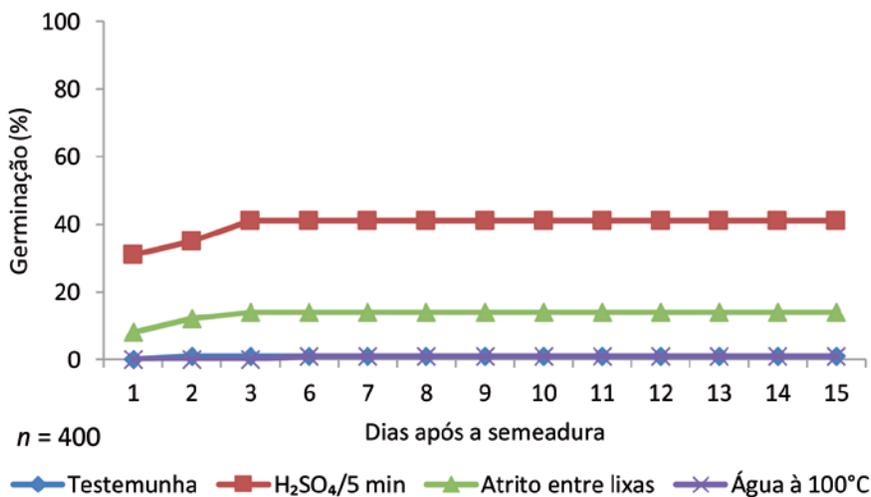


Figura 2. Efeito da aplicação de tratamentos pré-germinativos na porcentagem de germinação de sementes de mandubirana (*Chamaecrista diphylla*).

QUEBRA DA DORMÊNCIA EM SEMENTES DE SENSITIVA (*Chamaecrista mimosoides*)

As sementes de sensitiva têm cor negra ou marrom escura, são foscas, duras, de formato quadrangular assemelhando-se a minúsculos quadrados achatados, com peso de $\pm 3,7$ mg e volume de $\pm 4,6$ mm³. Na Tabela 6 são apresentados os resultados da germinação de sementes de sensitiva, após o 16,3 meses de armazenamento. Foi constatada uma baixa germinação natural das sementes e sua boa resposta aos tratamentos pré-germinativos aplicados.

Em todas as condições as sementes iniciaram a germinação 1 dia após a semeadura. Foi observada que a escarificação com ácido ou com lixas resultaram nas maiores taxas de germinação, das sementes de sensitiva com 63,0 e 68,0 %, respectivamente. Souza *et al.* (2000)

estudaram a germinação de sementes de *Senna obtusifolia* e as melhores taxas de germinação foram em resposta ao atrito entre lixas por 1 minuto (95 % de germinação) enquanto que com H₂SO₄ por 10 minutos foi de 92 %.

Para o IVG, verificou-se que o choque térmico promoveu a germinação de *C. mimosoides* comparado à germinação natural, mas foi inferior às tratadas com ácido ou com lixa. Não houve diferenças significativas para o período germinativo que se distribuiu entre 3 e 8 dias. Após o 8º dia a germinação de sensitiva estabilizou. Como a escarificação ácida comparou-se ao tratamento mecânico este oferece menor risco e pode ser adotado.

Na Figura 3 está apresentada a curva de germinação das sementes de sensitiva, em resposta aos tratamentos pré-germinativos aplicados. Aos nove dias após a semeadura as plântulas inteiras de sensitiva apresentavam $\pm 7,1$ cm.

Tabela 6. Efeito da aplicação de tratamentos pré-germinativos na quebra da dormência das sementes de sensitiva (*Chamaecrista mimosoides*).¹

Tratamentos	Número de sementes germinadas	Germinação (%)	Índice de Velocidade de Germinação	Período germinativo (dias)
Testemunha	4 c	15,0 c	3,32 b	4 a
H ₂ SO ₄ por 5 minutos	16 a	63,0 a	15,08 a	3 a
Atrito entre lixas	17 a	68,0 a	12,14 a	8 a
Água à 100°C	10 b	42,0 b	12,49 a	6 a
CV (%)	7,40	10,54	25,78	34,55
Teste F	66,30**	44,21**	13,69**	2,33 ^{ns}

¹Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si no nível de 1 % de probabilidade (P < 0,01), pelo teste de Tukey; ^{ns}não significativo.

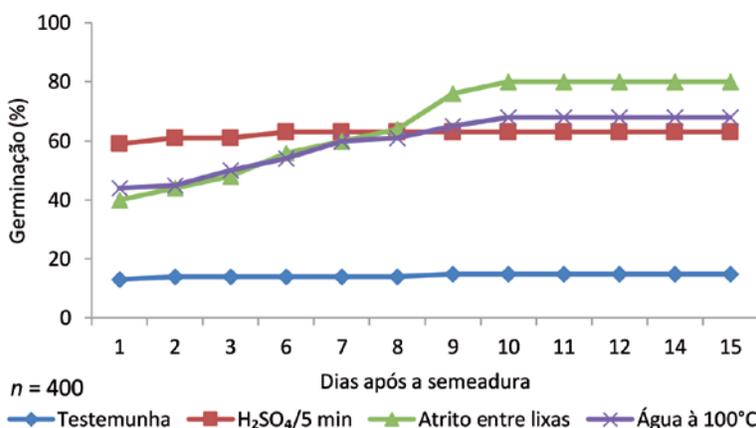


Figura 3. Efeito da aplicação de tratamentos pré-germinativos na porcentagem de germinação de sementes de sensitiva (*Chamaecrista mimosoides*).

QUEBRA DA DORMÊNCIA EM SEMENTES DE FALSA-DORMIDEIRA (*Chamaecrista nictitans*)

As sementes de *Chamaecrista nictitans* são muito semelhantes às de *C. mimosoides*, e apresentam similarmente tegumento negro e formato quadrangular achatado, com peso de $\pm 2,9$ mg e volume de $\pm 4,1$ mm³. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 7. Embora as sementes tenham sido preservadas por

29,5 meses, isso não afetou a qualidade do lote, e no melhor tratamento, 90,0 % das sementes germinaram.

Ao contrário de *C. desvauxii* var. *la-tistipula*, *C. diphylla* e *C. mimosoides*, as sementes de *C. nictitans* responderam ao choque térmico com água em ebulição e a porcentagem de germinação neste tratamento alcançou 89,0 % de sementes germinadas, não diferindo dos tratamentos de escarificação ácida ou mecânica. Para esta espécie todos os diferentes tipos de tratamentos pré-germinativos

foram eficientes na quebra da dormência das sementes, com taxas de germinação superiores a 80,0 %. No tratamento testemunha a germinação natural das sementes foi de 25,0 % ao final do teste.

Para todos os tratamentos a germinação foi iniciada um dia após a semeadura e o período germinativo médio, exceto no tratamento testemunha variou entre 3 e 4 dias, não sendo mais registradas novas germinações até os 15 dias de acompanhamento. As diferenças entre tratamentos também foram significativas para a velocidade de germinação.

Segundo Novembre (1994), a temperatura boa para germinação é definida como sendo aquela que ocorre o máximo de germinação em menor tempo. Assim, na semeadura de falsa-dormideira o choque térmico pode ser recomendado.

Na Figura 4, estão apresentadas as curvas de germinação das sementes de falsa-dormideira. Nota-se que as sementes que germinaram naturalmente foram bem distintas dos demais tratamentos. Aos seis dias após a semeadura as plântulas inteiras de falsa-dormideira tinham $\pm 7,3$ cm.

Tabela 7. Efeito da aplicação de tratamentos pré-germinativos na quebra da dormência das sementes de falsa-dormideira (*Chamaecrista nictitans*).

Tratamentos	Número de sementes germinadas	Germinação (%)	Índice de Velocidade de Germinação	Período germinativo (dias)
Testemunha	6 b	25,0 b	5,05 b	1 b
H ₂ SO ₄ por 5 minutos	22 a	90,0 a	17,30 a	3 ab
Escarificação mecânica	21 a	82,0 a	15,49 a	4 a
Água a 100°C	22 a	89,0 a	15,33 a	4 a
CV (%)	11,73	11,68	15,74	17,10
Teste F	23,18**	35,40**	28,29**	9,02**

¹Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si no nível de 1 % de probabilidade (P < 0,01), pelo teste de Tukey.

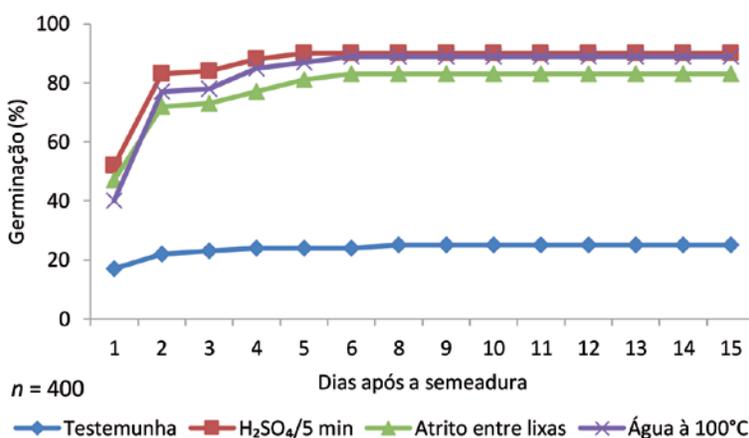


Figura 4. Efeito da aplicação de tratamentos pré-germinativos na porcentagem de germinação de sementes de falsa-dormideira (*Chamaecrista nictitans*).

QUEBRA DA DORMÊNCIA EM SEMENTES DE CÁSSIA-RASTEIRA (*Chamaecrista rufa* var. *exsul*)

Seguindo o padrão morfológico de *C. mimosoides* e *C. nictitans*, as sementes de *C. rufa* var. *exsul* também apresentaram cor negra e formato quadrangular achatado, porém com dimensões maiores que as das outras espécies, com ± 12 mg de peso e volume de $\pm 1,4$ mm³. A cássia-rasteira apresentou mecanismos consistentes de dormência e na ausência de tratamentos pré-germinativos, nenhuma semente germinou (Tabela 8). As melhores respostas germinativas foram quando as sementes foram tratadas com ácido sulfúrico ou com água quente, que promoveram a germinação para $> 90,0$ %. Mas, ao considerarmos o IVG obtido nos processos germinativos, a escarificação ácida superou significativamente os demais.

A escarificação com lixas não favoreceu a germinação de cássia-rasteira, e só 28,0 % germinaram. Considerando-se o IVG, os tratamentos de choque térmico e escarificação entre lixas não diferiram entre si, mas foram menos eficientes que o tratamento

com ácido. O período germinativo de sementes escarificadas com ácido foi de somente 1 dia, quando quase 100 % das sementes germinaram. Com água quente, o período germinativo foi de 9 dias.

Bechara *et al.* (2007) obtiveram índices de 73,5% de sementes germinadas de *Chamaecrista flexuosa* após a imersão em água à 80 °C por 5 segundos, comprovando que o método também pode ser aplicado em espécies congêneres. Segundo McDonald e Copeland (1985), o processo germinativo é favorecido por alternância diária de temperatura, porém essa necessidade pode estar associada à dormência. A Figura 5 apresenta as curvas de germinação das sementes de cássia-rasteira em resposta aos tratamentos pré-germinativos aplicados.

A escarificação com ácido promoveu um pico de germinação um dia após a semeadura, com germinação residual no 2º e 3º dia e alta homogeneidade. O choque térmico promoveu uma curva progressiva ascendente, reforçando que embora a taxa final tenha sido alta, se distribuiu por nove dias. Aos seis dias após a semeadura, as plântulas inteiras de cássia-rasteira apresentavam $\pm 10,9$ cm.

Tabela 8. Efeito da aplicação de tratamentos pré-germinativos na quebra da dormência das sementes de cássia-rasteira (*Chamaecrista rufa* var. *exsul*).¹

Tratamentos	Número de sementes germinadas	Germinação (%)	Índice de Velocidade de Germinação	Período germinativo (dias)
Testemunha	0 c	0,0 c	0,0 c	0 c
H ₂ SO ₄ por 5 minutos	23 a	99,0 a	24,46 a	1 b
Atrito entre lixas	10 b	28,0 b	4,28 b	7 a
Água a 100°C	23 a	91,0 a	8,53 b	9 a
CV (%)	15,27	18,85	22,08	21,83
Teste F	84,41**	77,39**	55,89**	52,04**

¹Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si no nível de 1 % de probabilidade ($P < 0,01$), pelo teste de Tukey.

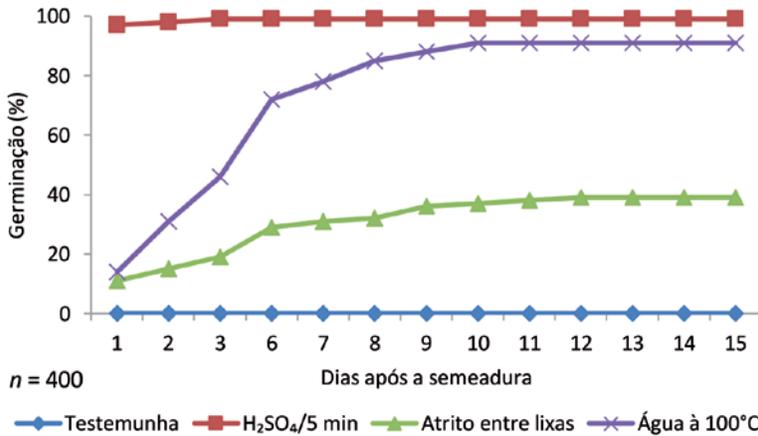


Figura 5. Efeito da aplicação de tratamentos pré-germinativos na porcentagem de germinação de sementes de cássia-rasteira (*Chamaecrista rufa* var. *exsul*).

CONCLUSÕES

As espécies *Chamaecrista desvauxii* var. *latistipula*, *C. diphylla*, *C. mimosoides*, *C. nictitans* e *C. rufa* var. *exsul* apresentaram mecanismos de dormência física atribuída a dureza e impermeabilidade do tegumento.

Para todas as espécies, os mecanismos de dormência foram superados quimicamente quando expostas ao H₂SO₄ por 5 minutos. As sementes de *C. desvauxii* var. *latistipula*, *C. mimosoides* e *C. nictitans*, também podem ser escarificadas mecanicamente pelo atrito entre lixas por 1 minuto e *C. rufa* var. *exsul* apresentou boa resposta ao tratamento térmico com água quente à 100°C.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, L.D.; Maeda, J.A.; Falivene, S.M.P. 1979. Efeitos de métodos de escarificação na germinação de sementes de cinco leguminosas forrageiras. *Bragantia*, 38(9): 83-96.
- Aguilar, I. B. 1984. Avaliação da qualidade fisiológica das sementes florestais. *Simpósio Internacional Método de Produção de Controle e Qualidade de Sementes e mudas Florestais*. Anais, Curitiba, p. 277-289.
- Barbosa, A.P.; Vastano Júnior, B.; Varella, V.P. 1984. Tratamentos pré-germinativos de sementes de espécies florestais amazônicas. II - Visgueiro (*Parkia pendula* Benth. Leg-Mimosoideae). *Acta Amazonica*, 14(1-2): 280-288.
- Bechara, F.C.; Fernandes, G.D.; Silveira, R.L. 2007. Quebra de dormência de sementes de *Chamaecrista flexuosa* (L.) Greene Leguminosae, visando a restauração ecológica do cerrado. *Rev. Biol. Neotrop.*, 41(1): 58-63.
- Bianchetti, A. 1981. Método para superar a dormência de sementes de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth). EMBRAPA, URPFCS, Circular Técnica n° 4. 18p.
- Carpanezi, A.A.; Marques, L.C.T. 1981. Germinação de sementes de jutai-açu (*Hymenaea courbaril*) e de jutai-mirim (*Hymenaea parvifolia* Huber) escarificadas com H₂SO₄ comercial. EMBRAPA-CPATU, Belém-PA, Circular Técnica n° 19. 15p.

- Carvalho, N.M.; Nakagawa, J. 1980. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. Fundação Cargil, Campinas, 1980, 326p.
- Centeno, A.J. 1990. Curso de estatística aplicada à biologia. UFG, Goiânia, Centro Editorial, Coleção didática 3, p.182-185.
- Copete, E., Herranz, J.M., Ferrandis, P., Baskin, C.C.; Baskin, J.M. 2011. Physiology, morphology and phenology of seed dormancy break and germination in the endemic Iberian species *Narcissus hispanicus* (Amaryllidaceae). *Annals of Botany*, 107: 1003-1016.
- Gentry, A.H. 1986. An overview of neotropical phytogeographic patterns with an emphasis on Amazônia. SIMP. DO TRÓPICO ÚMIDO, 1. Belém, Anais, EMBRAPA/CPATU, Doc. No. 36, p.19-36.
- Irwin, H.S.; Barneby, R.C. 1981. Tribe Cassieae Bronn. In: Polhill, R.M.; Raven, P.H (Ed.). *Advances in Legume Systematics*, p. 97-106.
- Irwin, H.S.; Barneby, R.C. 1982. *The American Cassinae. A synoptical Revision of Leguminosae, Tribe Cassieae, subtribe Cassiinae in the New World*. Memoirs of the New York Botanical Garden, 1982, 454p.
- Ledoux, P.; Lobato, R.C. 1969. Experimento pré-seletivo massal sobre a germinação de diversas populações de *Cassia grandis* L. (Leguminosae). *Ciência e Cultura*, 21(2): 441-442.
- Lewis, G.P. 1987. *Legumes of Bahia*. Royal Botanic Gardens kew, 1987, 399p.
- Lewis, G.P.; Polhill, R.M. 1998. A situação atual da sistemática de Leguminosae neotropicais. In: Congresso Latinoamericano de Botânica, 6. Mar del Plata, Proceedings St. Louis: Missouri Botanical Garden Press. p. 113-145.
- McDonald, M.B.; Copeland, L. 1985. *O. Principles of seed science and technology*. 2da ed. Minneapolis: Burgess Publishing Company, 1980, 321p.
- Moreira, F.M.S.; Silva, M.F.; Faria, S.M. 1992. Occurrence of nodulation in legume species in the Amazon region of Brazil. *New Phytology*, 121: 563-570.
- Novembre, A.D.L.C. 1994. *Estudo da metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de algodão (Gossypium hirsutum L.) deslindadas mecanicamente*. Tese de Doutorado. Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo. 133p.
- Popinigis, G.T. 1977. *Fisiologia da semente*. Brasília: Ministério da Agricultura, Agiplan, 1977, 312 p.
- Silva, M.F.; Goldman, G.H.; Magalhães, F.M.M.; Moreira, F.W. 1988. Germinação natural de dez leguminosas arbóreas da Amazônia. *Acta Amazônica*, 18(1-2): 9-26.
- Souza, S.M.; Drumond, M.A.; Silva, H.D. 1980. *Estudos de métodos para superar a dormência de sementes de Piptadenia oblíqua (Pers) Macbr., Pithecellobium parvifolium (Willd) Benth. e Cassia excelsa*. EMBRAPA/CPATSA, Pesq. Flor. no semi-árido: sementes e mudas. Petrolina, Boletim de Pesquisa, 14p.
- Souza, L.A.G.; Albertino, S.M.F.; Silva, M.F.; Silva, J.F. 2000. Superação da dormência de sementes de oito espécies de leguminosas herbáceas submetidas a tratamentos pré-germinativos. *Ciências Agrárias: Revista da Universidade Federal do Amazonas*, 9(1-2): 1-23.
- Thompson, K.; Ooi, M.K.J. 2010. To germinate or not to germinate: more than just a question of dormancy. *Seed Science Research*, 20: 209-211.
- Varela. V.P.B.; Sá, S.T.V. 1991. Tratamento pré-germinativo de sementes de espécies florestais da Amazônica. IV feaveira camuzé (*Stryphnodendron pulcherrimum* (Willd.) Hochr. Leguminosae. *Revista Brasileira de Sementes*, 13(2): 87-90.
- Vastano Júnior, B.; Barbosa, A.P.; Gonçalves, A.N. 1983. Tratamentos pré-germinativos de sementes de espécies florestais Amazônicas. I - Angelim Pedra (*Dinizia excelsa* Ducke - Leg. Mim.). *Acta Amazonica*, 13(2): 413-419.

EFEITO DO SUBSTRATO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MANJERIOBA (*Senna occidentalis*) EM CONDIÇÕES CONTROLADAS

Adinã de Oliveira MATOS¹, Luiz Augusto Gomes de SOUZA²,

José Nestor de Paula LOURENÇO³

¹ Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido/PPG-ATU. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Inpa, Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis, Manaus, AM. Caixa Postal 2223, CEP: 69080-971, e-mail: adinanmatos@hotmail.com;

² Coordenação de Sociedade Ambiente e Saúde – Csas/Inpa, e-mail: souzalag@inpa.gov.br;

³ Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM – 010 km 29, CEP: 69.010-970, Manaus, AM, e-mail: nestor.lourenco@gmail.com

Palavras-chave: Fabaceae, produção de mudas, sementeira, plantas medicinais.

INTRODUÇÃO

A pesquisa agronômica sobre a semeadura e formação de mudas, é apoiada pela avaliação de técnicas que favoreçam a máxima expressão germinativa das espécies de interesse de cultivo. Além de luz, temperatura, água e oxigênio, o substrato ideal para a germinação das sementes tem influência direta no sucesso da semeadura (Brasil 2009). Em condições controladas ou em equipamentos designados como germinadores, os substratos mais utilizados são: pano, papel-toalha, papel de filtro, papel mata-borrão, terra e areia. Sabe-se que o substrato ideal deve oferecer boas condições de umidade e aeração, em proporções adequadas, o que se consegue com constituintes que permitam boa drenagem (Alves *et al.* 2002).

A leguminosa herbácea *Senna occidentalis* (L.) Link, da família Fabaceae, subfamília Caesalpinioideae, é conhecida popularmente, no Brasil como manjerioba ou fedegoso, e tem centro de origem na área tropical americana (Lombardo *et al.* 2009). No Brasil, muitos trabalhos de pesquisa foram publicados para esta espécie empregando o seu sinônimo mais conhecido: *Cassia occidentalis* L. É uma planta pioneira, anual, que cresce até 3 m de altura, e atualmente tem ampla área de distribuição, que a classifica como planta cosmopolita tropical, ocorrente nos continentes africanos, asiáticos, europeus e também no Oriente Médio e nas ilhas dos oceanos Índico e Pacífico (Fowler e Carpanezzi 1997; Lombardo *et al.* 2009). Na Amazônia, é comum em todos os estados, e também se distribui em outras regiões brasileiras como o Nordeste e o Cen-

tro-Oeste (Souza 2012). Alguns aspectos botânicos das flores, folhas, frutos e sementes de manjerioba estão apresentados na Figura 1.

As populações naturais de manjerioba se estabelecem em áreas perturbadas, formando algumas vezes coberturas adensadas nas bordas de áreas agrícolas como pastagens, roçados, solos férteis, próximo a estradas e espontaneamente, nos cultivos de soja, milho e sorgo (Tokarnia *et al.* 2000), onde é considerada uma planta invasora das áreas de cultivo. A floração e frutificação das plantas pode persistir por vários meses, a partir do seu início, condicionada pelos fatores ambientais

(Embrapa 2013). Algumas pesquisas fotoquímicas já realizadas identificaram toxidez nas vagens, folhas e caules da planta de manjerioba, mas é na semente que se verifica a maior toxicidade (Riet-Correa *et al.* 2007). Quando consumidas pelas criações, nas áreas de pastejo onde prospera espontaneamente, os principais animais afetados são os bovinos, os suínos e as aves (Takeuti *et al.* 2011). A intoxicação pode também ser provocada pela ingestão de ração e feno, misturados com sementes ou consumo *in natura* em período de escassez de oferta para o pastoreio. Se explorada com outros fins, o cultivo de manjerioba deve ser feito em local protegido da entrada de animais.

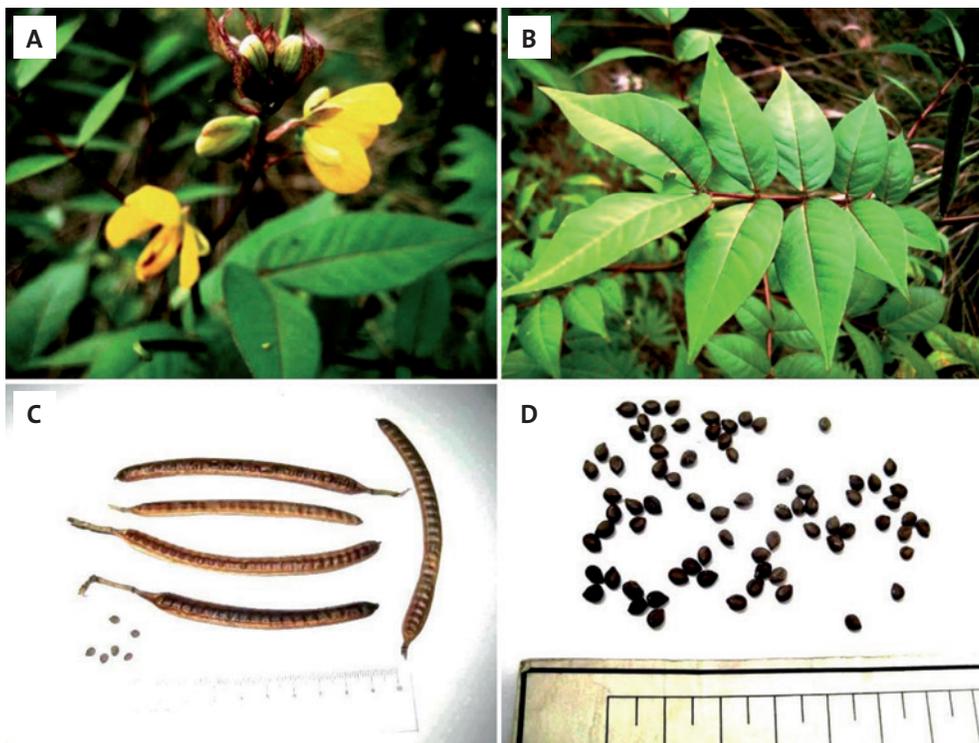


Figura 1. Características da floração (a) folhas (b) e frutos (c) e sementes (d), da leguminosa herbácea pioneira manjerioba (*Senna occidentalis*), Fabaceae, Caesalpinioideae.

Dentre as razões que pressupõem a potencialidade de cultivo de uma espécie como a manjerioba, que é reconhecida por oferecer riscos às criações, está o seu uso popular com fins medicinais e como base para o preparo de produtos fitoterápicos. Com essa finalidade, as partes da planta que são utilizadas são a casca, as sementes e as raízes, por sua ação anti-inflamatória, antiplaquetária, antitumoral, relaxante muscular, anti-hemolítica e também com fins medicamentosos contra a hepatite B. Há também aproveitamento por sua ação tônica, contra febre, náuseas e dores de cabeça (Vieira 1992). Recentemente, algumas pesquisas foram desenvolvidas com a manjerioba também para cultivo em agrossistemas que manejam meliponários na Amazônia Central, como planta para a suplementação alimentar das abelhas, especialmente para os períodos onde a oferta de alimentos é reduzida com o declínio das floradas.

Como a maioria das espécies de leguminosas pioneiras, a manjerioba apresenta mecanismos de dormência das sementes associado à dureza e impermeabilidade do tegumento. No meio técnico, o método pré-germinativo usado para superação das causas de dormência das sementes de manjerioba é a embebição em H_2SO_4 concentrado por 5 minutos (Santarém e Águila 1995; Fowler e Bianchetti 2000). Outros fatores que podem favorecer os processos germinativo de uma dada espécie de interesse, dentre eles o tipo de substrato utilizado para a sua sementeira. Assim foi desenvolvido um estudo experimental para avaliar o efeito do substrato na germinação das sementes de manjerioba, em condições controladas.

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Um experimento em condições controladas foi desenvolvido no Laboratório de Microbiologia do Solo, da Coordenação de Pesquisas em Sociedade, Ambiente e Saúde do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – LMS/Cosas-Inpa, no Campus do Inpa V-8, em Manaus, AM. As sementes de manjerioba (*S. occidentalis* (L.) Link) utilizadas nesta pesquisa, foram procedentes de matrizes coletadas em áreas devolutas da Comunidade de Três Corações, município de Amaraji, RR, no ano de 2009. No Herbário do Inpa, uma exsicata botânica da espécie foi depositada com o número de registro 230.888. Após a limpeza e beneficiamento dos frutos, um lote de sementes de manjerioba foi armazenado no banco de sementes ortodoxas do LMS, com $8,56 \pm 0,50$ de umidade, em recipientes não porosos, na temperatura de $\pm 8^\circ C$, mantido em geladeira. Antecedendo a armazenagem, as sementes foram medidas em comprimento, largura e espessura e pesadas em balança analítica, obtendo-se a média de 10 repetições.

Os seguintes materiais foram selecionados para uso como substrato de germinação: casca de cupuaçu pulverizada, carvão vegetal, pau, areia, casca de arroz, esterco bovino e serragem de madeira. A areia, procedente de material de construção foi lavada em água corrente por 40 minutos, após sua obtenção. A casca de cupuaçu foi procedente do município de Presidente Figueiredo, AM e a serragem foi obtida em serrarias locais derivada de múltiplas espécies. O pau foi coletado em troncos em decomposição no interior

da mata primária de terra firme e carvão vegetal foi obtido em área de queimada para o preparo da terra na Estação Experimental de Fruticultura Tropical do Inpa, na BR 174, Km 45, em Manaus. Por fim, o esterco bovino procedeu de uma área de pastagem do município de Iranduba, AM. Todos os materiais foram secos, pulverizados, peneirados em malha de 5 mm e autoclavados a 1,2 atm por 60 minutos, antes de seu uso. Os recipientes utilizados no teste foram placas de Petri de 11 cm de diâmetro, preenchidas até 0,5 cm com cada um dos substratos. Foi também utilizado um tratamento definido como controle, constituído por quatro camadas de papel toalha, totalizando oito tratamentos.

Antecedendo a sementeira, após a distribuição dos diferentes materiais nas placas, estas receberam 10 mL de água destilada estéril, aplicada como pipeta de igual volume, uma única vez ao início do teste, com fins de umedecimento do substrato-sementeira. As sementes de manjerioba foram tratadas com H_2SO_4 por 5 minutos seguido da lavagem em água corrente e de um período de embebição das sementes em água à temperatura ambiente. O semeio foi realizado com uma pinça esterilizada, após imersão das sementes em álcool 70 % por 30 segundos, com finalidade de assepsia e em seguida foram distribuídas 20 sementes por placa, semeadas entre substrato.

Após a sementeira, as placas seguida foram mantidas em estufa de incubação a temperatura média de 24-25°C, sem luminosidade. Como critério para se considerar uma semente germinada foi observada a emergência do caulículo. Durante o período de monitoramento, todas as

placas foram submetidas diariamente a casualização, oferecendo as mesmas condições aos tratamentos. As plântulas correspondentes às primeiras emergências foram retiradas das placas com auxílio de pinça estéril. Aos sete dias de acompanhamento, antecedendo a extração de plântulas germinadas, as placas foram fotografadas e a imagem está apresentada na Figura 2. O monitoramento da germinação foi diário até os 16 dias, quando deu-se o encerramento.

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado constituído por oito tratamentos e quatro repetições de 20 sementes, totalizando 640 sementes. Para a interpretação dos resultados foi considerado o número de sementes germinadas, a porcentagem de germinação e Índice de Velocidade de Emergência das sementes (IVE), calculado segundo Brasil (2009). Para o cálculo do IVE consideraram-se os registros diários de germinação, dividindo-se o número de sementes germinadas por dia, pelo número de dias transcorridos após a sementeira. A somatória dos valores define o índice. Também foi registrado o número de dias para o primeiro registro de emergência e o período germinativo, que correspondeu ao número de dias compreendido entre o primeiro e o último registro da germinação em cada parcela.

A análise estatística dos dados da análise de variância ANOVA foi processada pelo programa Estat, versão UNESP 2002, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para efeito de análise os dados do IVE foram transformados para $Y_{x+0,01}$ e valores em porcentagem para arco-seno $Y_{x+0,01}$, conforme Centeno (1990).



Figura 2. Efeito do tipo de substrato sobre a germinação das sementes de manjerioba (*Senna occidentalis*), aos sete dias de incubação *in vitro* em placas de Petri, no escuro.¹

¹**Substratos:** T1 - papel toalha; T2 - casca de cupuaçu; T3 - carvão vegetal; T4 - pau; T5 - areia; T6 - casca de arroz; T7 - esterco bovino; e, T8 - serragem de madeira.

EFEITO DO SUBSTRATO DE SEMEADURA SOBRE A GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE MANJERIOBA

As sementes de *S. occidentalis* apresentavam $4,5 \pm 0,3$ mm de comprimento, $3,4 \pm$ mm de largura, $1,4 \pm 0,2$ mm de espessura e peso de 18 ± 4 mg. São de cor creme, com pleurograma, duras, lustrosas, em forma de gota de água, compressas e apresentavam-se viáveis, após três anos de armazenagem. O início do processo germinativo deu-se aos dois dias após a semeadura para a maioria dos substratos, exceto esterco bovino, que foi iniciado aos três dias, e serragem de madeira aos quatro dias. Aos 16 dias após a semeadura, os registros de emergências das sementes estavam estáveis.

O tipo de substrato utilizado na semeadura de manjerioba afetou significativamente ($P < 0,01$) a taxa e a velocidade da germinação das sementes, conforme

pode ser verificado nas Figuras 3 e 4. Neste ensaio, a dupla camada de papel toalha foi usada como tratamento controle, e a taxa de germinação observada não diferiu significativamente da semeadura praticada em substratos constituídos por casca de cupuaçu, pau, areia e casca de arroz, todos com taxas de germinação superiores a 85,0 % (Figura 3). Neste grupo de substratos, onde a germinação de manjerioba evolui similarmente, as taxas de germinação foram significativamente superiores às obtidas com a semeadura feita em esterco bovino curtido e serragem de madeira.

Os resultados experimentais também permitiram inferir que quando o substrato de semeadura de manjerioba foi o carvão houve um pequeno decréscimo no potencial germinativo da espécie, embora a resposta seja intermediária e possivelmente não prejudicial como a verificado com esterco bovino e serragem

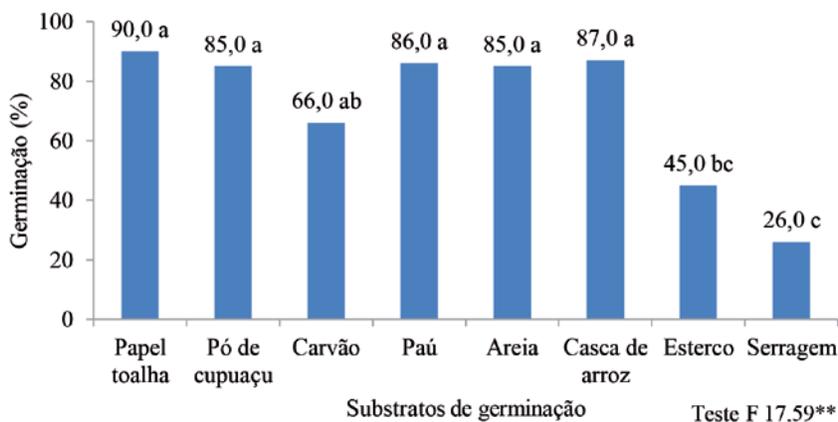


Figura 3. Efeito do tipo de substrato na taxa de germinação de sementes de manjerioba (*Senna occidentalis*), incubadas *in vitro* em placas de Petri, no escuro.¹

¹Médias seguidas de mesmas letras nas barras não diferem entre si no nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$).

de madeira, onde as taxas de germinação foram inferiores a 50%. É possível que o baixo índice de germinação no substrato com serragem da madeira esteja relacionado de alguma forma com a presença de taninos, polifenóis, resinas ou terebinthinas, que são compostos do metabolismo secundário vegetal, que podem ser tóxicos, exercendo ação inibidora sobre a germinação das sementes (Paiva e Gomes, 1993).

Por outro lado, o uso de esterco bovino deve ser precedido de seu curtimento, ou seja já decomposto, quando não há mais cheiro ou liberação de calor pelos processos de mineralização sempre em curso nesses materiais. Deve-se considerar também que, na etapa da germinação a demanda por nutrientes essenciais, disponibilizado em grande quantidade nos compostos orgânicos, é quase nula e pouco útil para as transformações metabólicas, bioquímicas e morfológicas envolvidas com os processos germinativos. Entretanto,

esta disponibilidade de nutrientes pode, indiretamente, favorecer os grupos de organismos ativos que constituem a biomassa microbiana e que colonizam a matéria orgânica e delas se beneficiam.

Nos ensaios sobre a germinação de sementes, o Índice de Velocidade de Emergência (IVE), é considerado um indicador de maior precisão por reunir informações sobre a capacidade e velocidade de germinação, auxiliando na comparação das respostas. Para as sementes de manjerioba, o tipo de substrato utilizado afetou significativamente os valores de IVE, conforme apresentado na Figura 4. Concordando com os resultados obtidos para a taxa de germinação, os valores de IVE evidenciaram uma inadequação dos substratos esterco bovino e serragem de madeira evidenciando que estes não devem ser adotados como substratos da germinação das sementes de manjerioba.

Como já apresentado, quando a semeadura de manjerioba foi efetuada entre

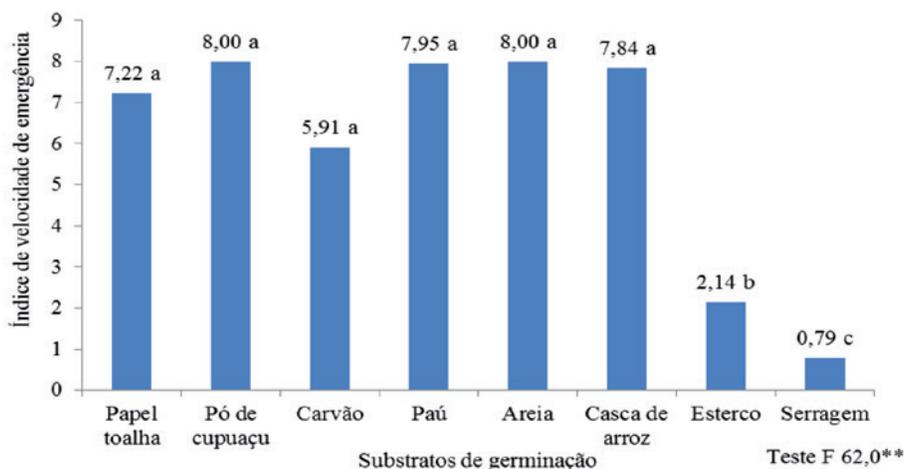


Figura 4. Efeito do tipo de substrato no Índice de Velocidade de Emergência de sementes de manjerioba (*Senna occidentalis*), incubadas *in vitro* em placas de Petri, no escuro.¹

¹Médias seguidas de mesmas letras nas barras não diferem entre si no nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$).

esterco bovino, as taxas de germinação foram baixas e inferiores a 50%. Aos sete dias de ensaio, foram identificados sinais de que o uso de esterco bovino pode resultar no aparecimento de doenças nas plântulas de manjerioba, talvez por, rapidamente, após a esterilização, ficarem expostos a colonização de microrganismos diversificados, cujos propágulos resistem a um ambiente externo não controlado. É possível que na biomassa microbiana que rapidamente prospera diante da oferta de nutrientes, ocorram também os classificados como fitopatógenos. Os sinais observados foram no sistema radicular das plântulas que, diferente das observadas nos outros substratos, apresentava coloração amarronzada, com a aparência de queimadura, conforme pode ser observado na Figura 5. Nos dias posteriores, a evolução dos sintomas inibiu o processo germinativo. Na fase sementeira, fungos de diversos gêneros como *Phytium*, *Fusarium*, *Scl-*

rotium e *Rhizoctonia* são causadores da principal doença desta fase, o “*damping off*” ou tombamento das plântulas, o que é atribuído algumas vezes ao esterco mal curtido ou excesso de matéria orgânica no substrato (Lima e Costa 1982), o que parece corroborar com a sintomatologia preliminar aqui observada.



Figura 5. Sintomas de queima da parte apical da radícula em plântulas de manjerioba (*Senna occidentalis*), germinadas em substrato constituído por esterco bovino, incubadas *in vitro* em placas de Petri, no escuro.

O período germinativo das sementes de manjerioba variou entre dois dias no substrato com areia a nove dias no substrato com carvão. Empregando-se pó de cupuaçu como substrato, o período germinativo foi de três dias, com pau foi de quatro dias, com casca de arroz cinco dias e com esterco bovino e serragem de madeira sete dias. Um período germinativo mais curto associado a taxas de germinação elevadas é importante nos viveiros de formação de mudas, por produzir um plote de mudas mais homogêneo, favorecendo as etapas fitotécnicas relacionadas tais como o transplântio, encurtando a etapa sementeira.

Finalmente, para comparação das respostas germinativas da manjerioba em diferentes condições de substrato, as curvas germinativas estão apresentadas na Figura 6. Nela, obser-

va-se que a germinação de manjerioba é bem sucedida quando o substrato selecionado é constituído por papel toalha, pó de cupuaçu, areia e casca de arroz e qualquer um destes materiais pode ser usado dependendo de sua disponibilidade. A curva germinativa estabelecida para o substrato carvão promoveu a germinação moderada das sementes, sem propriamente otimizá-la. Há evidências de que o carvão quando empregado para o desenvolvimento vegetal é um constituinte que aumenta a acidez e é possível que este tenha sido o e seu efeito adverso (Morales 2010).

As curvas de germinação acumuladas indicam os tempos necessários para que as sementes individuais de uma população germinem, refletindo, portanto, a homogeneidade da população de sementes quanto à distribuição dos tempos

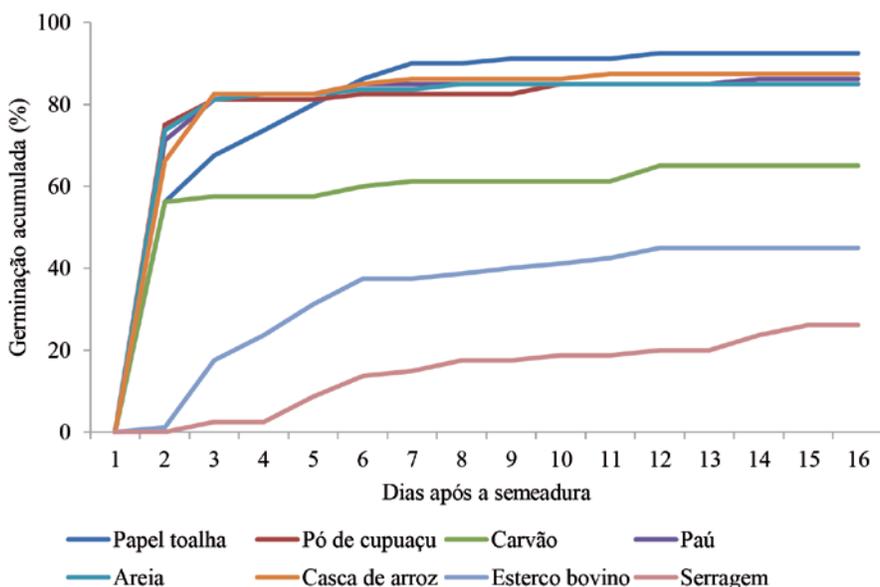


Figura 6. Efeito do substrato de semeadura na evolução da germinação das sementes de manjerioba (*Senna occidentalis*), incubadas *in vitro* em placas de Petri, no escuro.

de germinação (Cardoso e Pereira 2009). Assim, os resultados também demonstraram que a escolha de substrato com serragem de madeira ou esterco bovino não favoreceu a germinação das sementes de manjerioba e estes substratos podem ser classificados aqui como inadequados.

CONCLUSÕES

Os substratos papel toalha, pó de cupuaçu, pau, areia e casca de arroz mostraram-se adequados para a semeadura de *Senna occidentalis*. O emprego de esterco bovino, serragem de madeira e carvão foram de menor eficiência ou inadequados e não favoreceram a germinação de sementes da espécie.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas-FAPEAM.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, E.U.; Paula, R.C.; Oliveira, A.P.; Bruno, R.L.A.; Diniz, A.A. 2002. Germinação de sementes e *Mimosa caesalpinifolia* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, 24: 169-178.

Brasil. 2009. Ministério da Agricultura e Abastecimento - MAPA. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365p.

Cardoso, V.J.M.; Pereira, F.J.M. 2009. Dependência térmica da germinação de sementes de *Drymaria cordata* (L.) Willd. ex Roem. e Schult. (Cariophyllaceae) *Acta bot. bras.* 23: 305-312.

Centeno, A.J. 1990. Curso de estatística aplicada à biologia. UFG, Goiânia, Centro Editorial, Coleção didática 3, p.182-185.

Embrapa. 2013. Plantas no pantanal tóxicas para bovinos (fedegoso). (<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/livros/plantastoxicadas/18fedegoso.html>). Acesso 22/11/2013.

Fowler, J.A.P. & Carpanezzi, A.A. 1997. Quebra da dormência tegumentar de sementes de fedegoso (*Senna occidentalis* (L.) Link. Handb.). Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997, 2p. (EMBRAPA-CNPQ. Comunicado Técnico 13).

Fowler, A.J.P.; Bianchetti, A. Dormência em sementes florestais. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 27p. (Embrapa Florestas. Documentos, 40).

Lima, D.; Costa, E.C. 1982. Alguns problemas fitossanitários em viveiros de essências florestais do Rio Grande do Sul. Seminário sobre atualidades e perspectivas florestais, 6., Curitiba, EMBRAPA/URPFCS, Anais, Documentos 14: 51-53.

Lombardo, M.; Kiyota, S.; Kaneko, T.M. 2009. Aspectos étnicos, biológicos e químicos de *Senna occidentalis* (Fabaceae). *Rev. Cien. Farm. Básica Apl.*, 30: 9-17.

Morales, M.M. 2010. Efeito do biocarvão sobre o comportamento da matéria orgânica e do fósforo em solo degradado. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Botucatu, São Paulo. 88pp.

Paiva, H.N.; Gomes, J.M. 1993. Viveiros Florestais. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 79 p.

Riet-Correa, F.; Schild, A.L.; Lemos, R.A.A.; Borges, J.R.J. 2007. Plantas que causam necrose segmentar muscular. *In: Doenças de ruminantes e eqüídeos*. 3.ed. Santa Maria: Pallotti, 2:157-160

Santarém, E.R.; Aquila, M.E.A. 1995. Influência de métodos de superação

- de dormência e do armazenamento na germinação de sementes de *Senna macranthera* (Colladon) Irwin e Barneby (Leguminosae). *Revista Brasileira de Sementes*, 17: 205-9.
- Souza, L.A.G. 2012. *Guia da biodiversidade de Fabaceae do Alto Rio Negro*. Projeto Fronteira, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, 118p.
- Takeuti, K.L.; Raymundo, D.L.; Bandarra, P.M.; Oliveira, L.G.S. Boabaid, F.M. Barreto, L.; Driemeier, D. 2011. Surto de intoxicação por *Senna occidentalis* em bovinos em pastoreio. *Acta Scientiae Veterinariae*, 39: 954.
- Tokarnia, C.H.; Dobereiner, J.; Peixoto, P.V. 2000. *Plantas tóxicas do Brasil*. Rio de Janeiro: Helianthus. Plantas que causam degeneração e necrose musculares: p.145-150.
- Vieira, S.L. 1992. *Fitoterapia da Amazônia. Manual das plantas medicinais*. Ed. Ceres, São Paulo, 347p.

PRÁTICAS FITOTÉCNICAS PARA A PROPAGAÇÃO DE *Alpinia purpurata* (ZINGIBERACEAE) POR RIZOMAS

Jorge Hugo IRIARTE-MARTEL¹ Marcelo Domingues Martins RAIZER²

¹ Coordenação de Tecnologia e Inovação, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - Coti/Inpa, Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis. Manaus, AM. Caixa Postal 2223, CEP: 69080-971. E-mail: jhim@inpa.gov.br;

*in memorium

Palavras-chave: Fitotecnia, Floricultura, Propagação vegetativa, Sombreamento.

INTRODUÇÃO

A produção diversificada de plantas ornamentais constitui uma atividade mundialmente promissora e lucrativa e a demanda desse mercado, estimada para os países do primeiro mundo é de US\$ 90 bilhões por ano. No mercado nacional a atividade de produção de flores e folhagens tem apresentado alta taxa de crescimento. Em uma avaliação feita pelo Instituto Brasileiro de Floricultura (IBRAFLOR, 2012), o Brasil movimentou, anualmente, cerca de R\$ 4,4 bilhões no mercado da floricultura, que ocupa uma área cultivada de \pm 9.000 há e gera cerca de 200.000 postos de trabalho.

No comércio de plantas com fins paisagístico ou ornamentais, as flores tradicionais, de clima temperado, sempre dominaram o mercado, entretanto, nos últimos anos, o potencial das flores tropicais têm merecido destaque, por apresentarem uma beleza e profusão de cores bem especiais, além de vantagens complementares, com menor perecibilidade e maior resistência ao transporte a maiores distâncias. Neste contexto, entre as famílias de plantas monocotiledôneas caracterizadas pela exuberância de suas floradas destaca-se, dentro das Zingiberaceae a alpínia (*Alpinia purpurata* (Viell.) Schum. var. Red Ginger), que apresenta inflorescência com colorido intenso, uma aparência exótica, alta durabilidade após o corte e boa aceitação nos mercados nacionais e externos.

Os principais países produtores de alpínia são os Estados Unidos, a Costa Rica, Jamaica e alguns países asiáticos. Os principais mercados importadores são também os Estados Unidos junto com o Canadá, a Holanda, a Alemanha, a Dinamarca e o Japão. No mercado internacional, a dúzia de inflorescências de alpínia é comercializada entre US\$ 8-12, e o preço é estável ao longo

do ano, já que a oferta ainda é insuficiente para o abastecimento do mercado (Castro, 2007).

Alpinia purpurata é uma planta arbustiva tropical originária das Ilhas do Pacífico Sul. É cultivada secularmente como planta de jardim ou flor de corte, em paisagismo e jardinagem de parques, praças e residências. As razões que favorecem a sua aceitação pelos consumidores são a sua beleza decorrente do aspecto exótico das brácteas que envolvem e protegem as flores que tem colorido vistoso, intenso e exuberante e, na maioria das vezes, com tonalidades contrastantes. Dentre as qualidades agrônômicas que viabilizam o seu cultivo em maior escala está a grande rusticidade, tolerância a seca, boa resistência ao transporte e longa durabilidade pós-colheita. A expansão da sua área de cultivo tem sido observada, face à floração contínua por vários meses (Castro, 1993).

O método tradicional de multiplicação desta espécie é por rizomas, os quais são caules especializados, que crescem horizontalmente, tanto acima como abaixo da superfície do solo (Hartmann e Kester, 1982). O rizoma característico é tipicamente muito ramificado. As brotações novas desenvolvem-se normalmente na base de um pseudocaulé vertical. Com fins de propagação a divisão dos rizomas envolve tanto o rizoma horizontal como os pseudocaulés verticais (Criley, 1988).

Infelizmente este método de propagação favorece a disseminação e o acúmulo de doenças em cada safra, dificultando a sua multiplicação. Por outro lado, a multiplicação por sementes é limitada por duas características: i) apresenta dor-

mência, e ii) período para florescimento inicial muito longo, entre 3 e 4 anos.

O plantio da alpinia pode ser efetuado diretamente no campo ou em sacos plásticos ou vasos para um posterior transplante. Caso seja feito o plantio dos rizomas em recipientes, se recomenda que as mudas sejam levadas para o campo quando atingirem ± 40 cm de altura e tiverem no mínimo quatro folhas verdadeiras formadas (Lamas, 2004). No cultivo em recipientes, recomenda-se o uso de substratos ricos em nutrientes e há necessidade de irrigação, o que propicia um melhor desenvolvimento das plantas. Na escolha do substrato, devem ser consideradas algumas características físicas e químicas relacionadas e outros fatores relacionados como: homogeneidade, baixa densidade, porosidade, capacidade de campo e troca catiônica e a isenção de pragas, patógenos e de sementes indesejáveis (Kämpf, 2001; Batalgia e Abreu, 2001).

Dependendo do tipo de muda cultivada, o florescimento comercial da alpinia ocorre entre 1-3 anos após o plantio, quando as plantas atingem desenvolvimento satisfatório. Cada touceira produz em média 30 inflorescências, distribuídas, como já comentado, na maior parte do ano. Entretanto, o pico de produção de flores em alpinia se dá no verão, ou, se assim considerado no ambiente tropical, nos meses mais quentes (Castro, 2007).

A vida útil das plantas cultivadas de alpinia é indefinida, mas estimada entre 10-12 anos, quando há necessidade de renovação dos canteiros. A produtividade ótima acontece após o terceiro ano de

cultivo e cresce, desde que mantidos os cuidados com a nutrição e com o controle fitossanitário de pragas e doenças (Lamas, 2004). Considerando a produtividade média semanal de três inflorescências, ou seja, 156 inflorescências por touceira ano⁻¹, é possível que em condições adequadas de manejo, 60 % delas tenham de padrão de exportação. Quando cultivadas em espaçamento 3 x 3 m o estande pode ter 1.111 touceiras ha⁻¹, com estimativas de produção de 273 dúzias de inflorescências semanais e ± 14.400 dúzias de inflorescência ano⁻¹ (Lamas, 2004).

Vários relatos mencionam a propagação vegetativa da alpínia por rizomas, mas sem sugerir o melhor tipo de propágulo para a formação das mudas. Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar o efeito do tipo de rizoma, do substrato e das práticas de sombreamento, na propagação vegetativa de alpínia na região amazônica.

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Foi conduzido um experimento no viveiro de produção de mudas do Campus V-8 do Inpa, em Manaus, AM. Na Amazônia Central, o clima é classificado como 'Af' (tropical, quente e úmido) no esquema de Köppen, com precipitação média anual de ± 2.500 mm, com estação seca definida entre os meses de julho a outubro, onde o déficit hídrico é estimado ± 140 mm.

O material de propagação utilizado foi constituído por rizomas, procedentes de plantas-matrizes que foram cultiva-

das no Horto Municipal da cidade. Para extração dos rizomas, foram escolhidas plantas adultas, sadias, vigorosas e produtivas. A touceira (Figura 1a) foi extraída completamente do solo evitando cortes como estratégia preventiva contra a entrada de patógenos. Seguindo a metodologia proposta por Visgueira *et al.*, (2004), foram selecionados quatro tipos de rizomas: sem gemas laterais (classificados como testemunha) e com uma, duas ou três gemas laterais.

O preparo dos rizomas consistiu no corte, com auxílio de tesoura-de-poda, das raízes e hastes a 20 cm da inserção do rizoma (Figura 1b), seguido da separação dos rizomas de acordo com os tratamentos. O tratamento fitossanitário consistiu na submersão do material propagativo em uma solução de hipoclorito de sódio comercial a 2 % e fungicida Orthocide 500 a 0,8 % (Figura 1c), conforme recomenda Criley (1986), por cinco minutos, exceto para a testemunha que não foi tratada.

Como parte do experimento foi também avaliada a composição da mistura-substrato de desenvolvimento dos rizomas após o plantio, onde os diferentes componentes foram combinados com base volumétrica na proporção de 1:1:1 (v:v:v), preparando-se quatro formulados: solo, vermiculita e esterco bovino; solo, serragem e esterco bovino; solo, esterco bovino e algas de igarapé; e, solo, serragem e composto orgânico Plantimax®.

O solo apresentava textura arenosa e foi procedente do próprio local, coletado a 10 cm de profundidade. As algas foram obtidas em igarapés urbanos e após



Figura 1. Touceira de plantas-matrizes de alpinia (*Alpinia purpurata*), cultivadas no Horto Municipal de Manaus, AM (a); rizomas agrupados após a limpeza (b) e, durante a submissão ao tratamento fitossanitário (c).

a coleta foram desidratadas e trituradas, antecedendo seu uso. Após a aplicação do tratamento fitossanitário, os rizomas foram secos à sombra (Figura 2a), e em seguida plantados (Figura 2b). Como recipientes foram utilizados sacos de polietileno preto, drenáveis, com capacidade para 3 L de mistura-substrato. Em seguida foram transportadas para o viveiro e depositadas em duas condições de sombreamento: com 50 e 100 % de luminosidade.

Após o plantio, as parcelas com recipientes foram abrigadas no viveiro, e recobertas com uma estrutura de madeira com dimensões de 1,5 m x 7,0 m x 1,5 m, correspondente à altura, comprimento e largura, proporcionando os dois níveis de sombreamento (50 e 100 %). Durante a brotação e desenvolvimento das mudas

as práticas de irrigação foram diárias, para evitar o ressecamento e morte dos rizomas. Posteriormente, após as brotações foi feito o controle manual de pragas, quando necessário, eliminando-se pulgões, cochonilhas, lagartas ou gafanhotos.

Na avaliação das plantas, efetuada aos cinco meses de enviveiramento, foram considerados: o número de brotações por rizoma e o número de folhas presentes nestas brotações, a altura da parte aérea das brotações (mensurada do ponto de inserção no rizoma até o topo da maior folha), sendo também explorada a razão entre o total de folhas emitidas e o número de brotações. Nesta etapa do ensaio, as mudas foram retiradas dos sacos (Figura 3a), destorroadas (Figura 3b), lavadas (Figura 3c) e, com auxílio

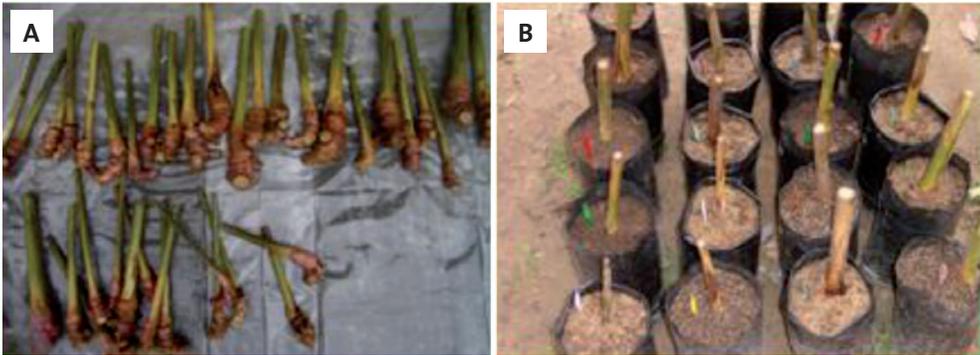


Figura 2. Etapa de classificação dos rizomas de alpínia (*Alpinia purpurata*) (a) e aspecto dos recipientes após a plantio (b), em condições de enviveiramento.



Figura 3. Avaliação das mudas de alpínia (*Alpinia purpurata*), após o brotamento nas etapas de extração dos recipientes (a), destorroamento (b) e as variações observadas nos diferentes estágios de desenvolvimento (c).

de tesoura de poda, separadas em parte aérea e raízes, determinando-se a biomassa fresca e seca do material colhido. A secagem foi feita em estufa a 50°C, até atingirem peso constante, que foi determinado em balança de precisão.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4 x 2 (quatro tipos de rizomas, quatro formulações de mistura-substrato, duas condições de sombreamento), totalizando 32 tratamentos, com três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade (Banzatto

e Kronka, 1992), utilizando-se o Programa Estat, Unesp, versão 2010.

PRÁTICAS FITOTÉCNICAS DE PROPAGAÇÃO DE ALPÍNIA

Os resultados experimentais demonstraram uma total independência das diferentes variáveis avaliadas, não sendo identificadas interações significativas rizoma x substratos, rizomas x sombreamento, substratos x sombreamento, bem como a interação entre estes três fatores. Esta ausência de interações significativas permite a avaliação independente de cada variável e os resultados experimen-

tais obtidos para a seleção de tipos de rizomas para multiplicação de mudas de alpínia, tipos de substratos de crescimento e condições de sombreamento envolvidos nas práticas de enviveiramento esta espécie estão apresentados na Tabela 1.

Os rizomas com uma ou duas gemas, apresentaram crescimento de haste significativamente maior que aqueles produzidos por rizomas sem gemas laterais (Tabela 1). Foi também verificado que as mudas oriundas de rizomas com uma só gema apresentavam sistema radicular mais desenvolvido (massa fresca = 52 g) do que plantas originadas de rizomas de três gemas (massa fresca = 34 g), evidenciado pelas médias de biomassa fresca e seca dos sistemas radiculares formados. As brotações laterais dos rizomas começaram a ser observadas de 20 a 45 dias após o plantio, resultado semelhante aos observados por Simão e Scatena (2003) que pesquisaram a propagação com rizomas de *Heliconia velloziana*, cujo desenvolvimento foi iniciado a partir de 28 a 42 dias.

Monteiro & Peressin (1997) observaram que para o mangará (*Xanthosoma mafaffa* Schott), os rizomas-sementes maiores proporcionam mudas mais vigorosas, devido às reservas nutritivas presentes nos mesmos. Já Zárate *et al.* (2006), trabalhando com a mesma espécie, recomendam rizomas médios, que proporcionam resultados semelhantes.

Neste estudo, pode-se observar que os rizomas com uma gema lateral exibiram maior desenvolvimento radicular. Isto se deve, provavelmente, à maior quantidade de reservas presentes nesses propágulos quando comparadas

aos demais, fato também observado por Visgueira *et al.* (2004). Estes autores também verificaram que os rizomas com duas gemas laterais são os que se desenvolvem melhor, mas, neste caso, foram estes avaliados com 2,5 meses de enviveiramento. É possível que as mudas provenientes de rizomas com três gemas laterais tenham tido menor resposta no crescimento das hastes devido ao compartilhamento de recursos para as novas brotações, pressupondo-se que, quanto mais gemas laterais, é também maior a competição pelas reservas disponíveis.

A composição da mistura substrato não teve efeito significativos sobre o número de brotações, biomassa de raízes frescas e secas. Mas sim afetaram o número de raízes adventícias, biomassa fresca e seca das hastes.

No caso das raízes adventícias se destacou a mistura solo + serragem + plantimax (46 cm) por promover maior crescimento. A mistura solo + serragem + esterco bovino teve o mais baixo crescimento (35 cm) (Tabela 1). Para a biomassa fresca das hastes, a mistura solo + serragem + plantimax teve o menor valor (46 g e 10,6g respectivamente). Isto indica que este substrato favorece o desenvolvimento das raízes adventícias em prejuízo do crescimento do haste. O que seria recomendável para o início da propagação por rizomas.

Os efeitos dos tipos de substratos na propagação de plantas é diverso, dependendo principalmente da espécie. Smiderle (2001) mostrou que a combinação de substrato Plantimax® + solo + areia, promove o desenvolvimento satisfatório

de plântulas e das raízes de alface, pimentão e pepino. Mas Lopes *et al.* (2003), trabalhando com reprodução assexuada da espécie *Limonium brasiliense*, não verificaram diferenças significativas no desenvolvimento de mudas a partir de rizomas, independente dos diferentes tipos de misturas-substrato que utilizaram. Roberto *et al.* (2004) observaram que a utilização de vermiculita como substrato isolado, não propicia um enraizamento satisfatório, o que se reflete na parte aérea da planta. Ehlert *et al.* (2004), mostrou que solo + esterco bovino + vermiculita + húmus melhora o enraizamento de estacas de alfavaca; possivelmente pela alta disponibilidade de nutrientes essenciais.

Os resultados do presente trabalho confirmaram o trabalho de Silva *et al.* (2006) com alpinia, onde o substrato que recebeu 25 % de vermicomposto foi a que favoreceu o desenvolvimento vegetativo das hastes. A prática de sombreamento não afetou o número de brotações, o tamanho das hastes formadas, nem a biomassa fresca ou seca de hastes e raízes, exceto no comprimento de raízes adventícias (Tabela 1). Um maior crescimento foi observado em plantas cultivadas com 100 % de luminosidade (43 cm), comparadas aquelas com 50 % de sombra (38 cm). O que indica que 100% de luminosidade auxilia ao enraizamento das plantas.

Tabela 1. Efeito do tipo de rizoma, da mistura substrato e do sombreamento no número de brotações, comprimento das hastes e raízes e no desenvolvimento de brotações em rizomas de alpinia (*Alpinia purpurata*), aos cinco meses de enviveiramento. ¹ ²

Tratamentos	Nº de brotações	Hastes	Raízes adventícias	Biomassa fresca		Biomassa seca	
				Raízes	Hastes	Raízes	Hastes
		cm		g			
Tipos de rizoma							
Sem gema lateral	6 a	17,7 b	42,1 a	39,3 ab	54,7 a	9,2 ab	11,6 a
Com uma gema	6 a	23,7 a	39,0 a	51,9 a	78,2 a	11,1 a	14,3 a
Com duas gemas	5 a	24,3 a	41,7 a	37,3 ab	73,9 a	8,7 ab	13,6 a
Com três gemas	6 a	22,3 ab	39,1 a	33,6 b	63,9 a	8,9 b	12,4 a
Teste F	0,6ns	3,9*	0,6ns	3,2*	2,3ns	3,2*	1,6ns
Misturas substratos							
Solo+EB+VERM.	6 a	24,7 a	39,1 ab	35,9 a	74,1 a	8,6 a	13,5 ab
Solo+SE+EB	7 a	21,2 a	34,6 b	42,7 a	75,8 a	10,3 a	14,3 a
Solo+EB+Lodo	6 a	22,1 a	42,1 ab	46,3 a	75,0 a	9,8 a	13,6 ab
Solo+SE+Plantimax	5 a	20,0 a	46,1 a	37,2 a	45,7 b	9,0 a	10,6 b
Teste F	1,4ns	1,7ns	5,4**	1,2ns	4,5**	1,4ns	3,0*
Condições de sombreamento							
50 %	6 a	22,0 a	38,1 b	43,2 a	67,1 a	10,0 a	13,1 a
100 %	6 a	21,9 a	42,8 a	37,9 a	68,3 a	8,9 a	12,9 a
Teste F	0,3ns	0,1ns	5,1*	1,4ns	0,1ns	2,9ns	0,1ns

¹EB - esterco bovino; VERM - vermiculita; SE - serragem; Lodo - algas de igarapé; e, Plantimax* - composto orgânico comercial. Cada mistura está na proporção 1:1:1 (v:v:v).

²Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, para cada variável, não diferem entre si no nível de 1 ou 5 % de probabilidade (P < 0,01; P < 0,05); ns - não significativo.

Outros estudos em geral recomendam sugerem que o telado com 50 % de sombreamento é o ideal pra o cultivo da espécie (Bezerra *et al.* 2008) ou 20 a 45 % de sombreamento (Lamas 2004) favoreceria o desenvolvimento vegetativo e florescimento. Contrariamente, Castro (2007) recomenda o plantio a pleno sol, já que quando sombreadas as plantas apresentam grande desenvolvimento vegetativo e o florescimento é retardado, porém, elevadas temperaturas e aumento de insolação podem causar escurecimento das brácteas decorrentes de queimaduras, reduzindo o valor de mercado dessas inflorescências.

Tudo isto indica que ao início da propagação por rizomas deve se utilizar rizomas de uma gema em substrato solo + esterco bovino + plantimax e luminosidade de 100 %.

CONCLUSÕES

A propagação vegetativa de alpínia (*Alpinia purpurata*) é possível por rizomas, preferencialmente, com uma gema lateral.

A mistura substrato constituída por solo + esterco bovino + plantimax (1:1:1) induz o enraizamento inicial dos rizomas.

A falta de sombreamento ou a luminosidade de 100 % ajuda ao enraizamento dos rizomas.

AGRADECIMENTOS

Ao Horto Municipal de Manaus, pelo fornecimento do material propagativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banzatto, D.A.; Kronka, S. do N. *Experimentação Agrícola*. Funep/FCA/Unesp, Jaboticabal. 247 p. 1989.
- Bataglia, O.C.; Abreu, C.A. 2001. *Análise química de substratos para crescimento de plantas: um novo desafio para cientistas de solo*. Boletim informativo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 26, p. 8-9.
- Bezerra, F.C.; Gondim, R.S.; Pereira, N.S. 2008. *Produção de Alpínia em Cultivo Protegido na Região Litorânea do Estado do Ceará*. Comunicado Técnico 137. Fortaleza, 4 p.
- Carijó, O.A.; Vidal, M.C.; Reis, N.V.B.; Souza, R.B.; Makishima, N. 2004. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. *Horticultura Brasileira*, v. 22, n. 1.
- Castro, C.E.F. 1993. *Heliconias como flores de corte: Adequação de espécies e tecnologias pós-colheita*. Tese de doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 191 p.
- Castro, C.E.F. 2007. *Produção e pós-colheita de flores e folhagens tropicais*. Coleção Cursos Frutal Amazônica – VII Flor Pará. Belém. 112 p.
- Criley, R.A. 1986. Propagation methods for heliconias and gingers. *The Bulletin Heliconia Society Internacional*, USA, v. 2, p. 3-4, summer, p. 4.
- Criley, R.A. 1988. Propagation methods for heliconias for gingers and heliconias. *The Bulletin Heliconia Society Internacional*, USA, v. 3, n. 2, winter, p. 1 e 4.
- Ehlert, P.A.D.; Luz, J.M.Q.; Inneco, R. 2004. Propagação vegetativa da alfavaca-cravo utilizando diferentes tipos de estacas e substratos. *Horticultura Brasileira*, Brasília, vol. 22, nº 1, p. 10-13.
- ESTAT. 1990. Centro computacional. FCAV/UNESP, Jaboticabal, São Paulo.

- Hartmann, H.T.; Kester, D.E. 1982. *Propagacion de plantas: Principios y prácticas*. 3ª ed. México: CIA Editorial Continental, p. 6-7.
- IBRAFLO, 2012. *Instituto Brasileiro de Floricultura*. Disponível em: (<http://www.aprendendoaexportar.gov.br/flores/onde/ibraflor.asp>). Acesso em: 15/01/2012.
- Lamas, A.M. 2004. *Floricultura tropical: Tecnologia de Produção*. Maceió, 65p.
- Lopes, M.S.; Stumpf, E.R.T.; Carvalho, F.I.F. 2003. Efeito do substrato na reprodução assexuada da *Limonium brasiliense* (Boiss.) O. Kuntze. *Revista brasileira Agrobiologia*, v. 9, n. 4, p. 421-424.
- Lourenço, R.S.; Medrado, J.S.; Fowler, J.A.P.; Mosele, S.H. 1999. Influência do substrato no desenvolvimento de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n. 38, p. 13-30.
- Monteiro, D.A.; Peressin, V.A. 1997. Efeito do tamanho do rizoma-semente, da época e do local de plantio, na produção de rizomas de mangará. *Bragantia*, Campinas, v. 56, n.1.
- Roberto, S.R.; Pereira, F.M.; Neves, C.S.V.J.; Jubileu, B.S.; Azevedo, M.C.B. 2004. Enraizamento de estacas herbáceas dos porta-enxertos de videira em diferentes substratos ‘Campinas’ (IAC 766) e ‘Jales’ (IAC) 572. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, n.5, p.1633-1636.
- SEBRAE, 2011. Mercado de flores e plantas movimentadas R\$ 3,8 bilhões no País. (<http://www.agenciasebrae.com.br/noticia.kmf?canal=199&cod=10808941>). Acesso em: 27/04/2011.
- Silva, M.A.; Silva, F.S.B.; Yano-Melo, A.M.; Melo, N.F.; Maia, L.C. 2006. Fungos micorrízicos arbusculares e vermicomposto na aclimação de *Alpinia purpurata* (Viell.) Schum e *Zingiber spectabile* Griff. (Zingiberaceae). *Acta botânica brasileira* 20(2): 249-256.
- Simão, D.G.; Scatena, V.L. 2003. Morphological aspects of the propagation in *Heliconia vellosiana* L. Emygd. (Zingiberales: Heliconiaceae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.46, n.1, p.65-72.
- Smiderle, O.J.; Salibe, A.B.; Hayashi, A.H.; Minami, K. 2001. Produção de mudas de alface, pepino e pimentão em substratos combinando areia, solo e Plantmax®. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 19, n. 3, p. 253-257.
- Visgueira, M.F.; Pereira, D.R.; Silva, O.D.V.; Soares, E.B.; Bezerra, A.M.E. 2004. *Propagação vegetativa de Colônia através de Rizomas*, Teresina, 5p.
- Zárate, N.A.H.; Vieira, M.C.; Helmich, M.; Maria, M.A. 2006. Tamanho de rizoma-semente e fileiras de plantas no canteiro na produção do mangarito cv. Comum. *Ciência e Agrotecnologia*., Lavras, vol. 30, n. 5, p. 907-913.
- Weber, O.B.; Correia, D.; Silveira, M.R.S.; Crisóstomo, L.A.; Oliveira, E.M.; Sá, E.G. 2003. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 38, n. 6, p. 689-696.

EFEITO DA ADUBAÇÃO VERDE NO SUPRIMENTO DE NITROGÊNIO PARA PRODUÇÃO DE ALFACE EM GLEISSOLO DA AMAZÔNIA CENTRAL

Marta Iria da Costa AYRES¹, Zalina da Rocha RODRIGUES FILHA²,
Adelaide Moraes da MOTA³ e Sônia Sena ALFAIA¹

¹ Coordenação de Tecnologia e Inovação, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - Coti/Inpa, Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis. Manaus, AM. Caixa Postal 2223, CEP: 69080-971, e-mail: marta.ayres@hotmail.com; e sonia@inpa.gov.br;

² Colaboradora/Inpa/Coti, biologal@hotmail.com;

³ Indigenista especializada/Funai, e-mail: adelaidemm@hotmail.com.

Palavras-chaves: Agroecologia, Adubação verde, Gleissolos, Hortaliças folhosas.

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa mais consumida no Brasil e é também muito cultivado tradicionalmente por agricultores familiares, o que lhe confere grande importância econômica e social. Ela é, na produção olerícola, uma das poucas hortaliças consumidas exclusivamente *in natura*, possuindo por isto, alto valor agregado quando produzida com tecnologia agroecológica. O cultivo orgânico de alface, além de ecologicamente recomendável, gera um produto com melhores características sensoriais e maior vida útil pós-colheita, em comparação a oferta de produção decorrente dos sistemas convencionais (Almeida *et al.* 2008).

A produção orgânica de alimentos tem como um dos principais entraves, a pouca disponibilidade de fontes eficazes de N de baixo custo para os agricultores e que satisfaçam as normas técnicas vigentes (Almeida *et al.* 2008). Os fertilizantes orgânicos tais como os esterco, compostos e resíduos agroindustriais têm sido utilizados para aumentar a disponibilidade de N, mas são insuficientes para suprir a demanda sempre crescente por produtos na agricultura orgânica mundial.

Os solos de várzea da Amazônia são considerados de alta fertilidade natural, no entanto, algumas pesquisas têm mostrado que o nitrogênio é um dos principais nutrientes essenciais que limitam a produção agrícola (Alfaia *et al.*, 2007; Cravo *et al.*, 2002). Nestes solos hidromórficos, o fornecimento de N para as culturas poderia

ser efetuado diretamente da fixação biológica de N_2 das leguminosas que ocorrem naturalmente neste ecossistema (Souza, 2012). O uso da biomassa foliar fresca das leguminosas, manejadas por técnicas regulares de poda, pode ser uma importante alternativa de substituição dos adubos químicos, minimizando a dependência de insumos externos em busca da autossuficiência em N para a agricultura praticada na várzea. Outro benefício dessa prática de manejo é que o N da biomassa podada das leguminosas é mineralizado mais lentamente que o dos adubos químicos (Alfaia, 2006), o que pode minimizar suas perdas por processos de lixiviação que é são mais acentuados no ambiente de acidez elevada dos solos tropicais.

Alfaia *et al.*, (2007), pesquisaram áreas agrícolas manejadas por agricultores familiares, nas calhas dos rios Solimões/ Amazonas e observaram que o uso de leguminosas é muito limitado ou restrito nas práticas manejo, possivelmente pela ausência de informações sobre os benefícios dessas espécies como fornecedoras de N para as culturas. Um levantamento das leguminosas nativas que ocorrem nas bordas das áreas agrícolas do ecossistema de várzea, foi conduzido por Souza (2012), indicou algumas espécies com potencial fixador de N_2 para serem utilizadas em práticas de adubação verde nos sistemas de produção locais. Algumas são popularmente reconhecidas, mas os saberes não são compartilhados sobre a contribuição das leguminosas na transferência de N capturado da atmosfera por via biológica, nem de que maneira elas podem ser adotadas dentre os recursos naturais como mais um elemento importante para

enriquecimento da agrobiodiversidade, elevando a resiliência dos sistemas.

Considerando esses aspectos, esta pesquisa teve o propósito de avaliar a dinâmica de mineralização da biomassa foliar de quatro espécies de leguminosas nativas do ambiente de várzea para uso na produção orgânica sustentável de alface. Também foi pesquisada a mineralização do N mineral e a liberação de nutrientes provenientes da incorporação destas leguminosas ao solo gleissolo, em ambiente controlado.

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Foi conduzida uma pesquisa experimental em condições de campo em quatro propriedades rurais de agricultores familiares estabelecidos em áreas de várzea alta, na região do Paraná do Supiá, município de Manacapuru, Estado do Amazonas, onde predominam solos hidromórficos da classe dos Gleissolos. As coordenadas geográficas do local foram: 03° 28' S e 60° 47' W Gr.

Posteriormente, outro experimento foi efetuado em vasos e em casa de vegetação no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia com solo Gley Pouco Húmico com o objetivo de avaliar a dinâmica da mineralização de nitrogênio na forma de amônio ($N-NH_4^+$) e nitrato ($N-NO_3^-$) e liberação de nutrientes provenientes da incorporação das leguminosas espontâneas usadas como adubação verde.

Experimento 1

Após a escolha das propriedades, em área sujeita a inundações sazonais das

águas do médio rio Solimões, foram construídos canteiros suspensos, com 10 m de comprimento, 1 m de largura e 20 cm de altura utilizando madeira em sua construção. Cada canteiro foi dividido em cinco partes iguais de 2 x 1 m, definindo a área de uma parcela. Cada parcela foi preenchida até 10 cm, com solo de várzea.

O solo, classificado como Gley Pouco Húmico, foi coletado nas proximidades dos canteiros, na camada de 0-20 cm de profundidade. Depois de homogeneizado, em cada propriedade agrícola foi coletada uma amostra composta de solo, que foi seca ao ar, destorroada e peneirada em malha de 2 mm, para caracterização química inicial. As análises foram efetuadas no Laboratório Temático de Solo e Planta (LTSP) do Inpa, em Manaus, AM. As seguintes determinações foram conduzidas: Ca, Mg, K, P, C orgânico, pH e Al, de acordo com os métodos descritos por Embrapa (1997). O Ca, Mg e Al trocáveis foram extraídos com solução KCl 1 mol L⁻¹. Enquanto o P e K foram extraídos com solução de Mehlich 1 (H₂SO₄ 0,05 M + HCl 0,125 M). Os teores de Ca, Mg e K foram determinados no espectrofotômetro de absorção atômica e o Al foi determinado por titulação com NaOH e azul de bromotimol. O fósforo foi determinado no espectrofotômetro por colorimetria utilizando o molibdato de amônio e ácido ascórbico. Estas determinações estão apresentadas na Tabela 1.

Antecedendo a instalação do ensaio, foi feito um levantamento das plantas leguminosas presentes nas áreas agrícolas, selecionando-se quatro espécies: mulungu (*Erythrina fusca* Loureiro), papo-de-mutum (*Canavalia boliviana* Piper), feijão-miúdo (*Rhynchosia minima* (L.) DC.) e malição (*Mimosa pigra* L.). Na escolha das plantas levou-se em consideração sua abundância, habilidade fixadora de N₂, oferta de biomassa fresca, como recomendado para o ambiente de várzea por Souza (2012).

A biomassa verde das leguminosas foi constituída por folhas e por galhos finos, que foram colhidos de plantas sadias, em crescimento vegetativo, com auxílio de tesoura de poda e podão metálico de alumínio. Em seguida, esta biomassa foi triturada mecanicamente e em seguida incorporada aos solo de várzea 15 dias antes do plantio, até completa homogeneização e distribuição uniforme nos canteiros, uma espécie por parcela, exceto para uma das parcelas, definida aqui como tratamento controle, onde somente o solo de várzea serviu como substrato de cultivo. A quantidade de biomassa vegetal aplicada foi de 1 kg de biomassa fresca por m².

Uma amostra da biomassa das leguminosas, utilizadas no experimento, foi submetida a análise química no LTSP, para determinação dos seguintes nutrien-

Tabela 1. Características químicas iniciais do solo Gley Pouco Húmico, utilizado nos canteiros suspensos para produção de alface (*Lactuca sativa*) em áreas de agricultores familiares do município de Manacapuru, AM. (n = 4)

pH (H ₂ O)	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	P	N	C
	cmol _c .kg ⁻¹				mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹	
5,79	0,10	13,55	2,76	0,35	136,60	0,94	12,03

tes: Ca, Mg, K, P e N. Nas análises de Ca, Mg, K e P foram utilizadas à metodologia da digestão nitro-perclórica e para o N total foi determinado após digestão sulfúrica, seguida de uma destilação pelo método Micro-Kjeldahl (Sarruge & Haag, 1974). As determinações efetuadas para avaliar a qualidade nutricional do material podado das leguminosas podem ser verificadas na Tabela 2.

As sementes de alface (*Lactuca sativa*) cv. Mônica foram semeadas em bandejas no próprio local e transplantadas quando já tinham cinco folhas, no espaçamento de 30 x 30 cm. Neste ensaio, os seguintes tratamentos foram considerados: 1) Testemunha (solo de várzea - SV); 2) SV + biomassa de mulungu; 3) SV + biomassa de papo-de-mutum; 4) SV + biomassa de malição; e, 5) SV + biomassa de feijão-miúdo. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições seis plantas por parcela. Sendo cada propriedade agrícola considerada como blocos.

A produção da alface foi avaliada através do número de folhas, peso fresco da planta inteira e altura total de plantas úteis posicionadas preferencialmente na parte central das parcelas. Após a colheita e avaliação das plantas, uma amostra

composta de solo de cada parcela foi separada para determinações químicas, seguindo procedimentos já descritos. Para a análise da significância estatística entre os tratamentos os dados foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), empregando o programa Estat, versão de 2010.

Experimento 2

Foram coletados 20 kg de solo obedecendo a procedimentos de obtenção, preparo e também para determinações de suas características químicas, conforme já descrito. O solo coletado apresentava pH de 5,71, e teores de Ca, Mg, K e Al respectivamente de 12,43, 2,40, 0,34 e 0,05 $\text{cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, teores de P de 153,14 mg kg^{-1} e N e C de 0,85 e 10,20 g kg^{-1} , respectivamente.

O ensaio foi conduzido em vasos plásticos contendo 200 g de solo onde foi realizada a incorporação do material vegetal das quatro espécies de leguminosas já apresentadas numa quantidade equivalente a 10 t ha^{-1} de material vegetal seco e triturado e uma testemunha controle de solo sem incorporação de material vegetal. Em seguida os vasos foram incubados em temperatura ambiente da casa de vegetação, com a umidade mantida a 80 % da capacidade de campo,

Tabela 2. Determinações dos teores de nutrientes presentes na biomassa foliar de quatro espécies de Fabaceae nativas do ambiente de várzea do Paraná do Supiá, médio rio Solimões, município de Manacapuru, AM. ($n = 3$)

Espécies	Nomes populares	N	P	K	Ca	Mg
Canavalia boliviana	Papo-de-mutum	27,52	5,34	21,79	10,00	1,69
Erythrina fusca	Mulungu	27,11	3,32	10,99	10,81	2,82
Mimosa pigra	Malição	28,82	5,18	10,04	12,03	2,55
Rhynchosia minima	Feijão-miúdo	24,45	5,42	16,07	8,19	2,20

por um período de 0, 15, 30, 45 e 60 dias. As características químicas das leguminosas utilizadas no experimento em condições controladas foram as mesmas do experimento de campo.

Em cada período de incubação foi determinado o N mineral (NH_4^+ e NO_3^-) após, extração com K_2SO_4 a 0,5M, usando 20 g de solo úmido e 40 mL de K_2SO_4 . Os teores de nitrato e amônio foram determinados por colorimetria seguindo a metodologia descrita por Anderson & Ingram (1993). No último tempo (60 dias) de incubação foram também determinadas outras características químicas do solo (Ca, Mg, P, K, C, pH em água e Al trocável), para avaliar o processo de decomposição das leguminosas e mudanças nas características químicas do solo, obedecendo aos mesmos procedimentos anteriores. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

ADUBAÇÃO VERDE NA PRODUÇÃO DE ALFACE EM GLEISSOLO

Na produção de hortaliças folhosas na região metropolitana de Manaus, Estado do Amazonas, a tecnologia agroecológica é pouco considerada e algumas vezes o suprimento de nitrogênio que baseia toda a produção é por fertilizantes industriais, diluídos na água de irrigação dos canteiros. Por outro lado, os resultados experimentais aqui obtidos evidenciaram que as práticas de adubação verde em solo de várzea, se considerados como formas alternativas de produção orgânica feita com baixo custo são viáveis e resultam em aumento da produção de alface, conforme pode ser verificado na Tabela 3.

A adição da biomassa foliar podada das leguminosas não aumentou significativamente a massa fresca da alface. O coeficiente de variação de 61 % indica que houveram efeitos aleatórios que impediram de realizar o experimento com maior precisão. Por outro lado, foi veri-

Tabela 3. Efeito da adubação verde com feijão-miúdo (*Rhynchosia minima*), malição (*Mimosa pigra*), mulungu (*Erythrina fusca*) e papo-de-mutum (*Canavalia boliviana*), na produção de alface (*Lactuca sativa*) em solo de várzea do Paraná do Supiá, Manacapuru, AM.¹

Substrato dos canteiros	Biomassa fresca (g)	Altura (cm)	Nº de folhas planta ⁻¹
Solo de várzea – SV	10,0 a	24 b	2,6 b
SV + biomassa de feijão-miúdo	26,0 a	30 ab	3,0 ab
SV + biomassa de malição	43,8 a	35 a	3,5 a
SV + biomassa de mulungu	40,3 a	31 ab	3,2 ab
SV + biomassa de papo-de-mutum	20,3 a	30 ab	2,9 ab
Coef. de variação (%)	60,67	10,33	9,95

¹ Letras diferentes, nas colunas, indicam diferenças significativas ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

ficado que quando o solo recebeu folhas de malhão as plantas de alface apresentaram significativamente maior altura (35 cm) e número de folhas por planta (3,5) (Tabela 3), sendo a testemunha sem adição de biomassa a que teve a menor altura (24 cm) e número de folhas (2,6). Estes resultados indicam que a substituição de adubos químicos pela reposição orgânica seria possível. Novos experimentos dos solos de várzea com adubação química ajudarão a decidir o melhor tipo de adubação.

Em campo há a influência de variados fatores relacionados a decomposição de resíduos vegetais, tais como a qualidade e abundância da biota do solo, a diversidade da biomassa microbiana, as características específicas do material orgânico que é depositado no solo e as condições edafoclimáticas locais (Oliveira et al., 2000).

Os experimentos demonstrativos feitos diretamente com a participação dos agricultores é também uma estratégia de comprovação da eficácia e de difusão de tecnologias orgânicas alternativas, que contribuem para o aumento da produtividade dos cultivos, e este efeito é particularmente observado em hortaliças folhosas que tem uma demanda elevada por nitrogênio, e que, portanto, se beneficiariam da baixa relação C/N existente na biomassa triturada das leguminosas. É possível assim que o aumento da produção de alface observada neste estudo experimental podem estar relacionados com as características químicas das leguminosas estudadas, destacando-se que a melhor espécie, o malhão, foi também a leguminosa que apresentou a maior concentração de N e Ca em sua biomassa foliar (Tabela 2).

DINÂMICA DO N-MINERAL E DA MINERALIZAÇÃO DA ADUBAÇÃO VERDE EM GLEISSOLO

Os resultados do segundo experimento mostraram que após 15 dias da incorporação da biomassa de mulungu ao solo houve um aumento significativo ($P < 0,01$) do íon $N-NH_4^+$ (9,6 mg kg solo⁻¹) (Tabela 4). Porém aos 30 dias de incubação, houve uma queda da mineralização das formas de $N-NH_4^+$, mesmo assim, nos solos com as leguminosas os teores de $N-NH_4^+$ foram maiores (2,2-2,6 mg kg solo⁻¹) do que o solo sem aporte de biomassa (1,1 mg kg solo⁻¹).

Aos 45 dias, os maiores valores foram do solo com feijão miúdo (3,1 mg kg solo⁻¹) e o mais baixo valor foi do solo com malhão (0,9 mg kg solo⁻¹). Evidenciando que dentre as espécies avaliadas a velocidade de mineralização é menor para esta espécie, podendo ser benéfica para um cultivo de ciclo curto específico.

Ressalta-se que os solos de várzea são solos hidromórficos e nessas condições, o N mineral do solo se detém na forma de $N-NH_4^+$, pois o excesso de água pode inibir a nitrificação, pela ausência de O_2 suficiente, necessário à atividade dos organismos nitrificantes, exclusivamente aeróbicos (Sanchez, 1981; Paul & Clark, 1996). Desse modo o ambiente do solo pode ter favorecido a desnitrificação (Sanchez, 1981). Entretanto, aos 60 dias de monitoramento a mineralização das formas de $N-NH_4^+$, já não diferiam mais significativamente entre tratamentos, com queda drástica da sua disponibilidade, evidenciando um predomínio

Tabela 4. Dinâmica de mineralização de nitrogênio em solo Gley Pouco Húmico que recebeu o aporte de biomassa foliar fresca com feijão-miúdo (*Rhynchosia minima*), malição (*Mimosa pigra*), mulungu (*Erythrina fusca*) e papo-de-mutum (*Canavalia boliviana*), em função do tempo de incubação, em condições controladas. ($n = 4$)¹

Tratamentos	Dias de incubação				
	0	15	30	45	60
N-NH ₄ ⁺ (mg kg solo ⁻¹)					
Solo de várzea – SV	3,67	3,29 b	1,08 b	1,10 b	2,23 a
SV + biomassa de feijão-miúdo	5,20	5,99 ab	2,64 a	3,09 a	2,12 a
SV + biomassa de malição	5,20	4,79 b	2,18 a	0,89 b	1,64 a
SV + biomassa de mulungu	4,85	9,58 a	2,28 a	1,67 ab	1,62 a
SV + biomassa de papo-de-mutum	4,62	4,21 b	2,35 a	1,27 ab	1,50 a
Teste F	-	7,56**	9,93**	4,31*	0,52ns
N-NO ₃ ⁻ (mg kg solo ⁻¹)					
Solo de várzea – SV	1,88	12,34 a	14,12 a	13,73 a	10,72 b
SV + biomassa de feijão-miúdo	1,95	5,37 b	13,11 a	22,03 a	22,18 b
SV + biomassa de malição	1,78	3,67 bc	17,90 a	21,67 a	21,00 b
SV + biomassa de mulungu	2,52	10,58 a	18,15 a	21,66 a	35,66 a
SV + biomassa de papo-de-mutum	2,63	1,75 c	12,37 a	20,96 a	18,05 b
Teste F	-	46,72**	1,64ns	2,15ns	11,45**

¹ Médias seguidas por letras distintas nas colunas são significativamente diferentes (Teste de Tukey, 5%).

* P < 0,05 (significativo a 5%); ** P < 0,01 (significativo a 1%).

sequencial de formas oxidadas no curso das transformações bioquímica que se processam no solo da várzea.

Os resultados para a liberação das formas de N-NO₃⁻ revelou que aos 15 dias de incubação os solos de várzea natural sem leguminosas e os solos com mulungu apresentaram os maiores valores de N-NO₃⁻ (12,3 e 10,6 mg kg solo⁻¹ respectivamente) e o mais baixo foi dos solos com papo-de-mutum (1,8 mg kg solo⁻¹ respectivamente). Em consequência o mulungu pode ser considerado o de mais rápida mineralização de nitrato.

Os baixos valores dos outros solos com leguminosas (1,8-5,4 mg kg solo⁻¹) podem ser explicados como processos temporários de imobilização, visto que desde os 30 até os 60 dias se observaram valores acima de 12 mg kg solo⁻¹. Este fe-

nômeno está relacionado com a dinâmica de transformações de decomposição da matéria orgânica, que é algumas vezes definido como *priming effect*. O efeito temporário, de imobilização de N-NO₃⁻ aos 15 dias de incubação, foi ainda mais pronunciado quando o solo da várzea recebeu aporte de biomassa de papo-de-mutum, comparado à de feijão-miúdo.

Aos 30 e 45 dias de incubação, há um aumento progressivo da disponibilidade de nitrato em todas as condições avaliadas, que não se diferenciam significativamente entre si ($p > 0,05$), e o N-NO₃⁻ torna-se a principal forma de N mineral no solo. Foi também evidenciado que, aos 45 dias de incubação, mesmo sem diferir significativamente todos os solos que receberam biomassa de leguminosas disponibilizam mais nitrato que o

solo testemunha. Aos 60 dias, somente o solo que recebeu a biomassa de mulungu permaneceu como uma fonte crescente e predominante de N-NO_3^- , superando significativamente as demais condições de solo avaliadas. Nesta última avaliação, a disponibilidade de N-NO_3^- no solo que recebeu a biomassa de mulungu, teve um incremento estimado em 132,6 % na concentração desta forma de N-mineral, comparada ao solo testemunha.

A predominância de N-mineral na forma oxidada de N-NO_3^- pode estar relacionada com as características físico-químicas dos solos Gley Pouco Húmico da Amazônia, tais como: pH menos ácido, alta capacidade de troca de cátions, baixa concentração de Al^{3+} , alto teor em fósforo e também pelas características mineralógicas com a presença de argilas expansivas do tipo 2:1 (Alfaia & Falcão, 1993, Alfaia, 1997). Em outros estudos, a incorporação de material vegetal de leguminosas em solos de terra firme da Amazônia, que apresentam acidez elevada, a principal forma de N mineral é a de N-NH_4^+ (Alfaia, 1997; Alfaia *et al.*, 2006). A acidez dos solos da Amazônia é um importante fator restritivo à proliferação das populações de bactérias nitrificadoras, sugerindo, neste contraponto, uma estratégia reguladora para conservação do N no solo, minimizando os efeitos de processos intensivos de lixiviação e perdas de nitrato para os horizontes mais profundos, que caracterizam as condições edafo-climáticas no trópico úmido (Jordan *et al.*, 1979).

Conceitualmente, a taxa de mineralização líquida representa a produção de N-mineral que ocorre a partir do ponto

de aporte da matéria orgânica fresca ao solo e compreende dois processos opostos: a mineralização e a imobilização, que são mediados antagonicamente pela relação C/N existente. A relação C/N é literalmente a razão entre a quantidade de Carbono e a de Nitrogênio no ambiente em que as transformações metabólicas da decomposição se processam até que o produto final da biomassa mineralizada seja outra vez os nutrientes disponibilizados em sua forma iônica. Nos ecossistemas naturais e também na maioria dos agrossistemas, a quantidade de resíduos orgânicos de origem vegetal é predominante sobre a de resíduos animais. Há vários modelos matemáticos para simular as transformações do N no solo. Stanford & Smith (1972) propuseram uma fórmula para estimar a taxa de mineralização líquida de N, ou seja, a variação na mineralização que se processa de acordo com o tempo, como apresentado a seguir:

$$\text{Mineralização líquida} = (\text{N-NH}_4^+ + \text{N-NO}_3^-)t - (\text{N-NH}_4^+ + \text{N-NO}_3^-)t_0$$

Com os resultados experimentais aqui obtidos, submetidos a este modelo, foi possível demonstrar que o balanço de transformações que definem a mineralização líquida de N foi negativo aos 15 dias de incubação para todas as condições de solo avaliadas, exceto para aquele que recebeu o aporte da biomassa de mulungu, cujas estimativas foram positivas em todos os períodos de incubação (Figura 1). Aos 30 dias, a mineralização líquida foi negativa somente para o solo que recebeu o aporte da biomassa

fresca de papo-de-mutum e posteriormente se processaram positivas em todos os tratamentos, variando tão somente nos valores de N mineralizado. As taxas negativas representam a fase em que o N-mineralizado está temporariamente retido pelos organismos que constituem a biomassa microbiana do solo, o que se conceitua como a etapa de “imobilização”. As taxas de mineralização líquida positivas foram estabelecidas para todas as condições de solo avaliadas a partir dos 45 dias de incubação, predominando processos de mineralização.

As estimativas decorrentes indicaram que após dois meses de incubação a taxa de mineralização líquida da biomassa foliar fresca de leguminosas adicionadas ao solo Gley Pouco Húmico variaram entre 6,60 mg kg⁻¹ para papo-de-mutum a 24,34 mg kg⁻¹ para mulungu (Figura 1).

As taxas mais elevadas de mineralização de N foram obtidas com a incorporação da biomassa de mulungu, demonstrando seu potencial de transferência de N para culturas de interesse agrônomo, manejadas em práticas fitotécnicas de preparo do solo na agricultura praticada em áreas de várzea. Mas, também deve se considerar que, nas práticas de adubação verde, há outros fatores que podem afetar as taxas de mineralização do N, dentre eles a qualidade do material vegetal incorporado, a relação C/N e a concentração de metabólitos secundários tais como celulose, terpenos, polifenóis e lignina, etc. - o que aqui não foi avaliado. As pesquisas complementares também devem considerar um período maior de incubação, para obter mais subsídios sobre a dinâmica da mineralização da biomassa vegetal de feijão-miúdo, papo-de-mutum e malição, espécies que também vem sendo avalia-

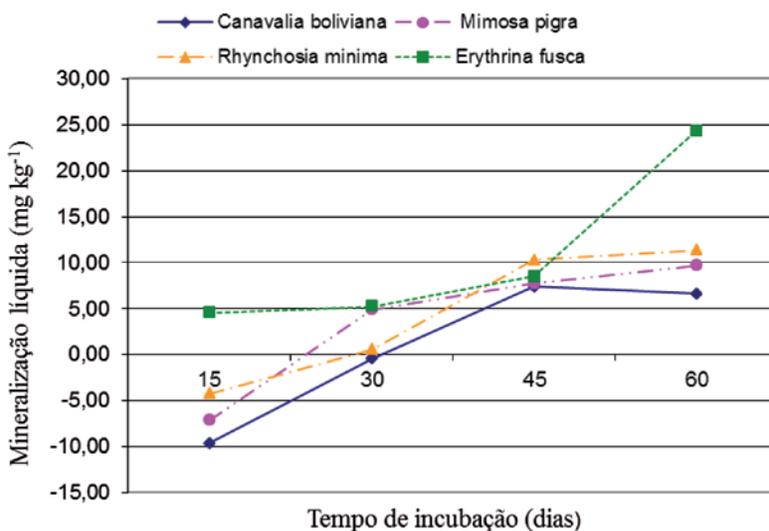


Figura 1. Dinâmica da mineralização líquida e das transformações resultantes do aporte de biomassa foliar fresca de feijão-miúdo (*R. minima*), malição (*M. pigra*), mulungu (*E. fusca*) e papo-de-mutum (*C. boliviana*), em função do tempo de incubação em solo Gley Pouco Húmico da Amazônia Central.

das como fontes de nitrogênio em práticas de adubação verde na calha dos rios Solimões-Amazonas.

EFEITO DA ADUBAÇÃO VERDE NAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS EM GLEISSOLO

Após 60 dias de incubação, o solo de várzea que recebeu o aporte da biomassa foliar fresca de leguminosas apresentou um alto grau de tamponamento do pH do solo, e, considerando sua fertilidade natural, poucas alterações na disponibilidade de nutrientes, exceto para o K^+ , em resposta aos tratamentos aplicados (Tabela 5). Os valores de pH encontrados no solo em condições controladas também mostraram uma acidez ativa considerada média (Moreira *et al.*, 2005; Alfaia *et al.*, 2007), suficiente para neutralização do Al^{3+} , que pode, potencialmente, ser prejudicial aos cultivos.

Os teores dos nutrientes essenciais determinados estão acima do nível considerado alto (Moreira *et al.*, 2005, Alfaia *et al.* 2007) e a relação C/N do solo variou pouco com ou sem o aporte de biomassa vegetal situando-se entre valores de 10,83

e 12,32. Somente para o potássio, a incorporação de biomassa fresca de feijão-miúdo e papo-de-mutum elevou significativamente a disponibilidade deste nutriente comparado ao solo testemunha. Em todos os tratamentos os teores de potássio (K) no solo situaram-se acima do nível considerado alto (Moreira *et al.*, 2005, Alfaia *et al.*, 2007). Esses resultados demonstram a potencialidade das leguminosas como fornecedoras de potássio em práticas de adubação verde no ambiente da várzea nas áreas onde se identifica uma baixa disponibilidade desse nutriente como as observadas por Alfaia *et al.* (2007).

Após o período de incubação de dois meses, os teores de N total encontrados em todos os tratamentos foram baixos (Cravo *et al.*, 2002, Alfaia *et al.*, 2007), e não diferiram significativamente. Estes resultados concordam com outras pesquisas que demonstram que o N é um dos nutrientes mais limitantes para a produção primária em solos de várzea (Cravo *et al.*, 2002, Alfaia *et al.*, 2007). Os teores de C orgânico em todos os tratamentos também foram baixos (Cochrane *et al.*, 1985; Alfaia *et al.*, 2007) e sem diferença significativa, variando entre 8,23 e 10,62 g kg^{-1} na in-

Tabela 5. Características químicas do solo Gley Pouco Húmico, com ou sem o aporte da biomassa foliar fresca de com feijão-miúdo (*Rhynchosia minima*), malicção (*Mimosa pigra*), mulungu (*Erythrina fusca*) e papo-de-mutum (*Canavalia boliviana*), após 60 dias de incubação em condições controladas. ¹ (n = 4)

Tratamentos	pH (H ₂ O)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	P	N	C
		cmol _c .kg ⁻¹			(mg kg ⁻¹)	g kg ⁻¹	
Solo de várzea – SV	5,48 ab	11,37 a	2,43 a	0,32 c	170,2 a	0,71 a	8,75 a
SV + feijão-miúdo	5,69 a	10,89 a	2,40 a	0,45 a	186,4 a	0,76 a	8,23 a
SV + malicção	5,23 b	12,32 a	2,53 a	0,38 bc	165,2 a	0,90 a	10,62 a
SV + mulungu	5,46 ab	11,41 a	2,47 a	0,38 bc	176,0 a	0,84 a	9,63 a
SV + papo-de-mutum	5,41 ab	11,66 a	2,43 a	0,42 ab	178,7 a	0,78 a	9,43 a
Teste F	4,23*	1,84 ^{ns}	0,44 ^{ns}	10,57**	0,62 ^{ns}	0,86 ^{ns}	1,21 ^{ns}

¹ Médias seguidas por letras distintas nas colunas são significativamente diferentes (Teste de Tukey, 5%); * P < 0,05 (significativo a 5%); ** P < 0,01 (significativo a 1%); ns - não significativo.

corporação de feijão-miúdo e malição, respectivamente, sugerindo que quantidades acima de 10 t ha⁻¹ de biomassa das leguminosas devem ser utilizadas para o incremento dos teores de C e matéria orgânica do solo ou que sua disponibilidade é em tempo superior a dois meses.

CONCLUSÕES

Solos de várzea adubados com 10 t ha⁻¹ de biomassa de malição (*Mimosa pigra*) aumentam a massa fresca da alfaca cultivar Mônica.

Na dinâmica de mineralização do N mineral do solo, predomina o N na forma amoniacal até os 15 dias de incubação, depois a mineralização do N foi principalmente na forma nítrica. As maiores taxas de N-NO₃⁻ provenientes das leguminosas em condições controladas obteve-se com a incorporação de mulungu (*Erythrina fusca*), destacando a importância desta árvore nativa como fornecedora de N aos solos de várzea. As incorporações da papo-de-mutum (*Canavalia boliviana*) e da feijão-miúdo (*Rhynchosia mínima*) apresentaram um bom potencial como fornecedoras de potássio.

O Gleissolo estudado apresenta teores de Ca, Mg, K e P situados acima do nível considerado alto, confirmando sua fertilidade natural. Mas, os teores de N total e C orgânico foram baixos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaia, S.S. Falcão, N.P. 1993. Estudo da dinâmica de nutrientes em solos de várzea da Ilha do Careiro no Estado do Amazonas. *Amazoniana*, 1993. XII (3/4):485-493.
- Alfaia, S.S. 2006. Caracterização e distribuição das formas do nitrogênio orgânico em três solos da Amazônia Central. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 36 (2): 135-140.
- Alfaia, S.S.; Neves, A.L.; Ribeiro, G.A.; Fajardo, J.D.V.; Uguen, K.; Ayres, M.I.C. 2007. Caracterização dos parâmetros químicos dos solos de várzea em diversos sistemas de uso da terra ao longo da calha dos rios Solimões/Amazonas. In: Noda, S.N. (Org.) *Agricultura Familiar na Amazônia das Águas*, EDUA, p. 67-89.
- Almeida, M.M.T.B; Lixa, A.T.; Silva, E.E; Azevedo, P.H.S.; De-Polli, H. & Ribeiro, R.L.D. 2008. Fertilizantes de leguminosas como fontes alternativas de nitrogênio para produção orgânica de alfaca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, n.6, Brasília, jun. 10p. www.scielo.br acessado dia 09/09/2008.
- Anderson, J.M.; Ingram, J.S.I. 1993. *Tropical soil biology and fertility. A handbook of methods*. Second Edition. CAB International. 221p.
- Cravo, M.; Xavier, J.; Dias, M.; Barreto, J. 2002. Características, uso atual e potencial das várzeas no Estado do Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, v.32, n.3: 351-366.
- Cochrane, T.T.; Sanchez, L.G.; Azevedo, L.G.; Porras, J.A.; Garver, C.L. 1985. *Land in tropical America*. CIAT/ EMBRAPA-CPAC, Brasília. v 3, p. 7-9.
- Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de solo. 1997. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro. 2.ed., 212 p.
- Jordan, F.C. (Ed.) 1989. *An Amazonian rainforest: the structure and function of a nutrient-stressed ecosystem and the impact of slash and burn agriculture*. UNESCO, MAB, Man and Biosfera Series, v. 2, 176p.
- Moreira, A.; Castro, C.; Alfaia, S.S.; Malavolta, E. 2005. Fertilidade dos solos da Amazônia. In: Ribeiro, M.R.; Nascimento, C.W. A.; Accioly, A.M.A.; Lira Júnior, M.A.; Stanford, N.P.; Freire, F.J. (Org.). *Anais...*, XXX

- CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. 1 ed. Recife: UFRPE/Embrapa/SBCS, 2005, v. 1, p. 1-29.
- Oliveira, L.A.; Moreira, F.W.; Falcão, N.P.; Pinto V.S.G. 2000. Floodplain soils of Central Amazonia: Chemical and physical characteristics and agricultural sustainability. In: Junk, W.J., Ohly, J.J.; Piedade, M.T.F.; Soares, M.G. (Eds.). *The Central Amazon Floodplain: Actual use and Options for a Sustainable Management*. Leiden: Backhuys Publishers. p. 129-140.
- Paul, E.A.; Clark, F.E. 1996. *Soil Microbiology and Biochemistry*. E.A. Paul and F.E. Clark. (Eds.). Academic Press. 340 p.
- Sanchez, P.A. 1981. *Suelos del trópico: características y manejo*. IICA. San José. Costa Rica. 660pp
- Sarruge, J.R.; Haag, H.P. 1974. *Análises químicas em plantas*. Piracicaba, ESALQ, 56p.
- Souza, L.A.G. 2012. *Leguminosas para adubação verde na terra firme e na várzea da Amazônia Central*. Um estudo em pequenas propriedades rurais em Manacapuru. Inpa, Manaus, Nerua, 32p.
- Stanford, G., Smith, S.J. 1972. *Nitrogen mineralization potentials of soils*. Soil Science Society of American Proceedings, Madison, v. 36, p. 465-472.

POTENCIAL DE FABACEAE DE HÁBITO LIANESCENTE PARA USO COMO ADUBO VERDE EM ÁREAS DE TERRA FIRME DA AMAZÔNIA CENTRAL

Adilson Rodrigues DANTAS¹, Luiz Augusto Gomes de SOUZA¹,
Manoel Cursino LOPES¹, Augusto Cruz de MEIRELLES²
e Manoel Paulino da Costa FILHO¹.

¹ Coordenação de Sociedade Ambiente e Saúde, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Cosas/Inpa, Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis. Manaus, AM, Caixa Postal 2223, CEP: 69080-971, e-mail: dantas@inpa.gov.br; souzagal@inpa.gov.br; cursino@inpa.gov.br; paulino@inpa.gov.br;

² Bolsista CNPq, Doutorando do PPG-CFT, Inpa, Manaus, AM, e-mail: gugaadans@gmail.com.

Palavras-chave: Fertilidade do Solo, Terra firme, Agricultura Sustentável, Agroecologia.

INTRODUÇÃO

A prática de manejo agrícola chamada de “adubação verde” constitui-se de um conjunto de ações integradas que são benéficas aos solos e sistemas agrícolas em geral, especialmente na proteção contra erosão, reestruturação, incremento da Capacidade de Troca de Cátions, disponibilidade de nitrogênio, taxa de infiltração e capacidade de retenção de água, controle de nematoides e plantas pioneiras (Badejo *et al.* 2002, Canellas *et al.* 2004). Adicionalmente, também promove e diversifica a biomassa microbiana, mineralização e mobilização de nutrientes lixiviados ou pouco solúveis que são levados para as camadas mais profundas do solo (Espíndola *et al.* 2006; Nicoloso *et al.* 2008). Em síntese, é uma prática tradicionalmente utilizada pelos agricultores, em distintas regiões do mundo, para melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos agricultáveis (Heinrichs *et al.* 2005).

No Brasil, as pesquisas com adubação verde foram iniciadas nos anos 1960, e foram perdendo atenção científica, quando as tecnologias inovadoras baseadas nos modelos industriais químico-mecânicos da revolução verde trouxeram também novas prioridades (Mitidieri, 1983). Posteriormente, com a identificação dos impactos que as práticas agrícolas modernas produziam aos recursos naturais como água, solo, biodiversidade, etc., o conjunto de estudos sobre práticas agroecológicas de cultivo foram retomados. Os modelos de transferência de nutrientes por meio do aporte

ou incorporação de biomassa fresca ao solo, para se popularizarem precisam da demonstração de sua viabilidade e capacidade de incremento da produção dos cultivos de interesse. Assim, o manejo de adubos verdes nos períodos de entressafra em cultivos alternados, o consorciamento em sistemas de aleias, ou uso como fonte de nutrientes nos canteiros de hortaliças folhosas tem sido propostos, comprovando-se sua eficácia com base em resultados experimentais (Boletim Técnico de Hortaliças, 1999; Souza, 2012).

Nas condições edafo-climáticas tropicais da Amazônia, os solos de terra firme tem em comum as boas características físicas, mas quimicamente possuem acidez elevada e baixa fertilidade natural. No manejo sustentável destes solos as práticas de adubação verde são uma das medidas fitotécnicas de reposição de nutrientes e de manutenção da capacidade produtiva e conservação do solo. Algumas espécies de adubo verde também tem importante papel na recuperação de áreas degradadas. Na recuperação de solos pobres em nutrientes, no sistema de capoeiras e nas bordas de áreas agrícolas em exploração, uma das prioridades de pesquisa é a seleção de espécies tolerantes aos ambientes de estresse inerentes a estes solos. Estas espécies devem apresentar rusticidade e boa capacidade de sobrevivência, povoamento, crescimento e de prosperar em solos degradados. Algumas leguminosas, quando cultivadas em condições favoráveis, fixam de 60-100 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, e, há espécies excepcionais como a leucena (*Leucaena leucocephala*), onde a quantidade de N fixada chega a 360-400 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹ (Fontanétti *et al.* 2006).

Comprovada a necessidade de manejo de plantas adubadeiras no conjunto de espécies que constituem os recursos de agrobiodiversidade em um dado local e diante do numeroso estoque genético de espécies vegetais nos biomas amazônicos, há uma demanda por pesquisas que avaliem o potencial de cultivo de plantas pouco pesquisadas. As leguminosas (Fabaceae) são um grupo preferencial de espécies a serem avaliadas, pela habilidade da maioria delas em capturar biologicamente o N₂ atmosférico, trazendo-o para o sistema solo-planta animal. Outras particularidades das Fabaceae são a sua alta diversidade, a origem tropical e a plasticidade de hábitos de crescimento, existindo dentro da família plantas herbáceas, arbustivas, lianescentes e arbóreas.

A Amazônia é hoje uma das poucas áreas disponíveis para a expansão da agrícola brasileira, e os sistemas de produção agrícola são, muitas vezes, manejados em solos com poucos recursos nutricionais e com a tecnologia incipiente que caracteriza a sequência de corte-queima-cultivo-pousio em áreas de floresta tropical. As práticas de adubação verde é apontada como uma alternativa potencial para se contrapor ao uso não sustentável dos recursos naturais, contribuindo para conservação e preservação do ecossistema amazônico. Esta pesquisa foi realizada para obter maiores informações agrônômicas sobre espécies lianescentes de Fabaceae, que apresentam potencial para cultivo em solo Latossolo Amarelo da terra firme como plantas para cobertura do solo e para práticas de adubação verde.

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Microbiologia do solo, viveiro de produção de mudas, Laboratório Temático de Solos e Plantas – LTSP do Inpa, no Campus do V-8, em Manaus, AM. Os plantios foram efetuados na Estação Experimental de Fruticultura Tropical do Inpa, localizada na BR 174, Km 45, no mesmo município. A área selecionada para o cultivo era plana e contínua, com vegetação secundária, em solo Latossolo Amarelo distrófico, textura muito argilosa.

As espécies de hábito lianescente selecionadas para a pesquisa foram: bico-de-pato (*Dioclea guianensis* Benth.), enxada-verde (*Calopogonium mucunoides* Desv.), feijão-bravo (*Centrosema plumieri* (Turpin ex Pers.) Benth.), feijão-peludo (*Vigna lasiocarpa* (Benth.) Verd.), mata-cabrito (*Clitoria falcata* Lam. var. *falcata* Lam.), mucuna-preta (*Mucuna pruriens* (L.) DC. var. *utilis* (Wall. ex Wight) H.S. Bailey) e papo-de-mutum (*Canavalia brasiliensis* Benth.). Todas elas classificam-se filogeneticamente na subfamília Faboi-

deae e na tribo Phaseoleae. As sementes foram coletadas nos anos de 2007 a 2009 e alguns registros da procedência, data de coleta, ambiente ecológico de origem e da identificação dos táxons estão apresentados na Tabela 1. A mucuna-preta, foi incluída no grupo como uma planta de referência já que é uma das espécies de adubo verde mais pesquisadas e cultivados no Brasil.

Nas atividades de bioprospecção, após a obtenção de sementes estas foram armazenadas com baixo teor de umidade $\leq 10\%$, em recipientes vedados e temperatura média de 8°C . A semeadura foi feita em sementeira preenchidas com areia lavada. Foi aplicado um tratamento pré-germinativo para quebra da dormência, exceto para mucuna-preta (semeada diretamente nos recipientes) e o feijão-peludo. Para o bico-de-pato e o feijão-bravo empregou-se H_2SO_4 concentrado por 5 min, seguido de lavagens em água corrente para remoção de resíduos. Para o mata-cabrito e enxada-verde, a escarificação entre lixas 180 PN por 1 min. As sementes de papo-de-mutum foram escarificadas manualmente em pedra de

Tabela 1. Informações sobre a procedência das sementes de sete espécies lianescentes de Fabaceae, com a data da coleta, ambiente ecológico de origem e número de depósito no Herbário do Inpa, em Manaus, AM.¹

Espécies	Procedência (AM) ²	Nº de Herbário	Data da coleta	Ambiente ecológico
<i>Calopogonium mucunoides</i>	Coari	229.660	15/05/2009	Ruderal
<i>Canavalia brasiliensis</i>	Coari	-	09/08/2011	Várzea
<i>Centrosema plumieri</i>	Novo Airão	224.588	19/08/2008	Ruderal
<i>Clitoria falcata falcata</i>	São Gabriel	221.365	07/07/2007	Quintal
<i>Dioclea guianensis</i>	São Gabriel	200.879	24/05/2007	Ruderal
<i>Mucuna pruriens utilis</i>	Coari	224.429	18/07/2008	Cultivada
<i>Vigna lasiocarpa</i>	Novo Airão	224.430	15/08/2008	Igapó

¹A identificação botânica de *Canavalia brasiliensis* foi feita no Herbário do Museu Goeldi, em Belém, PA; ² – São Gabriel refere-se ao município de São Gabriel da Cachoeira.

esmeril, com abrasão de $\pm 10\%$ do tegumento do lado oposto ao hilo. Antes de semear, para todas as espécies, as sementes permaneceram imersas em água por 24 h, com fins de embebição. Para todas as espécies a taxa de germinação foi $\geq 50\%$, como pode ser verificado na Tabela 2.

Quando as plântulas apresentaram o segundo par de folhas definitivas foram transplantadas para sacos plásticos com capacidade para 250 g, preenchidos com uma mistura substrato 4:1 (v:v) de solo argiloso e esterco bovino. O solo argiloso foi coletado do próprio local de cultivo. Aos 30 dias, as mudas foram transportadas e plantadas após a abertura de covas de 20 x 20 x 20 cm.

O delineamento adotado foi o de blocos casualizado constituído por sete tratamentos (as espécies), com três repetições. Na parcela experimental foram plotadas cinco linhas de 3 m de comprimento, com espaçamento de 1,5 m entre linhas e 50 cm entre plantas, ocupando 6 plantas por linha e 30 por parcela (Figura 1), prevendo-se duas colheitas.

Foram desconsideradas da avaliação as plantas da bordadura. O experimento foi estabelecido em um único local. Entre as parcelas, foi deixado um espaçamento de 2,0 m, o que permitiu a circulação entre corredores. A área total da parcela foi de 18 m², e a do bloco de 480 m².

Para a implantação do ensaio, a área foi demarcada e piqueteada. Nesta fase, em cada bloco uma amostra composta de solo foi coletada na profundidade 0-10 cm, para caracterização química. As amostras foram secas ao ar por 48 h, peneiradas e analisadas no LTSP do

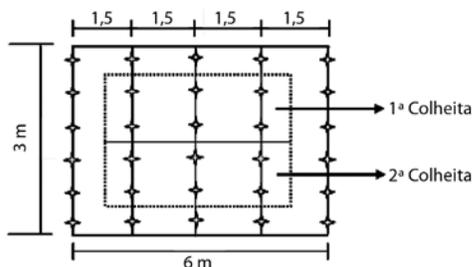


Figura 1. Parcela experimental para estudos agrônômicos de Fabaceae com potencial para adubação verde e cobertura do solo instalado na Estação Experimental de Fruticultura Tropical do Inpa, em Manaus, AM.

Tabela 2. Características da germinação das sementes de sete espécies de Fabaceae de hábito lianescente, semeadas em sementeiras com areia.

Espécies	Tratamento pré-germinativo ^{*1}	1ª emergência	Período germinativo	Germinação (%)	IVE ^{**2}
		dias			
<i>Calopogonium mucunoides</i>	L	3	10	84,33	19,46
<i>Canavalia brasiliensis</i>	E	3	10	73,00	11,25
<i>Centrosema plumieri</i>	A	6	18	51,33	3,20
<i>Clitoria falcata falcata</i>	L	6	8	68,00	7,28
<i>Dioclea guianensis</i>	A	6	7	60,50	9,30
<i>Mucuna pruriens utilis</i>	S	4	3	95,00	19,14
<i>Vigna lasiocarpa</i>	I	3	11	85,33	9,14

^{*1} - A - Escarificação com ácido sulfúrico por 5 minutos; E - Escarificação de 10 % tegumento em pedra de esmeril; I - Imersão em água por 24 h; L - Escarificação com lixa 180 PN por 1 minuto; S - sem tratamento.

^{**2} - Índice de velocidade de emergência.

Inpa, em Manaus, AM. As determinações foram de acordo com a metodologia da Embrapa (1997). Os teores de carbono e matéria orgânica do solo foram incluídos nas análises que estão apresentadas na Tabela 3.

Após o preparo da área, 20 dias antes do início dos plantios, o solo recebeu fertilização mineral nas parcelas aplicando-se: 400 g de superfosfato triplo, 310 g de KCl e 450 g de calcário dolomítico, com base na prescrição de alto insumo feita por Cravo *et al.* (2010), correspondente à 100 kg de P_2O_5 ha^{-1} , 100 kg de K_2O e 250 kg de calcário dolomítico ha^{-1} . A distribuição dos adubos foi feita manualmente, a lanço. Os plantios foram feitos entre fevereiro a abril de 2012, e duas colheitas foram praticadas na 16^a e 24^a semana após o plantio, considerando-se o monitoramento de cada espécie. Em cada colheita, seis plantas foram amostradas. Ao final do ensaio, permaneceram nas parcelas somente as plantas da bordadura.

Na colheita, feitas nos meses de julho e agosto, as ramas foram medidas com trena determinando-se o seu comprimento, o número de folhas foi contado, considerando-se sua morfologia trifoliolada. As plantas foram extraídas inteiras, separando-se a parte aérea das raízes, com auxílio de tesoura de poda. A cor das folhas foi re-

gistrada e a biomassa da parte aérea fresca foi determinada, logo após a extração das plantas, com balança digital portátil. Os nódulos presentes nas raízes foram extraídos e contados. A biomassa aérea, radicular e dos nódulos foi submetida à secagem em estufa a 60°C por 72 h e, em seguida, pesada em balança digital. Após a pesagem da parte aérea, deu-se a pesagem do caule. A biomassa foliar correspondeu ao peso da parte aérea subtraída do caule. A biomassa seca total foi a soma da parte aérea e raízes. Os dados da biomassa da parte aérea fresca foram utilizados para estimativas da produção que foram feitas para a 16^a semana e na 24^a semana, com resultados em $t ha^{-1}$. A análise dos dados foi efetuada utilizando o programa estatístico Estat (Unesp, versão 2002) para a ANOVA e o teste de Tukey para comparar as médias dos tratamentos.

RESULTADOS DE CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO

Todas as espécies cultivadas apresentaram boa adaptação ao solo de terra firme da Amazônia Central e estabeleceram-se nas condições edafo-climáticas que encontraram mesmo considerando-se suas características intrínsecas. Em seu ambiente de distribuição natural as espécies lianescentes de Fabaceae de ciclo

Tabela 3. Características químicas de um solo Latossolo Amarelo na Rodovia BR 174, Km 40, selecionado na Estação Experimental de Fruticultura Tropical do INPA, município de Manaus, AM.

Blocos	pH		Ca	Mg	K	Al+H	P	Zn	Fe	Mn	C	M.O.
	H ₂ O	KCl										
	cmol kg ⁻¹					mg kg ⁻¹					g kg ⁻¹	
I	4,28	4,38	0,38	0,18	0,11	1,23	6,6	1,3	352,0	4,9	20,1	34,5
II	4,19	4,33	0,14	0,11	0,16	1,52	3,3	1,2	344,0	2,6	22,0	37,8
III	4,18	4,32	0,09	0,15	0,06	1,67	9,6	1,3	391,0	2,2	23,3	40,0
Médias	4,22	4,34	0,20	0,15	0,11	1,47	6,5	1,3	362,3	3,2	21,8	37,4

mais longo, muitas vezes usam as árvores como suporte em busca da luminosidade do terço médio superior da estrutura florestal. As medidas de comprimento das ramas e biomassa da parte aérea fresca estão apresentadas na Figura 2.

No grupo avaliado, o feijão-bravo (*Centrosema plumieri*) apresentou o maior comprimento de rama (5,1 m) após 24 semanas do transplante. E enxada-verde (*Calopogonium mucunoides*) teve o menor comprimento (2,0 m) (Figura 2a). Algumas espécies como mata-cabrito (*Clitoria falcata* var. *falcata*) e mucuna-preta

(*Mucuna pruriens* var. *utilis*), reduziram a velocidade de crescimento das ramas com 16 semanas de cultivo, expressando pouco incremento na segunda avaliação. Noutras, o crescimento das ramas é contínuo, porém mais lento, o que inclui a enxada-verde, mas também bico-de-pato (*Dioclea guianensis*) e feijão-peludo (*Vigna lasiocarpa*). Em duas espécies, o feijão-bravo e o papo-de-mutum (*Canavalia brasiliensis*), as ramas cresceram ± 2 m entre a 16^a e a 24^a semana.

A produção de biomassa fresca é uma característica determinante nas

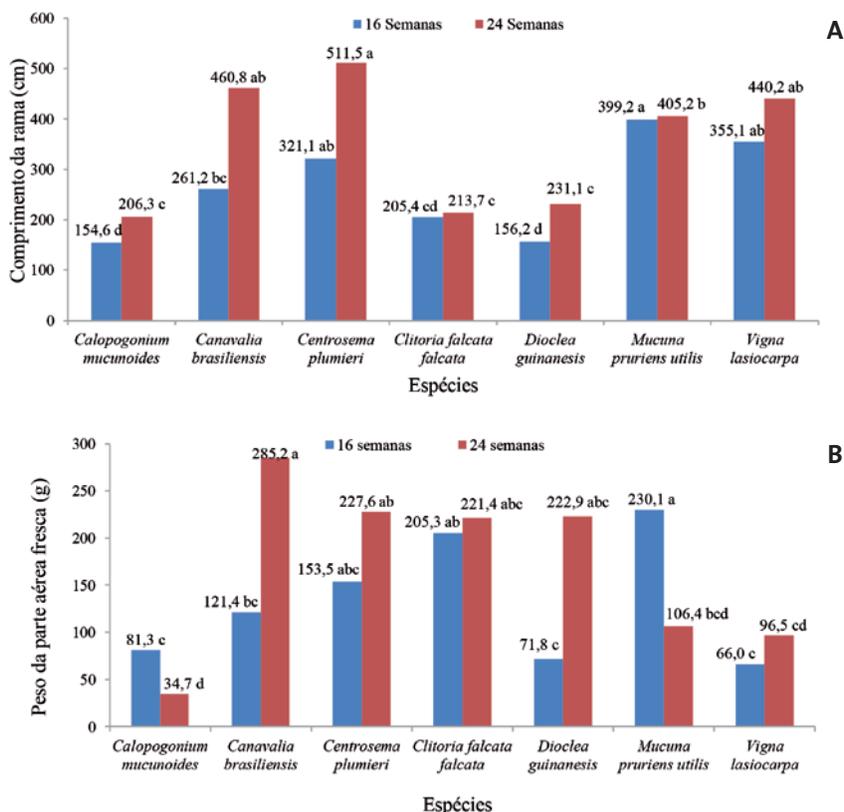


Figura 2. Avaliação do comprimento da rama (a) e da biomassa da parte aérea fresca (b) na 16^a e 24^a semana após o plantio de sete espécies lianescentes de Fabaceae, cultivadas em solo Latossolo Amarelo, em Manaus, AM. ¹

¹Médias seguidas da mesma letra para cada data de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,01).

plantas selecionadas para adubação verde e/ou cobertura do solo e as espécies mostraram diferenças significativas, tanto na 16^a quanto na 24^a semana após o plantio (Figura 2b). A mucuna-preta, que já é cultivada em várias partes da região tropical produziu na 16^a semana de plantio a maior biomassa fresca entre as espécies avaliadas, mas que não se diferenciou significativamente ($P < 0,01$) de mata-cabrito, que é uma planta nativa pouco conhecida, distribuída nas ilhas da região do alto rio Negro, mas também presente em toda a sua calha.

Foi verificado que na 16^a semana a espécie com maior biomassa fresca foi a mucuna-preta (de 1,0 t ha⁻¹) e o mata-cabrito (0,9 t ha⁻¹) (Tabela 4 e Figura 2b) o que indicaria que estas poderiam ser recomendadas para adubação verde às 16 semanas. Em solo Argissolo Vermelho Amarelo, De-Polli e Chada (1989), cultivaram a mucuna-preta para adubação verde do milho, aumentando a produção dos grãos tanto quando incorporada como aplicada em cobertura, mas não esclarecem se essa produção deu-se no primeiro corte.

Na 16^a semana as plantas enxada-verde, feijão-peludo e bico-de-pato tiveram as mais baixas produtividades de biomassa fresca, entorno de 0,3 t ha⁻¹. Em consequência não seriam as espécies mais adequadas para fazer adubação nesse momento.

O feijão-peludo e o bico-de-pato são plantas que têm ciclo mais tardio, e na avaliação da 24^a semana produziram 148,3% (de 0,29 a 0,43 t ha⁻¹) e 309,4% (de 0,32 a 0,99 t ha⁻¹) mais biomassas

sa fresca que na 16^a semana (Tabela 4). No entanto, a maior produtividade nesta semana foi de papo-de-mutum (1,3 t ha⁻¹). Outras espécies também apresentaram uma elevada produção de biomassa nesta semana, o feijão bravo (1,0 t ha⁻¹) e o mata-cabrito (0,98 t ha⁻¹). Portanto, o papo-de-mutum poderia ser recomendada para adubação verde às 24 semanas.

Para as espécies lianescentes como é neste caso, a divisão da biomassa fresca em biomassa de ramas e de folhas auxilia na seleção de espécies, já que materiais mais lenhosos são de decomposição mais lenta que a biomassa foliar (Figura 3).

Foi verificado que na 16^a semana, a maior biomassa seca das ramas foi a de mucuna-preta (37,4 g por planta) seguido do mata-cabrito (29,1 g por planta). O menor valor foi de enxada-verde (7,1 g por planta). Na avaliação efetuada na 24^a semana as maiores biomassas das ramas secas foram de papo-de-mutum (60,8 g por planta), mata-cabrito (43,5 g por planta), feijão-bravo (42,2 g por

Tabela 4. Estimativas da produção de biomassa fresca da parte aérea de sete leguminosas lianescentes cultivadas em solo Latossolo Amarelo, as 16 e 24 semanas após o plantio.

Espécies	Nome popular	Biomassa fresca da parte aérea (t ha ⁻¹)	
		16 ^a semana	24 ^a semana
<i>Calopogonium mucunoides</i>	Enxada-verde	0,31	0,15
<i>Canavalia brasiliensis</i>	Papo-de-mutum	0,54	1,27
<i>Centrosema plumieri</i>	Feijão-bravo	0,68	1,01
<i>Clitoria falcata</i> var. <i>falcata</i>	Mata-cabrito	0,91	0,98
<i>Dioclea guianensis</i>	Bico-de-pato	0,32	0,99
<i>Mucuna pruriens utilis</i>	Mucuna-preta	1,02	0,47
<i>Vigna lasiocarpa</i>	Feijão-peludo	0,29	0,43

planta) e bico de pato (36,7 g por planta) (Figura 3a). Contrariamente a espécie com menor biomassa foi enxada-verde (12,7 g por planta).

Em relação ao número de folhas foi verificado que na 16ª semana após o plantio, os maiores valores foram do mata-cabrito (131 folhas por planta) e papo-de-mutum (111 folhas por planta) (Figura 3b). Em contraste, o feijão-bravo teve o mais baixo valor (36 folhas por planta). Na 24ª semana destacaram o bico-de-pa-

to (165 folhas por planta) e mata-cabrito (158 folhas por planta). E os menores valores foram de enxada-verde (22 folhas por planta) e mucuna-preta (31 folhas por planta). A menor emissão foliar pode ser explicada ao clima seco que predominou entre os dois momentos de avaliação. Portanto bico-de-pato e mata-cabrito seriam resistentes à seca.

Os resultados para biomassa seca das folhas e massa total das plantas são apresentados na Figura 4. Foi verificado na

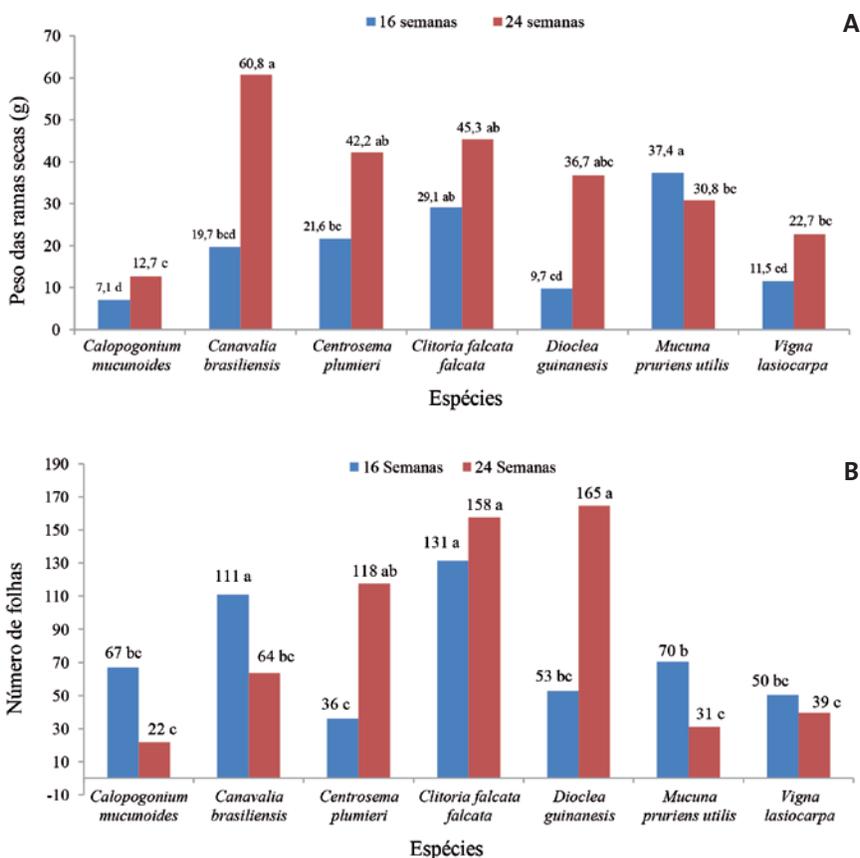


Figura 3. Avaliação da biomassa das ramas secas (a) e do número de folhas (b) na 16ª e 24ª semana após o plantio de sete espécies lianescentes de Fabaceae, cultivadas em solo Latossolo Amarelo, em Manaus, AM. ^{1,2} Médias seguidas da mesma letra para cada avaliação não diferem entre pelo teste de Tukey (P<0,01).

16ª semana após o plantio que mucuna-preta (45,2 g por planta) e mata-cabrito (45,6 g por planta) tinham os maiores valores de biomassa foliar seca. Em contraste o menor valor foi de feijão-peludo (5,6 g por planta) (Figura 4a). Na 24ª semana, constatou-se que mata-cabrito manteve a maior biomassa foliar seca (54,9 g por planta). E a enxada-verde teve a menor biomassa (3,6 g por planta).

Considerando-se total seca da planta, verificou-se que na 16ª semana

as maiores quantidades de biomassa total seca eram de mucuna-preta (87,9 g por planta) e mata-cabrito (84,3 g por planta), que não diferiram significativamente ($p < 0,01$) entre si.

Estes resultados sugerem que a época de corte destas espécies para uso como adubo verde pode ser feito com quatro meses após o plantio. O pior desempenho foi do feijão-peludo (19,9 g por planta). Na 24ª semana, papo-de-mutum (118,4 g por planta) e mata-cabrito (115,9 g por

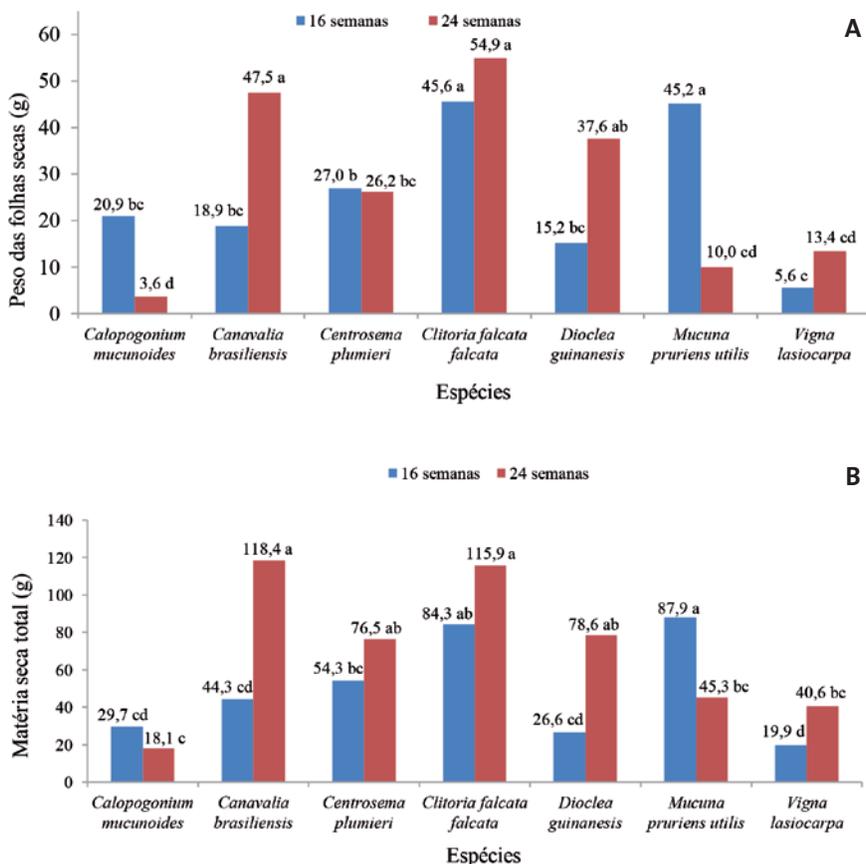


Figura 4. Avaliação da biomassa das folhas secas (a) e da biomassa total seca (b) na 16ª e 24ª semana após o plantio de sete espécies lianescentes de Fabaceae, cultivadas em solo Latossolo Amarelo, em Manaus, AM. ^{1,2} Médias seguidas da mesma letra para cada avaliação não diferem entre pelo teste de Tukey ($P < 0,01$).

planta) tiveram maior biomassa total seca. E enxada-verde o mais baixo valor (18,1 g por planta). Amabile *et al.* (2000) consideraram que a época de semeadura influencia diretamente a produção de fitomassa de leguminosas para adubação verde. É possível que as espécies nativas aqui cultivadas com germoplasma não domesticado, tenham desenvolvimento inicial menos expressivo, com potencial de corte após seis meses do plantio, dado que seus ciclos é pelo anual.

RESULTADOS DE NODULAÇÃO

As pesquisas Fabaceae consideram a propriedade da fixação biológica de N_2 que caracteriza muitas das espécies classificadas nesta família botânica. A capacidade de nodular e fixar N_2 é atribuída a 100 % das espécies que constituem filogeneticamente a tribo Phaseoleae (Souza 2010).

A presença de nódulos variou nos dois períodos. Na 16^a semana, a frequência das nodulações foi de 100% em papo-de-mutum e feijão-bravo. A menor frequência foi de feijão-peludo (0%). No entanto, na 24^a semana, as maiores fre-

quências foram de 94% em feijão-bravo e bico-de-pato, e as de 0% corresponderam a enxada-verde, papo-de-mutum, mata-cabrito e mucuna-preta.

Geralmente a fixação simbiótica de N_2 pelas leguminosas cresce até a floração e declina com o enchimento de frutos. Isto explicaria a falta de nodulação na mucuna-preta (24^a semana), ela estava em frutificação plena.

Na 16^a semana a papo-de-mutum foi a espécie com maior número de nódulos (92), e o feijão peludo nem nodulou (Tabela 5). Na 24^a semana o feijão-bravo e bico-de-pato estavam muito noduladas na 24^a semana e a nodulação encontrada foi ≥ 94 % teve o maior número (34) e não nodularam enxada-verde, papo-de-mutum, mata-cabrito e mucuna-preta.

A partir destes resultados se observa que o feijão-peludo é o que menos nodula. Isto seria causado por não ter populações de rizóbios compatíveis com ela, ou tem uma elevada especificidade hospedeira. Se fosse o último caso, a inoculação das plantas com bactérias selecionadas poderia promover a nodulação.

Tabela 5. Informações sobre a nodulação radicular em plantas de sete leguminosas lianescentes cultivadas em solo Latossolo Amarelo, as 16 e 24 semanas após o plantio.

Espécies	Frequência (%)		Nº de nódulos		Biomassa (mg)	
	16 ^a	24 ^a	16 ^a	24 ^a	16 ^a	24 ^a
	semanas					
<i>Calopogonium mucunoides</i>	83,33	0	43	0	11,7	0
<i>Canavalia brasiliensis</i>	100,00	0	92	0	30,5	0
<i>Centrosema plumieri</i>	100,00	94,44	78	34	42,5	6,7
<i>Clitoria falcata</i> var. <i>falcata</i>	88,89	0	77	0	4,3	0
<i>Dioclea guianensis</i>	72,22	94,44	59	27	9,1	22,1
<i>Mucuna pruriens</i> var. <i>utilis</i>	77,78	0	49	0	87,8	0
<i>Vigna lasiocarpa</i>	0	22,22	0	3	0	1,3

OUTRAS CARACTERIZAÇÕES AGRONÔMICAS

Foi avaliada a susceptibilidade a pragas e a nematoides, a sobrevivência, frutificação e ciclo de vida (Tabela 6). A presença de nematoides no solo promoveu deformações radiculares em quatro das espécies e somente enxada-verde, bico-de-pato e mucuna-preta não foram susceptíveis a estes parasitas. Os nematoides provocam graves lesões no sistema radicular das plantas (Lordelo 1976), limitando seu desenvolvimento e absorção de nutrientes.

Por outro lado, se observou susceptibilidade ao percevejo cortador de limbo folhar em mata-cabrito. E resistência à pragas em enxada-verde, bico-de-pato e mucuna-preta.

A sobrevivência das mudas na 24^a semana mostrou que mata-cabrito tem maior valor (100%) e papo-de-mutum a menor (84,4%). O que indica que estas espécies tem adaptabilidade a este local Amazônico.

Quanto ao ciclo vegetativo as espécies foram classificadas como: anuais (enxada-verde e mucuna-preta), semi-perenes (papo-de-mutum e feijão-peludo) e perenes (feijão bravo, mata-cabrito e bico-de-pato).

CONCLUSÕES

O cultivo de papo-de-mutum (*Canavalia brasiliensis*), feijão-brabo (*Centrosema plumieri*), bico-de-pato (*Dioclea guianensis*) e mata-cabrito (*Clitoria falcata* var. *falcata*), revelou seu potencial de estabelecimento na terra firme, com produção de biomassa fresca de $\pm 1 \text{ t ha}^{-1}$, na 24^a semana após o plantio. As espécies enxada-verde (*Calopogonium mucunoides*) e feijão-peludo (*Vigna lasiocarpa*) apresentaram menor adaptação ao solo pesquisado.

Na 16^a semana mucuna-preta (*Mucuna pruriens* var. *utilis*) produz a maior biomassa aérea (1 t ha^{-1}), biomassa seca das ramas (36,7 g por planta) e folhas (45,2 g por planta); não apresentando susceptibilidade a doenças e pragas. E na 24^a semana, a mais promissora foi papo-de-mutum (*Canavalia brasiliensis*) com $1,3 \text{ t ha}^{-1}$, biomassa de ramas secas (60,8 g por planta) e folhas (47,5 g por planta); com susceptibilidade a nematoides e leve susceptibilidade a pragas. Portanto, a adubação verde com mucuna-preta e papo-de-mutum deve ser feita após quatro e seis meses de cultivo respectivamente.

Tabela 6. Informações gerais e sobre o estabelecimento das espécies após o cultivo em solo Latossolo Amarelo.

Espécies	Ocorrência de nematoides	Susceptibilidade a pragas	Frutificação	Sobre-vivência (%)	Ciclo de vida
<i>Calopogonium mucunoides</i>	Não	Não	Sim	87,78	Anual
<i>Canavalia brasiliensis</i>	Sim	Leve	Sim	84,44	Semiperene
<i>Centrosema plumieri</i>	Sim	Leve	Não	90,00	Perene
<i>Clitoria falcata falcata</i>	Sim	Sim	Sim	100,00	Perene
<i>Dioclea guianensis</i>	Não	Não	Sim	96,67	Perene
<i>Mucuna pruriens</i>	Não	Não	Sim	99,98	Anual
<i>Vigna lasiocarpa</i>	Sim	Leve	Sim	95,55	Semiperene

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amabile, R.F.; Fancelli, A.L.; Carvalho, A.M. 2000. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos cerrados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35(1): 47-54.
- Badejo, M.A.; Espindola, J.A.A.; Guerra, J.G.M.; Aquino, A.M.; Correa, M.E.F. 2002. Soil oribatid termite communities under three species of legumes in an ultisol in Brazil. *Experimental and Applied Acarology*, 27: 283-296.
- Boletim Técnico de Hortaliças, 1999. N° 38, 1ra ed., disponível no site www.ufla.br, acesso em 29 de março de 2011.
- Canellas, L.P.; Espindola, J.A.A.; Rezende, C.E.; Camargo, P.B.; Zandonadi, D.B.; Rumjanek, V.M.; Guerra, J.G.M.; Teixeira, M.G.; Brazfilho, R. 2004. Organic matter quality in a soil cultivated with perennial herbaceous legumes. *Scientia Agricola*, 61(1): 53-61.
- Cravo, M.S.; Viegas, I.J.M.; Brasil, E.C. 2010. *Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Pará*. 1ra ed., v. 1, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, 2010, 262p.
- De-Polli, H.; Chada, S.S. 1989. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solo de baixo potencial de produtividade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 13(3): 287-293.
- EMBRAPA, 1997. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1997. *Manual de Métodos de Análise de Solo*. 2da ed., Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, 1997, 212p.
- Erasmio, E.A.L.; Azevedo, W.R.; Sarmiento, R.A.; Cunha, A.M.; Garcia, S.L.R. 2004. Potential of species used as green manure in the integrated weed management. *Planta Daninha*, 22(3): 337-342.
- Espindola, J.A.A.; Guerra, J.G.M.; Perin, A.; Teixeira, M.G.; Almeida, D.L.; Urquiaga, S.; Busquet, R.N.B. 2006. Bananeiras consorciadas com Fabaceae herbáceas perenes utilizadas como coberturas vivas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41: 415-420.
- Fontanétti, A.; Carvalho, G.J.; Gomes, L.A.A.; Almeida, K.; Moraes, S.R.G.; Teixeira, C.M. 2006. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. *Horticultura Brasileira*, 24: 146-150.
- Heinrichs, R.; Vitti, G.C.; Moreira, A.; Figueiredo, P.A.M.; Fancelli, A.L.; Corazza, E.J. 2005. Características químicas de solo e rendimento de fitomassa de adubos verdes e de grão de milho, decorrentes do cultivo consorciado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29: 71-79.
- Lordelo, L.G.E. 1976. *Nematoides das plantas cultivadas*. Nobel, São Paulo, 1976, 197p.
- Mitidieri, J. 1983. Manual de gramíneas e leguminosas para pastos tropicais. São Paulo, Nobel, Editora da USP, 198p.
- Nicoloso, R.S.; Amado, T.J.C.; Schneider, S.; Lanzanova, M.E.; Girardello, V.C.; Bragagnolo, J. 2008. Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32: 1723-1734.
- Souza, L.A.G. 2010. Levantamento da habilidade nodulífera e fixação simbiótica de N₂ nas Fabaceae da região amazônica. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 6 (10): 1-11.
- Souza, L.A.G. 2012. *Leguminosas para adubação verde na terra firme e na várzea da Amazônia Central*. Um estudo em pequenas propriedades rurais em Manacapuru. Inpa, Manaus, Nerua, 32p.

RIQUEZA DE COMUNIDADES BACTERIANAS REVELADA POR PCR-DGGE EM TERRA PRETA E LATOSSOLO CULTIVADOS COM FRUTÍFERAS NA AMAZÔNIA CENTRAL

Bianca Galúcio PEREIRA¹, Acácio Aparecido NAVARRETE²,
Luiz Antonio de OLIVEIRA¹, Siu Mui TSAI²

¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Inpa, Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis. Manaus, AM, Caixa Postal 2223, CEP: 69080-971, e-mail: bianca@inpa.gov.br; luizoli@inpa.gov.br;

² Centro de Energia Nuclear na Agricultura – Cena-USP, Av. Centenário, 303, São Dimas, CEP 13400-970, e-mail: nav_ecologia@hotmail.com; tsai@cena.usp.

Palavras-Chave: Alfaproteobacteria; Betaproteobacteria; Gammaproteobacteria, Biologia do Solo, Ecologia microbiana.

Introdução

Devido à riqueza e complexidade da comunidade de microrganismos presente no solo, os métodos de pesquisas convencionais, dependentes de cultivo, são limitados para o estudo de alguns aspectos relacionados à diversidade microbiana, pois apenas uma pequena fração dos constituintes da biomassa microbiana do solo podem ser cultivados em laboratório (Torsvik *et al.*, 1990). As abordagens mais atuais, que são baseadas em técnicas mais eficientes têm potencial de aplicação nas pesquisas sobre a diversidade microbiana, que independem do seu cultivo e os métodos baseados na análise de ácidos nucléicos, vêm sendo utilizadas para a caracterização da diversidade microbiana em diferentes ambientes.

É conhecido que o manejo do solo e de sua cobertura vegetal pode alterar as características físicas, químicas e biológicas. Os microrganismos respondem rapidamente às mudanças no ambiente do solo (Bunemann *et al.*, 2006), especialmente quando há novos aportes de biomassa fresca. Assim, a caracterização das alterações ao nível das comunidades microbianas e suas correlações com fatores abióticos do solo e práticas de manejo agrícola podem ser utilizadas como uma abordagem para a identificação de bio-indicadores da qualidade do solo, com finalidades agrícolas ou ambientais.

Muitos estudos têm sido realizados para determinar os fatores que regulam a estrutura das comunidades microbianas

em diferentes condições de solo, ao longo de escalas temporais e espaciais, e, ainda para conhecer como diferentes espécies de plantas podem influenciar a diversidade microbiana neste ambiente (Chiarini *et al.*; 1998; Ibekwe *et al.*, 2002; Kowalchuk *et al.*, 2002; Smalla *et al.*, 2001). Assim, a análise da estrutura de comunidades microbianas tem sido feita empregando-se técnicas moleculares, tais como PCR-DGGE (do inglês, *Polymerase Chain Reaction – Denaturing Gradient Gel Electrophoresis*), que tem se mostrado eficiente para a caracterização de alterações ao nível das comunidades que constituem a biomassa microbiana em diferentes tipos de solo e condições de uso da terra (Kirk *et al.*, 2004).

Há poucas pesquisas acerca da comunidade microbiana presentes em solos amazônicos, especialmente sob o crivo das tecnologias moleculares que se desenvolveram nas últimas décadas incrementando novas descobertas. Considerando a diversidade de bactérias em solos do ambiente tropical que caracteriza a região da Amazônia Central, este trabalho empregou a técnica molecular de PCR-DGGE a fim de estimar a riqueza de filotipos classificados em diferentes grupos bacterianos em solos de Terra Preta de Índio – TPI e Latossolo Amarelo. Estes principais grupos bacterianos são constituídos por Alpha, Beta e Gamma-proteobacteria. Para tanto, foram pesquisados solos de áreas cultivadas com as espécies frutíferas açaí, pupunha e cupuaçu, em duas localidades na Bacia do Rio Uatumã, região de Balbina, município de Presidente Figueiredo, Estado do Amazonas, Brasil.

Desenvolvimento da pesquisa

Os trabalhos de campo e amostragem de solos em áreas agrícolas que manejam espécies frutíferas tropicais, nativas da Amazônia, foram desenvolvidos no município de Presidente Figueiredo, no Estado do Amazonas. Em maio de 2009 foram selecionados dois agrossistemas familiares, localizados na estrada que liga a sede do município à Hidrelétrica de Balbina. No Km 18, um agrossistema em solo de Terra Preta de Índio e no Km 22, em solo Latossolo Amarelo distrófico. Nestes solos, o sistema agroflorestal nas áreas de produção frutífera é caracterizado como “pomar caseiro” ou “quintal agroflorestal”.

As espécies cultivadas nestes locais, selecionadas para a pesquisa foram: o açaí (*Euterpe precatoria* Mart.), a pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.) e o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.). No local onde prosperaram, as fruteiras foram cultivadas e manejadas em populações de 15 a 20 indivíduos, já em fase adulta e de produção, com aproximadamente oito anos de cultivo.

Em cada agrossistema, seis plantas de cada espécie foram selecionadas e em seguida foram feitas coletas de amostras de solo na profundidade de 0-10 cm de profundidade, em três pontos ao redor de cada planta. As amostras foram preservadas em gelo seco e posteriormente armazenadas em temperatura de -80°C. A caracterização química do solo foi realizada no Laboratório de Análises Químicas do Departamento de Ciência do Solo da Esalq/USP, sendo analisados os seguintes atributos químicos: pH, matéria orgânica

(MO), P disponível, N total, S, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ trocáveis, Al, soma de bases (SB), T, índice de saturação por bases (V), saturação por alumínio e os micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn). As análises moleculares foram realizadas no Laboratório de Biologia Celular e Molecular do Cena/USP, ambos em Piracicaba, SP. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, considerando-se um arranjo fatorial 2 (solos) x 3 (espécie frutífera), com 6 repetições.

Para a extração do DNA total do solo foi utilizado o *Kit Power Soil DNA Extraction™* (Mo Bio Laboratories, Carlsbad, CA). As reações de PCR para uso em DGGE foram realizadas em termociclador (modelo GeneAmp PCR System 9700, Applied Biosystems) seguindo as condições estabelecidas nos respectivos trabalhos de referência dos *primers*, com pequenas alterações quando necessário (Gomes *et al.*, 2001; Heuer *et al.*, 1997; Mühling *et al.*, 2008). Todas as reações de amplificação para uso em DGGE foram preparadas para um volume final de 25 µL, usando 2.5 µL de tampão para PCR 10 X, 1.25 mM MgCl₂, 0.5 mM de cada dNTP, 5 pmoles de cada *primer*, 1 U de Platinum® Taq DNA Polimerase (Invitrogen).

A verificação do tamanho dos *amplicons* resultantes de cada reação foi feita por comparação com o marcador molecular *Low DNA Mass ladder* (Invitrogen) e padrão de tamanho de DNA 100 pb (Invitrogen) após corrida eletroforética a 90 V por 30 minutos em gel de agarose 1 %, usando tampão SB (Brody e Kern, 2004). Os géis foram foto-documentados pelo programa *Kodak digital science 1D* (Scientific Imaging Systems).

As discriminações dos produtos de PCR foram feitas em diferentes géis de DGGE, combinando os perfis das comunidades de um mesmo grupo microbiano presentes nos solos sob os diferentes usos da terra analisados, comparativamente, da seguinte forma: Terra Preta *vs.* Latossolo Amarelo *vs.* cultivo açaí, cupuaçu e pupunha. Foram obtidos três conjuntos de dados (presença/ausência de bandas) para cada grupo bacteriano (Alpha, Beta e Gammaproteobacteria). Baseado nestes conjuntos de dados, quatro análises foram feitas (Análise de agrupamento hierárquico, Análise de Componentes Principais, Análise de Similaridade – ANOSIM e *Non-Metric Multidimensional Escaling* – NMDS).

Análises de DGGE foram realizadas usando o sistema phorU2 (Ingeny, Leiden, The Netherlands). Foi utilizado solução tampão 0,5 X de TAE (10 mM de Tris-acetato e 0,5 mM de EDTA, pH 8,0), solução desnaturante 80 % (7 M de ureia e 40 % de formamida) e solução 0 %, sem ureia e formamida, segundo procedimentos de Heuer, *et al.* (1997), com adaptações quando necessário. A consistência dos agrupamentos foi avaliada pelos valores de correlação cofenética. Análises multivariadas de ordenação (Análise de Componentes Principais e *Non-Metric Multidimensional Escaling* - NMDS) foram feitas usando a mesma plataforma de *software* do *BioNumerics* e os pacotes do *CANOCO for Windows 4.5* (Biometris, Wageningen, Holanda), respectivamente. Os dados de presença e ausência de bandas foram ordenados com os atributos químicos dos solos usando o método multivariado NMDS.

Foram aplicados os testes não paramétricos Chao2 e Jackknife2 (Tabela 1), que são inferências para análise de fatorial relacionada à significância estatística. A estimativa de riqueza foi baseada nas bandas raras ou únicas presentes no DGGE. O programa utilizado foi o CANOCO 4.5 (ter Braak e Smilauer, 2002).

A riqueza observada nos grupos de Alpha, Beta e Gamma-proteobactérias, foi baseada nos dados de matrizes de presença e ausência gerados pelo DGGE. As médias do número de bandas observadas foram obtidas para cada solo sob o cultivo, com seis repetições. Utilizou-se ANOVA, para verificar a diferença entre os tipos de solos e o efeito da interação entre as espécies frutíferas neles cultivadas, seguida do teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

RIQUEZA DE COMUNIDADES BACTERIANAS EM TERRA PRETA DE ÍNDIO E LATOSSOLO AMARELO CULTIVADOS COM AÇAÍ, PUPUNHA E CUPUAÇU

Nos solos da Amazônia, algumas pesquisas, como a de Navarrete *et al.* (2010), enfocaram a estrutura das comunidades de Archaea, Bacteria e microfungos em solos da região e demonstraram que as diferenças nas estruturas das comunidades foram também correlacionadas a atributos do solo. Para estes autores os principais atributos que influenciam a estrutura e composição da biomassa microbiana nos solos locais são: os teores de silte e areia, o pH, a saturação por base e as concentrações de Fe. Estes resultados destacam a importância de se considerar

Tabela 1. Efeito da condicional NMDS segundo fatores químicos do solo sob a estrutura de comunidades de Alpha, Beta e Gammaproteobactéria.

Grupo Bacteriano	Espécies frutíferas	Fatores químicos do solo	Efeito condicional		
			λ -A	P	F
Alphaproteobactéria	Açaí	H+Al	0,21	0,004	2,69
		Fe	0,24	0,002	3,10
	Pupunha	B	0,11	0,104	2,07
		Mn	0,28	0,004	3,46
	Cupuaçu	m	0,19	0,006	2,94
		pH	0,12	0,032	2,27
		V	0,11	0,072	1,84
		Ca	0,09	0,090	2,07
		Açaí	pH	0,16	0,004
Betaproteobactéria	Cupuaçu	Al	0,19	0,002	2,93
		H+Al	0,20	0,008	2,46
	Açaí	Fe	0,20	0,002	2,51
Gammaproteobactéria	Açaí	m	0,16	0,006	2,26
		B	0,11	0,054	1,72
	Pupunha	m	0,24	0,002	3,10
		MO	0,10	0,088	1,48
	Cupuaçu	S	0,17	0,004	2,05
		H+Al	0,14	0,042	1,86

os fatores químicos do solo, nas análises de alterações no nível das estruturas de comunidades microbianas, o que pode ter uso prático em programas de recuperação de solos degradados ou como indicador da qualidade edáfica.

Em nossa pesquisa, os solos de Terra Preta e Latossolo Amarelo de agrossistemas familiares foram abordados, e, dos atributos químicos avaliados, o Fe, o Al, o S, H + Al, p Mn, o pH e a porcentagem de saturação por alumínio (m), foram significativos na condicional ($p < 0,05$), enquanto o a saturação de bases (V), o Ca, matéria orgânica e o Boro tem um efeito significativo sobre a comunidade ($0,10 < p < 0,05$), conforme poder ser verificado na Tabela 1.

Como já considerado, Jesus *et al.* (2009) e Navarrete *et al.* (2010), ao es-

tudarem a estrutura e diversidade de comunidades microbianas em solos da Amazônia mostraram que estas são influenciadas pelos sistemas de uso da terra. De modo geral, os agrupamentos hierárquicos construídos a partir dos perfis de eletroforese obtidos por DGGE para Alpha, Beta e Gammaproteobacteria distinguiram quanto o tipo de solo, considerando o Latossolo Amarelo e Terra Preta de Índio, para os três diferentes grupos bacterianos. Assim, o solo de Terra Preta de Índio apresentou maior riqueza de filotipos de Betaproteobacteria. Por outro lado, a maior riqueza de filotipos de Gammaproteobacteria foi encontrada em solo Latossolo Amarelo (Tabela 2) e, por outro lado, não foi observada diferença estatística quanto à riqueza de Alphaproteobacteria entre os

Tabela 2. Estimativas de riqueza de filotipos em comunidades de Apha, Beta e Gammaproteobacteria baseada em perfis eletroforéticos obtidos por DGGE a partir de solos na Amazônia Central.

Grupo bacteriano	Cultivo	Solo*	Estimativas de riqueza		Variância
			Chao2	Jackknife2	Chao2
Alphaproteobacteria	Acaí	Latossolo	41,78	42,93	4,0
	Pupunha		40,92	44,27	0,9
	Cupuaçu		30,84	32,85	1,0
	Açaí	Terra Preta	46,56	44,93	5,0
	Pupunha		29,01	27,30	0,2
	Cupuaçu		35,12	38,87	1,5
Betaproteobacteria	Acaí	Latossolo	53,61	61,17	1,5
	Pupunha		57,98	65,67	1,6
	Cupuaçu		40,22	43,37	1,0
	Acaí	Terra Preta	61,24	70,53	1,3
	Pupunha		59,54	67,57	1,2
	Cupuaçu		51,74	58,07	1,5
Gammaproteobacteria	Acaí	Latossolo	59,18	67,90	1,0
	Pupunha		60,12	68,10	1,2
	Cupuaçu		50,96	56,57	0,8
	Acaí	Terra Preta	45,13	49,83	1,8
	Pupunha		41,57	46,77	1,3
	Cupuaçu		44,63	52,13	1,3

solos Latossolo Amarelo e Terra Preta de Índio (Figura 1). A maior riqueza de filotipos foi encontrada para o grupo Betaproteobacteria em Terra Preta de Índio quando comparada com Latossolo Amarelo. Para este grupo bacteriano as diferenças na riqueza de filotipos foram estatisticamente significativas também entre as três diferentes espécies de frutíferas (Figura 1).

Por sua vez, o grupo Gammaproteobacteria apresentou maior riqueza de filotipos em Latossolo Amarelo sob o cultivo do cupuaçu, como a Figura 1 também demonstra. Assim, as análises de NMDS dos perfis de DGGE mostraram que as diferenças na estrutura da comunidade de Alpha, Beta e Gammaproteobacteria presentes nos solos estudados foram correlacionadas a atributos químicos do solo, tais como os teores de Alumínio e Ferro. Os resultados obtidos com as análises de NMDS foram semelhantes àqueles obtidos com base nos perfis de DGGE e mostraram que as comunidades de Alfa, Beta e Gammaproteobacteria diferiram em estrutura e que essas diferenças estiveram mais fortemente correlacionadas ao ambiente do solo do que ao cultivo das três diferentes espécies de frutíferas.

CONCLUSÕES

O ambiente de Terra Preta de Índio favoreceu maior riqueza de filotipos de Betaproteobacteria, quando comparado ao Latossolo Amarelo. O grupo de Gammaproteobacteria apresentou maior riqueza de filotipo no Latossolo Amarelo. Os teores de Fe, Al e a porcentagem de saturação de alumínio no solo foram os

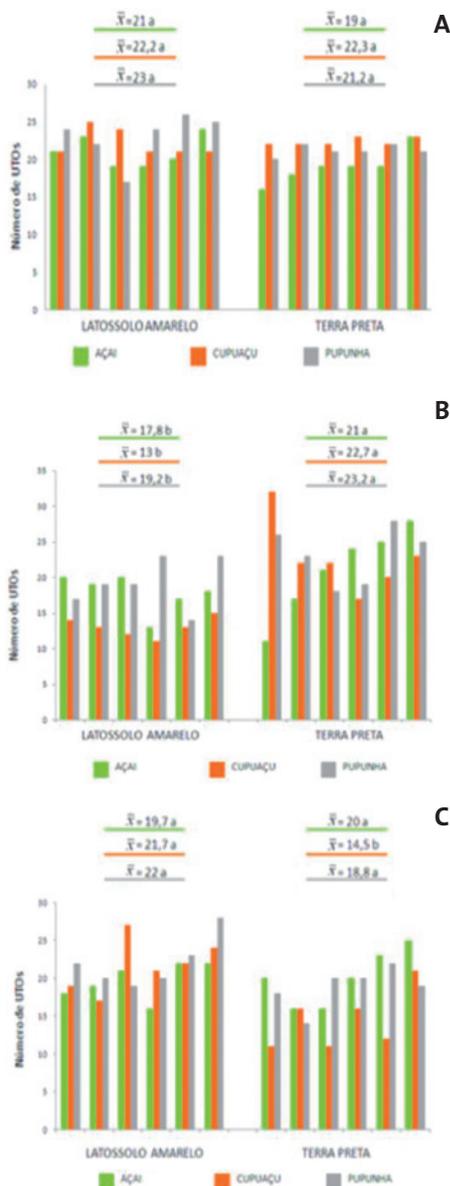


Figura 1. Riqueza de filotipos de Alphaproteobacteria (a), Betaproteobacteria (b) e Gammaproteobacteria (c) conforme revelada por PCR-DGGE em solos de Terra Preta de Índio e Latossolo Amarelo sob três diferentes cultivos de frutíferas.¹¹

¹¹Médias seguidas de mesma letra na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey no nível de significância de 5 % de probabilidade ($p < 0,05$).

fatores abióticos que mais contribuíram para explicar as alterações reveladas por PCR-DGGE na estrutura das comunidades de Alpha, Beta e Gammaproteobacteria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brody, J.R. e Kern, S.E. 2004. Sodium boric acid: Atriz-less, cooler conductive medium for DNA electrophoresis. *BioTechniques*, 36:214-216.
- Bunemann, E.K.; Schewenke, G.D. e Van Zwieten, L. 2006. Impact of agricultural inputs on soil organisms - a review. *Australian Journal of Soil Research*, 44: 379-406.
- Gomes, N.C.M.; Gomes, H.; Costa, J.S.R. e Hangler-Mendonça, L. 2001. Bacterial diversity of the rhizosphere of maize (*Zea mays*) grown in tropical soil studied by temperature gradient gel electrophoresis, *Plant Soil*, 232:167-180.
- Heuer, H.; Krsek, M.; Baker, P. e Smalla, K.W.E.M.H. 1997. Analysis of actinomycete communities by specific amplification of genes encoding 16S rRNA and gel-electrophoretic separation in denaturing gradients. *Appl. Environ. Microbiol*, 63:3233-3241.
- Jesus, E.C.; Marsh, T.L; Tiedje, J.M.; Moreira, F.M.S. 2009. Changes in land use alter the structure of bacterial communities in Western Amazon soils. *International Society for Microbial Ecology Journal*, on-line.
- Kirk, J.L.; Beaudette, L.A.; Hart, M.; Moutoglis, P.; Klironomos, J.N.; Lee, H. e Trevors, J.T. 2004. Methods of studying soil microbial diversity. *Journal of Microbiological Methods*, 58:169-188.
- Mühling, M.; Woolven-Allen, J.; Murrell, J.C. e Joint, I. 2008. Improved group-specific PCR primers for denaturing gradient gel electrophoresis analysis of the genetic diversity of complex microbial communities. *ISME Journal*, 2: 379-392.
- Navarrete, A.A.; Cannavan, F.C.; Taketani, R.G; Tsai, S.M. 2010. *A molecular survey of the diversity of microbial communities in different Amazonian agricultural model systems. Diversity*.
- ter Braak, C.J.F.; Smilauer, P. 2002. *CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination* (version 4.5). Ithaca NY: Microcomputer Power,
- Torsvik, V.; Goskøyr, J. e Daae, F.L. 1990. High diversity in DNA of soil bacteria. *Applied Environmental Microbiology*, 56-2:782-787.
- Chiarini, L.; Bevivino, A.; Dalmastri, C.; Nacamulli, C.; Tabacchioni, S. 1998. Influence of plant development, cultivar and soil type on microbial colonization of maize roots. *Applied Soil Ecology*, Amsterdam, 8: 11-18.
- Ibekwe, A.M.; Kennedy, A.C.; Frohne, P.S.; Papiernik, S.K.; Yang, C.H.; Crowley, D.E. 2002. Microbial diversity along a transect of agronomic zones. *FEMS Microbial Ecology*, Amsterdam, 39: 183-191.
- Kowalchuk, G.A.; Buma, D.S.; de Boer, W.; Klinkhamer, P.G.L.; van Veen, J.A. 2002. Effects of aboveground plant species composition and diversity on the diversity of soil-borne microorganism. *Antonie Van Leeuwenhoek International Journal of General and Molecular Microbiology*. New York, 81: 509-521.
- Smalla, K.; Wieland, G.; Buchner, A.; Zock, A.; Parzy, J.; Kaiser, S.; Roskot, N.; Heuer, H.; Berg, G. 2001. Bulk and rhizosphere soil bacterial communities studied by denaturing gradient gel electrophoresis: Plant-dependent enrichment and seasonal shifts revealed. *Applied and Environmental Microbiology*, Washington, 67: 4742-4751.

ETNOBOTÂNICA EM QUINTAIS AGROFLORESTAIS DA TERRA INDÍGENA KWATÁ-LARANJAL, EM BORBA, AMAZONAS

Mateus Vieira da Cunha SALIM¹, Robert Pritchard MILLER²,
Sonia Sena ALFAIA³

¹ Bolsista DTI-C do Inst. de Pesq. Jardim Botânico do Rio de Janeiro – JBRJ, Rua Jardim Botânico, 1008, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-030, e-mail: matuteus@gmail.com;

² Coordenador técnico do Projeto Gestão Ambiental e Territorial Indígena, PNUD BRA09/G32, Q 802, Conjunto C, Lote 17, SEN, CEP 70800-400, Brasília, DF, e-mail: robert_safs@yahoo.com.br;

³ Coordenação de Tecnologia e Inovação, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Coti-Inpa, Av. André Araújo, 2936, 69011-970, Petrópolis, Manaus, AM. Caixa Postal 2223, CEP: 69080-971, e-mail: sonia@inpa.gov.br.

Palavras-chave: Amazônia, Agrobiodiversidade, Sistemas Agroflorestais Indígenas.

INTRODUÇÃO

As pesquisas sobre a composição florística de quintais agroflorestais na Amazônia têm sido efetuadas em comunidades culturalmente variadas, que constituem os povoamentos indígenas tradicionais, os seringais, as populações ribeirinhas e também as populações de assentados rurais (Lunz, 2007; Lourenço *et al.*, 2009; Souza & Scudeller, 2009, entre outros). Os diferentes modelos produtivos de quintais agroflorestais já caracterizados são diferentes no tamanho da área ocupada e também no número de espécies, variando local e regionalmente, e, muitas vezes, podem ser encontrados quintais na mesma comunidade com composição e estrutura florística muito diferentes (Miller *et al.* 2006). Os sistemas de quintais apresentam ainda situações específicas de manejo, além de outros fatores, culturais e socioeconômicos relacionados aos agricultores ou sitiantes, que podem influenciar a riqueza e diversidade. Por esta razão, estabelecer padrões ou agrupamentos quanto à composição florística de quintais agroflorestais torna-se uma atividade complexa (Kumar & Nair, 2004; Miller *et al.*, 2006).

Na Terra Indígena (TI) Kwatá-Laranjal, que se localiza na Amazônia brasileira, na região do baixo rio Madeira, as populações Mundurucu e Sateré-Mawé possuem quintais agroflorestais tradicionais, manejados secularmente. Foram realizadas poucas pesquisas sobre os aspectos estruturais, de diversidade e etnobotânicos que correspondem ao uso e aproveitamento dos recursos de agrobiodiversi-

dade que estão presentes nestes sistemas regionais de produção. Desse modo, as questões que direcionaram este estudo foram: Qual é a diversidade de espécies nos quintais agroflorestais indígenas? Qual a potencialidade e eficácia destes sistemas para a conservação *in situ* de recursos de agrobiodiversidade vegetal? A riqueza de espécies e a densidade de indivíduos estão relacionados com a idade de formação e a área ocupada pelos quintais? O emprego de parâmetros fitossociológicos são um instrumento adequado para analisar, descrever e compreender sua composição florística? Assim, este estudo teve por objetivo caracterizar os quintais agroflorestais em área de terra-firme de comunidades indígenas situadas na TI Kwatá-Laranjal e sua cobertura florística arbustivo-arborea e para avaliação das relações entre a riqueza de espécies, a densidade de indivíduos, a idade de formação e as medidas de área ocupada pelos quintais.

CARACTERÍSTICAS DOS QUINTAIS AGROFLORESTAIS NA TERRA INDÍGENA KWATÁ-LARANJAL, NA REGIÃO DO BAIXO RIO MADEIRA

A área selecionada para este estudo está localizada na região geográfica do baixo rio Madeira, na Terra Indígena Kwatá-Laranjal, que ocupa a área total de 1.121.300 ha, no município de Borba, Estado do Amazonas (Figura 1). Em 2007, foi registrado nessa TI uma população de 1.719 indígenas, que são das etnias Munduruku e Sateré-Mawé. Os três rios principais que cortam a área sob proteção são o rio Mari-Mari, o rio Canumã e o rio Mapiá (Leopoldi, 2007). A TI foi homologada por meio do Decreto s/nº de 20/04/2004 e atualmente está sob a responsabilidade da Coordenação Regional da Funai, em Manaus, AM. A vegetação da região caracteriza-se como

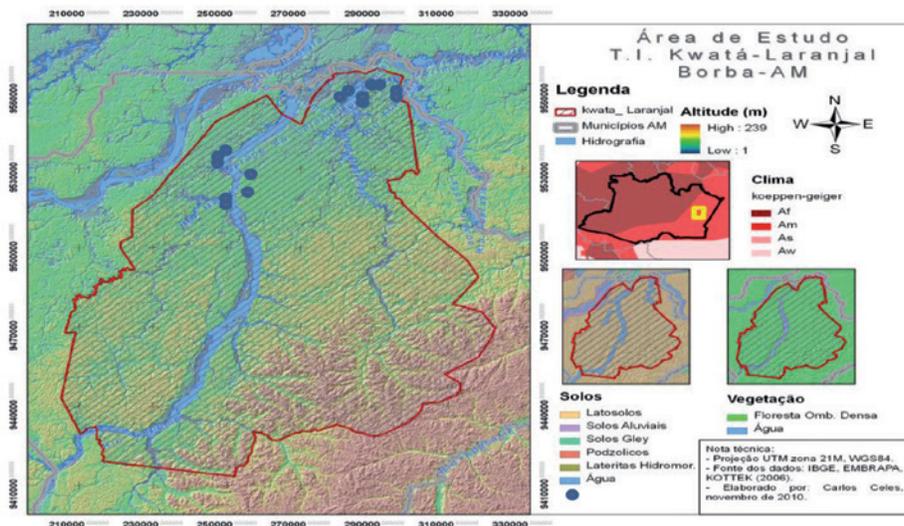


Figura 1. Mapa de localização geográfica, das características edafoclimáticas e cobertura vegetal na Terra Indígena Kwatá-Laranjal, na região do baixo rio Madeira, município de Borba, AM.

Floresta Ombrófila Densa (ISA, 2000) e o clima é tropical chuvoso de elevada pluviosidade, com precipitação anual variando entre 1.750-2.750 mm e temperaturas entre 32,7-22,0°C, com média de 27,3°C (Vinhote, 1998).

Por envolver conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, os trabalhos na área foram autorizados pelo Conselho Nacional de Ética em Pesquisa (Conep) (processo 02/2011) e Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan) (DOU n° 189, seção 3, de 28/09/2012), e, também pela Funai. A seleção dos quintais foi feita com a participação dos agricultores indígenas e dos técnicos agrícolas indígenas Munduruku que fazem parte do Programa de Agricultura Indígena da Secretaria de Estado da Produção Rural – Sepror, do Amazonas. Considerando-se o seu estabelecimento em agrossistemas de terra firme, foram selecionados 15 quintais.

A amostragem dos quintais agrofloretais obedeceu a seguinte distribuição: sete foram selecionados no rio Canumã, nas aldeias Kaiowé, Kwatá, Fronteira, Juvenal e Aru; e oito localizavam-se no rio Mari-Mari, nas aldeias Terra Vermelha, Mucajá, Laranjal e Cipózinho. A pesquisa de campo foi realizada no ano de 2011. A coleta de dados sobre a composição florística dos quintais foi realizada por meio de um inventário agroflorestral, complementado com informações registradas em entrevistas, direcionadas por um questionário semiestruturado e também pelas visitas *in loco* aos quintais. As entrevistas foram aplicadas com os agricultores e sítiantes, percorrendo-se as áreas agrícolas e anotadas em formulários. As anotações

efetuadas abrangeram informações sobre a idade do quintal, área ocupada e sobre o uso das espécies vegetais ali manejadas, que foram classificadas como alimentares, medicinais, ornamentais, para confecção de utensílios, produção de sombra, e outros usos. Em alguns casos, nos quintais mais antigos, a idade de implantação do quintal é somente uma estimativa e não um número exato, por serem sistemas que persistem através de gerações e que são conservados pelos seus descendentes.

As medidas da área ocupada pelos quintais foi obtida de maneira direta com auxílio de trena e os valores dimensionados foram utilizados para as estimativas de cálculo da área total. Para a delimitação do perímetro do quintal, considerou-se o último arbusto ou árvore que, de acordo com a informação do agricultor indígena, delimitava a área total do sistema.

No levantamento dos recursos de agrobiodiversidade, foram registradas todas as espécies arbustivas e arbóreas com altura ≥ 2 m. A identificação das espécies nos quintais, considerou as suas características morfológicas, adotando-se o sistema de classificação botânica de Stevens et al., (2012). Como o preparo de exsiccatas não foi incluído na permissão de pesquisa na TI, as espécies de identificação duvidosa foram fotografadas e posteriormente confirmadas com o auxílio de um paratânico, por comparação, em consulta ao Herbário do Inpa, em Manaus, AM, complementado por bibliografia específica. Os nomes populares foram registrados conforme designado localmente. Na quantificação e contagem das matrizes, para aquelas que apresentam formação de touceiras, foi contada apenas a touceira. Em

seguida foram tomadas medidas de altura das plantas e do diâmetro a altura do peito – DAP, na altura de 1,3 m, com auxílio de fita métrica ou paquímetro digital. A altura das plantas maiores que 2 m foram estimadas. Para comparações da diversidade de espécies arbustivas e arbóreas nos quintais foi calculado o índice de Shannon-Wiever (H') (Magurran, 2004). A riqueza de espécies e densidade total de indivíduos nos quintais foi relacionada com as estimativas de área ocupada e a idade do quintal, empregando-se análise de regressão linear múltipla com a matriz de correlação de Pearson. Algumas análises de regressão linear simples também foram feitas para verificar as relações entre a densidade, área basal, número de indivíduos, número de espécies e altura das plantas com a idade de formação do quintal.

Os parâmetros fitossociológicos: densidade absoluta e relativa; dominância absoluta e relativa; frequência absoluta e relativa; IVI e IVI % foram analisados através de planilha eletrônica, segundo as fórmulas definidas em Lamprecht (1964), Cain & Castro (1971) e Finol (1969). Para análise estatística foi utilizado o software Systat 12.0 e planilha eletrônica.

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURA DOS QUINTAIS AGROFLORESTAIS NA TERRA INDÍGENA KWATÁ-LARANJAL, NA REGIÃO DO BAIXO RIO MADEIRA

Uma grande variedade de espécies arbustivas e arbóreas de múltiplo uso foram encontradas nos 15 quintais agroflorestais avaliados na TI Kwatá-Laranjal. Com uma média de 135 plantas matrizes

por quintal, foram registrados 2.024 indivíduos, distribuídos em 31 famílias botânicas, 55 gêneros e totalizando 75 táxons específicos. A bananeira (*Musa x paradisiaca*), o mamoeiro (*Carica papaya*) e o cipó-alho (*Mansoa alliacea*) foram incluídos posteriormente no inventário agroflorestal, apesar de não terem porte arbustivo ou arbóreo, devido à importância econômica, alimentar e medicinal que representam. Assim, considerando-se o hábito de crescimento das espécies, foi constatado que 76,0 % delas são arbóreas com grande importância estrutural no sistema produtivo, seguido de 13,3 % de palmeiras, 8,8 % de arbustivas, 2,6 % herbáceas e 1,3 % de lianas.

Dentre as características produtivas mais frequentes dos quintais agroflorestais típicos está a manutenção de árvores de múltiplo uso, manejadas pelo seu produto ou pelos serviços agrossistêmicos, predominando a colheita de produtos para subsistência e/ou manutenção das casas, com exportação somente de seus excedentes. Quanto a principal forma de uso das espécies, nos quintais agroflorestais da TI Kwatá-Laranjal, 74,6 % são alimentícias, 37,3 % são medicinais, 4 % são ornamentais, 2,6 % são usadas para fazer utensílios e uma espécie é manejada por seus serviços de sombreamento (Tabela 1). O predomínio de espécies arbóreas e alimentares, observado nestes quintais confirma que as frutíferas destacam-se como um dos principais componentes do sistema e constituem-se em uma opção economicamente viável para as condições amazônicas, conforme tem sido evidenciado em outras pesquisas (Lunz, 2007; Lourenço *et al.*, 2009).

Tabela 1. Relação das espécies arbustivas e arbóreas amostradas nos quintais agroflorestais da TI Kwatá-Laranjal, Amazonas, incluindo categorias de uso: (A)- alimentar, (M)- medicinal, (MU)- material para fabricação de utensílios, (O)- ornamental, (S)- sombra-, hábito ecológico- herbáceo, liana, arbustivo, arbóreo e palmeira- e frequência nos quintais em que esta espécie ocorreu.

Família	Nome científico	Etnoespécie	Nº de indivíduos	Uso	Habito ecológico	Frequência (n)
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	cajuero	98	(A) (M)	Arbóreo	8
	<i>Mangifera indica</i> L.	mangueira	84	(A) (M)	Arbóreo	15
	<i>Spondias mombin</i> L.	taperebazeiro	18	(A)	Arbóreo	7
Annonaceae	<i>Annona mucosa</i> Jacq.	biribazeiro	13	(A) (M)	Arbóreo	8
	<i>Annona muricata</i> L.	gravioleira	49	(A) (M)	Arbóreo	6
	<i>Annona</i> sp.	envireira	1	(MU)	Arbóreo	1
Apocynaceae	<i>Ambelania acida</i> Aubl.	pepineiro	3	(A)	Arbóreo	2
	<i>Couma utilis</i> (Mart.) Mull. Arg.	sorvinha	3	(A)	Arbóreo	4
	<i>Himatanthus sucuuba</i> (Spruce ex M. A.) Wood.	sucuúba	10	(M)	Arbóreo	4
Araliaceae	<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K. Schum.	castanha-da-índia	1	(M)	Arbóreo	1
	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Mag., St. & Fr.	morototó	1	(M)	Arbóreo	1
Arecaceae	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	mucajá	1	(A)	Palmeira	1
	<i>Astrocaryum aculeatum</i> G. Mey.	tucumã	8	(A)	Palmeira	5
	<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	babaçu	1	(A)	Palmeira	1
	<i>Bactris gasipaes</i> Kunth.	pupunheira	73	(A)	Palmeira	10
	<i>Cocos nucifera</i> L.	coqueiro	10	(A) (M)	Palmeira	8
	<i>Elaeis oleifera</i> (Kunth.) Cortés	caiaué	5	(A)	Palmeira	2
	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	açaí-de-toiça	387	(A) (M)	Palmeira	11
	<i>Euterpe precatoria</i> Mart. var. <i>precatória</i>	açaí-jussara	261	(A) (M)	Palmeira	12
	<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.	bacaba	25	(A)	Palmeira	8
	<i>Oenocarpus minor</i> Mart.	bacabinha	75	(A)	Palmeira	9
Asteraceae	<i>Vernonia condensata</i> Backer	boldo	1	(M)	Arbóreo	1
Bignoniaceae	<i>Crescentia amazonica</i> Ducke	cuieira	5	(MU)	Arbóreo	3
	<i>Mansoa alliacea</i> (Lam.) A.H. Gentry	cipó-alho	1	(M)	Liana	1
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> L.	urucum	1	(A)	Arbóreo	1
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	mamoeiro	33	(A)	Herbáceo	8
Caryocaraceae	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	pequiazeiro	1	(A)	Arbóreo	1
Euphorbiaceae	<i>Croton sacaquinha</i> Benth.	sacaquinha	2	(M)	Arbóreo	3
	<i>Hevea brasiliensis</i> (Wild. ex A. Juss) Mull.	seringueira	164	(S)	Arbóreo	8
	<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	pinhão-roxo	4	(M)	Arbustivo	3
	<i>Jatropha pohliana</i> M.	pinhão-branco	4	(M)	Arbustivo	3
	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	macaxeira	1	(A)	Arbustivo	1
Fabaceae	<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tul. var. <i>ferrea</i>	jucá	2	(M)	Arbóreo	1
	<i>Erythrina indica</i> var. <i>picta</i> B. & M.	coração-Brasil	1	(O)	Arbóreo	1
	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	jatobá	2	(M)	Arbóreo	1
	<i>Inga cinnamomea</i> Spruce ex Benth.	ingá-açú	1	(A)	Arbóreo	1
	<i>Inga edulis</i> Mart.	ingá	48	(A)	Arbóreo	11
	<i>Inga heterophylla</i> Willd.	ingá-xixi	1	(A)	Arbóreo	1
	<i>Inga quadrangularis</i> Ducke	ingá-do-mato	1	(A)	Arbóreo	1
	<i>Inga</i> sp.	ingá-chato	1	(A)	Arbóreo	1
<i>Inga</i> sp.	ingázinha	1	(A)	Arbóreo	1	

Tabela 1. Continuação

Família	Nome científico	Etnoespécie	Nº de indivíduos	Uso	Habito ecológico	Frequência (n)
Icaciniaceae	<i>Poraqueiba sericea</i> Tul.	umarizeiro	7	(A)	Arbóreo	4
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	abacateiro	24	(A) (M)	Arbóreo	7
Lecythidaceae	<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	castanheira	27	(A) (M)	Arbóreo	8
Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i> Sessé & Moc.	aceroleira	5	(A)	Arbóreo	3
Malvaceae	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	papoula	2	(O)	Arbóreo	1
	<i>Theobroma cacao</i> L.	cacauzeiro	69	(A) (M)	Arbóreo	6
	<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. ex Spr.) Sch.	cupuaçuzeiro	311	(A)	Arbóreo	1
	<i>Theobroma speciosum</i> Willd. ex Spreng.	cacaurana	4	(A)	Arbóreo	4
Melastomataceae	<i>Bellucia grossularioides</i> L.	goiaba-de-anta	1	(A)	Arbóreo	1
Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	andiroba	13	(M)	Arbóreo	5
Moraceae	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	fruta-pão	6	(A)	Arbóreo	3
	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	jaqueira	18	(A)	Arbóreo	9
Musaceae	<i>Musa x paradisiaca</i> L.	bananeira	19	(A) (M)	Herbácea	4
	<i>Psidium guajava</i> L.	goiabeira	43	(A) (M)	Arbóreo	8
Myrtaceae	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	azeitona	18	(A) (M)	Arbóreo	7
	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L. M. Perry	jambeiro	15	(A) (M)	Arbóreo	6
Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i> L.	caramboleira	5	(A)	Arbóreo	3
	<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich. ex DC	puruí	2	(A)	Arbóreo	1
Rubiaceae	<i>Coffea</i> sp.	café	98	(A)	Arbustivo	7
	<i>Genipa americana</i> L.	jenipapo	3	(A) (M)	Arbóreo	1
	<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle	limeira	2	(A)	Arbóreo	2
Rutaceae	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. F.	limoeiro	21	(A) (M)	Arbóreo	10
	<i>Citrus limonia</i> Osbeck	limão-cravo	1	(A)	Arbóreo	1
	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	tangerineira	11	(A)	Arbóreo	3
	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	laranjeira	115	(A) (M)	Arbóreo	10
Sapindaceae	<i>Paullinia cupana</i> Kunth	guaranazeiro	6	(A)	Arbustivo	3
	<i>Talisia esculenta</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	pitombeira	13	(A)	Arbóreo	3
Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	abiuzeiro	14	(A)	Arbóreo	7
	<i>Pouteria macrophylla</i> (Lam.) Eyma	abiurana	1	(A)	Arbóreo	1
	<i>Pouteria</i> sp.	abiu-ferro	1	(A)	Arbóreo	1
	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Sch.) Penn.	mirizeiro	1	(A)	Arbóreo	1
Simaroubaceae	<i>Quassia amara</i> L.	quina	1	(M)	Arbóreo	1
Urticaceae	<i>Cecropia</i> sp.	embaúba	1	(M)	Arbóreo	1
	<i>Dracaena fragrans</i> (L.) Ker-Gawl.	pau-d'água	1	(O)	Arbustivo	1

Comparativamente, considerando-se a florística de outros quintais agroflorestais na Amazônia, os quintais da TI Kwatá-Laranjal possuem mais diversidade de espécies alimentares e medicinais, evidenciando o conhecimento tradicional sobre o uso das plantas nesta região (Lunz, 2007; Pinho, 2008; Lourenço *et al.*,

2009; e outros). No levantamento florístico de quintais agroflorestais amazônicos realizados por Souza & Scudeller (2009), também predominaram espécies consumidas como alimento. Entretanto, muitas plantas medicinais foram registradas nas pesquisas realizadas por Lunz (2007) e Silva & Sablayrolles (2009). As plantas

de múltiplo uso mantidas nos quintais da TI Kwatá-Laranjal buscam suprir as necessidades dos moradores, em termos de segurança alimentar e curativa.

Nas pesquisas já realizadas não foi encontrada relação significativa ($p > 0,01$) entre o número de quintais amostrados e o número de espécies vegetais que os constituem. Assim, não é possível indicar um número ótimo de parcelas para o universo amostral, já que o maior número de parcelas não está relacionado diretamente a um número maior de espécies. Nestes levantamentos, a riqueza das espécies nos quintais é influenciada pelo critério de inclusão no inventário, o conhecimento sobre uso das plantas, o perfil socioeconômico dos agricultores, a disponibilidade de germoplasma e as dificuldade de acesso (Miller *et al.* 2006). Assim, mesmo considerando que o número de quintais levantados neste estudo seja menor quando comparado a outros, como Pinho (2008) e Lourenço *et al.* (2009), com 60 e 69 quintais respectivamente, os resultados aqui obtido, em termos de diversidade florística, encontra-se dentro dos padrões gerais já registrados para quintais agroflorestais na Amazônia.

A ESTRUTURA DOS QUINTAIS AGROFLORESTAIS NA TERRA INDÍGENA KWATÁ-LARANJAL, NA REGIÃO DO BAIXO RIO MADEIRA

No elenco de 75 espécies manejadas nos quintais indígenas da região do baixo rio madeira, as famílias botânicas com maiores valores de abundância foram: Arecaceae (846), Malvaceae (386), Ana-

cardiaceae (200), Euphorbiaceae (177) e Rutaceae (151), totalizando 87,04 % dos indivíduos de espécies arbustivas e arbóreas amostradas. As espécies mais abundantes foram o açaí-de-toiça (*Euterpe edulis*) com 387, o cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), com 311, o açaí-jussara (*Euterpe precatoria*) com 261, a seringa (*Hevea brasiliensis*) com 164 e a laranja (*Citrus sinensis*), com 115, totalizando 61,22 % dos indivíduos amostrados.

Os maiores valores de área basal, dominância e IVI foram verificados para a castanheira (*Bertholletia excelsa*), o que destaca o valor econômico desta espécie, tendo em vista que seu produto é comercializado, diferindo do grande número de espécies frutíferas presentes nos quintais cujo aproveitamento, quase a totalidade, é para segurança alimentar. No entanto, pelo seu grande e dominante porte, copa elevada e bem distribuída que ocupa amplos espaços, a presença da castanheira nas proximidades das casas pode ocasionar acidentes no quintal, pois há relatos de que a na fase de dispersão, a queda natural dos frutos (ouriços) podem oferecer riscos aos sítiantes que transitam pelo quintal. Assim, foi também observado que a espécie é mantida no sistema, mas há um número reduzido de castanheiras nos quintais.

A árvore mais frequente e presente em todos os quintais foi a manga (*Mangifera indica*), da família botânica Anacardiaceae. Outras espécies muito frequentes foram o cupuaçuzeiro, a laranjeira, o açaí-jussara, o açaí-de-toiça e o ingá-cipó (*Inga edulis*). A manga e a laranja são frutíferas de origem exótica, asiática, enquanto as demais são nativas da região

amazônica, Esta composição de espécies que constituem os recursos de agrobiodiversidade vegetal presentes nos quintais da região do baixo rio Madeira, evidencia a importância deste sistema de produção como local de conservação *in situ* da variabilidade genética de espécies nativas e exóticas, concordando com outras pesquisas (Miller *et al.*, 2006; Miller & Nair, 2006). Consideraram-se como espécies nativas as espécies amazônicas ou neotropicais introduzidas na Amazônia antes do ano 1500 (Clement, 1999).

As famílias botânicas com maior riqueza de espécies foram: Arecaceae (10), Fabaceae (6), Euphorbiaceae (5) e Rutaceae (5), totalizando, 34,6 % das espécies amostradas nos quintais. A família Arecaceae foi registrada como a de maior riqueza de espécies (80 %) e também é a mais abundante (46,6 %). As espécies mais abundantes em 20 % dos quintais foram o açaí-jussara, a seringueira e o cupuaçuzeiro. Nos quintais visitados, a produção das mudas de açaí para o cultivo é feita após o descarte das sementes após o seu preparo para consumo. Na Amazônia, o suco feito com a polpa de açaí é conhecido como “vinho de açaí” que é consumido com farinha de tapioca é parte importante da alimentação nos sítios e comunidades. A farinha de tapioca é um subproduto alimentício do processamento da farinha de mandioca. No local de descarte das sementes de açaí, após a extração da polpa, plântulas geminadas são apanhadas e plantadas em locais de preferência dos agricultores. O predomínio de Arecaceae, tanto para a riqueza em espécies como para abundância, reflete a importância desta família botânica em

termos alimentares e econômicos, nos quintais agroflorestais amazônicos.

É possível que as características morfológicas e ecológicas de algumas espécies favorecem sua presença e predomínio no quintal. Considerando o hábito de crescimento, foi observado que, para uma dada espécie, quanto maior o diâmetro e a projeção da copa que caracteriza a espécie quando adulta ou em produção, menor será sua densidade de indivíduos. A mangueira e a castanheira, por exemplo, são árvores de grande porte quando adultas, possuem tronco grosso e copas abertas e dominantes e estão representadas nos quintais com um número reduzido de matrizes, enquanto que o açaizeiro e o cupuaçuzeiro possuem diâmetro e copa menores, que favorecem a manutenção de um maior número de indivíduos destas espécies, especialmente para o açaí, que é manejado em touceiras. É possível também que a forma de propagação tenha relação com a abundância de indivíduos na área, o que é evidenciado pela numerosa presença de bananeiras, cultivada em vários pontos dos quintais, por propagação vegetativa.

Foi evidenciado que a composição florística dos quintais agroflorestais da TI Kwatá-Laranjal não reflete necessariamente orientações externas, em resposta a políticas públicas de desenvolvimento econômico. Isso aconteceu, por exemplo, nos quintais de várzea da Amazônia Central, onde a seringueira (*Hevea spp.*) é abundante, mas sem papel produtivo atual, foram úteis somente na fase em que seu cultivo foi estimulado (Miller *et al.*, 2006). Nos quintais da TI Kwatá-Laranjal a seringueira foi a espécie mais

abundante em três quintais e atualmente é utilizada apenas para sombreamento, apesar de ter tido uma importante função econômica no passado, na produção e comercialização da borracha.

Na amostragem realizada nos quintais agroflorestais da TI Kwatá-Laranjal o número de indivíduos variou entre 81 a 219 indivíduos, e, como já foi dito, média de 135 indivíduos. A riqueza de espécies variou entre 13 e 32 espécies, com média de 22 espécies por quintal. O índice de Shannon (H') variou entre 1,7 a 3,0, com média de 2,35. A densidade variou entre 294 a 1.024 indivíduos ha^{-1} (média de 505 indivíduos ha^{-1}), sendo diretamente relacionada ($p < 0,01$) à área do quintal. A área basal dos indivíduos variou entre 0,077 a 1,905 $m^2 ha^{-1}$, com média de 0,455 $m^2 ha^{-1}$.

Não foram observadas relações significativas ($p < 0,01$) entre a densidade de indivíduos, área basal, número de indivíduos e número de espécies com a idade de formação do quintal, embora o tempo de implantação de alguns quintais seja estimado, o que afeta estas relações. Assim, é possível que os índices fitossociológicos aqui empregados sejam insuficientes para a análise deste conjunto de quintais, sendo necessário outras abordagens. Kumar & Nair (2004) consideram que a variabilidade de configurações locais praticadas no estabelecimento de quintais agroflorestais tropicais, e suas especificidades edafoclimáticas, limitam a pesquisa destes sistemas de produção sustentáveis e secularmente manejados. Mesmo com similaridades funcionais e estruturais, cada quintal possui características particulares, tornando-se um desafio o uso de alguns métodos e procedimentos aceitos para

compreensão dos plantios consorciados e diversificados que os definem. Ademais, a dinâmica e especificidade de cada quintal e as decisões individuais tomadas quanto ao plantio e as práticas de manejo, se sobressaem mais do que possíveis padrões. É possível que alguns cultivos como os de açaí, castanha, banana e outras esteja menos relacionado com o consumo e possivelmente ligado a oportunidades de comercialização, no entanto são necessários estudos complementares sob este prisma.

Foi verificado que a densidade de indivíduos está significativamente e negativamente relacionada ($p < 0,01$) com a área do quintal, assim nos quintais menores há consorciamento mais densos. As demais relações (índice de Shannon (H') com idade e área e densidade com idade) não foram significativas ($p > 0,01$).

Por se tratarem de quintais estabelecidos em TI, a sua área de expansão não é limitada, e quanto maior o tamanho do quintal, mais espaçamento e menor densidade entre plantas. Adicionalmente em quintais mais antigos, há árvores maiores e desenvolvidas, influenciando a densidade de indivíduos. Os resultados obtidos concordam com Kumar & Nair (2004) e Millat-e-Mustafa & Haruni (2002), que afirmaram que quintais menores possuem maior riqueza e densidade de espécies.

Em Roraima, nos quintais agroflorestais urbanos de Boa Vista, Semedo & Barbosa (2007), encontraram valores do Índice de Shannon (H') entre 1,04 e 1,11, mas em quintais agroflorestais indígenas na TI Araçá Pinho (2008), obteve Índices de H' entre 0,26 e 1,18. Nos quintais agro-

florestais de Marzagão, Estado Amapá, Gazel-Filho (2008), obteve valores entre 2,18 e 3,34 para este índice em quintais. Os valores do índice de Shannon (H') obtidos aqui (entre 1,7 a 3,0) estão de acordo com os resultados observados em quintais agroflorestais da Amazônia. Assim, é possível considerar que os sistemas agroflorestais tropicais tipificados pelos quintais apresentam elevado índice de diversidade e contribuem para a conservação *in situ* de recursos arbustivos e lenhosos de agrobiodiversidade, independente de sua origem.

Em relação aos estratos da vegetação do quintal, 100 % dos quintais tem árvores com 2-15 m de altura, 66,6 % têm indivíduos com 15-25 m e 40 % têm plantas com 25-35 m de altura. Como esperado, foi identificada uma relação significativa ($p < 0,01$) entre a altura das árvores e arbustos com a idade de formação dos quintais e aqueles mais antigos têm as maiores árvores, associado com um padrão de incremento de biomassa com o tempo, embora esta última afirmação não tenha sido demonstrada.

Por fim, os resultados aqui obtidos evidenciam que a elevada diversidade florística nos quintais agroflorestais da TI Kwatá-Laranjal, tem a função de complementar as demandas e necessidades locais. A despeito de sua pouca visibilidade nas políticas públicas de fomento ao desenvolvimento agrícola e segurança alimentar na região do baixo rio Madeira, os quintais agroflorestais persistem nas terras indígenas. Considerando os benefícios destes sistemas para conservação *in situ* de recursos de agrobiodiversidade nativa e exótica, e seu potencial de

geração de múltiplos produtos, justifica-se uma maior atenção das políticas públicas para revitalização e manutenção da produtividade dos quintais nos programas de desenvolvimento regional propostos para o presente e o futuro.

CONCLUSÕES

Os quintais agroflorestais da TI Kwatá-Laranjal tem função de subsistência maior que a de comercialização de produtos e contribuem para a conservação *in situ* de recursos de agrobiodiversidade vegetal constituindo um local para construção e transmissão do etnoconhecimento indígena sobre o uso dos recursos. A espécie mais frequente foi a manga (*Mangifera indica*). As espécies nativas mais manejadas são o açaí (*Euterpe* spp.), o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e a castanha (*Bertholletia excelsa*). A densidade de indivíduos nos quintais foi relacionada com à área ocupada.

Mesmo com a aparente invisibilidade das políticas públicas, os quintais em área indígena são sistemas tradicionais de produção e merecem incentivo, por conservar germoplasma da agricultura indígena e transmitir as práticas culturais e conhecimentos etnobotânicos das populações Munduruku e Sateré-Mawé que persistem na região do baixo rio Madeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cain, S.A.; Castro, G.M.O. 1959. *Manual of vegetation analysis*. New York: Hafner publishing Co., 197. 325p.
- Clement, C.R. 1999. 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. I.

- The relation between domestication and human population decline. *Economic Botany*, 53 (2): 188-202.
- Finol, U.H. 1969. Possibilidades de Manejo Silvicultural para las reservas Forestales de la Region Occidental. *Revista Forestal Venezolana*, 12 (17): 81-107.
- Gazel-Filho, A.B. 2008. *Composição, estrutura e função de quintais agroflorestais no município de Mazagão, Amapá*. Tese de doutorado em Ciências Agrárias- Universidade Federal Rural da Amazônia e Embrapa Amazônia Oriental, Belém. 104p.
- ISA Instituto Socioambiental 2000. Povos indígenas no Brasil, 1996-2000. Instituto Socioambiental, São Paulo. 832p.
- Kumar, B.M.; Nair, P.K.R. 2004. The enigma of tropical Homegardens. *Agroforestry Systems*, 61: 135-152.
- Lamprecht, H. 1964. Ensayo sobre la estructura florística de la parte sur-oriental del Bosque Universitario: "El caimital", Estado Barinas. *Revista Forestal Venezolana*, 7 (10/11): 77-119.
- Leopoldi, J.S. 2007. A guerra implacável dos Mundurucu - elementos culturais, sociais e ambientais alicerçados na caça aos inimigos. *Simpósio Temático Guerras e Alianças na História dos Índios: Perspectivas Interdisciplinares/ XXIII Simpósio Nacional de História*. 19p.
- Lourenço, J.N.P.; Sousa, S.G.A.; Wandelli, E.V.; Lourenço, F.S.; Guimarães, R.R.; Campos, L.S.; Silva, R.L.; Martins, V.F.C. 2009. Agrobiodiversidade nos Quintais Agroflorestais em Três Assentamentos na Amazônia Central. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 4 (2): 965 - 969.
- Lunz, A.M.P. 2007. Quintais agroflorestais e o cultivo de espécies frutíferas na Amazônia. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 2 (2): 1255-1258.
- Magurran, A. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing. Oxford.
- Millat-e-Mustafa, M.D.; Haruni, A.K.O. 2002. Vegetation characteristics of Bangladesh homegardens. *Schweiz. Z. Forstwes*, 153 (12): 454-461.
- Miller R.P.; Nair P.K.R. 2006. Indigenous agroforestry systems in Amazonia: from prehistory to today. *Agroforestry Systems*, 66: 151-164.
- Miller, R.P.; Penn, J.W. & Van Leeuwen, J. 2006. Amazonian homegardens: their ethnohistory and potential contribution to agroforestry development. *Tropical Homegardens: A Time-Tested Example of Sustainable Agroforestry*, B.M. Kumar and P.K.R. Nair (Eds.). p. 43-60.
- Pinho, R.C. 2008. Quintais agroflorestais indígenas em área de savana (Lavrado) na terra indígena Araçá, Roraima. Dissertação de mestrado, INPA, Manaus. 108p.
- Semedo, R.J.C.G.; Barbosa, R.I. 2007. Árvores frutíferas nos quintais urbanos de Boa Vista, Roraima, Amazônia brasileira. *Acta Amazonica*, 37 (4): 497-504.
- Silva, E.R.R.; Sablaroyles, M.G.P. 2009. Quintais agroflorestais por colonos migrantes: as plantas medicinais em Vila Nova, Mojuí dos Campos (Santarém, Pará). *Anais do VII Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais*, Brasília. 4p.
- Souza, C.C.V.; Scudeller, V.V. 2009. Plantas úteis nos quintais das comunidades ribeirinhas Julião e Agrovila - Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé - Amazônia Central. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 4 (2): 2487-2491.
- Stevens, P.F. 2012. Angiosperm Phylogeny Website. Version 9, June 2008 (and more or less continuously updated since). (<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>). Acesso em 12/02/2012.
- Vinhote, M.J. 1998. *Nova Olinda do Norte 1955 - 1998: registros históricos*. Edições do Governo do Estado, Manaus. 142p.

COMUNIDADE FORMICIDAE (INSECTA: HYMENOPTERA) EM PLANTIOS DE ENRIQUECIMENTO FLORESTAL COM LEGUMINOSAS ARBÓREAS NA AMAZÔNIA CENTRAL

Lucille Marilyn Kriger ANTONY¹, Luiz Augusto Gomes de SOUZA², José da Silva VILHENA³

¹ Coordenação de Biodiversidade, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Cbio/Inpa, Av. André Araújo 2936, 69011-970, Petrópolis, Manaus, AM, e-mail: lantony@inpa.gov.br;

² Coordenação de Sociedade Ambiente e Saúde - Cosas/Inpa, e-mail: souzalag@inpa.gov.br;

³ Coordenação de Apoio Técnico e Logístico - Catl/Inpa.

Palavras-chave: Formicídeos, Fauna edáfica, Fabaceae, Recuperação de Áreas Degradadas.

INTRODUÇÃO

A progressiva ocupação da região amazônica e o avanço de projetos de desenvolvimento econômico e de expansão da fronteira agrícola deixam como rastro áreas abertas e desmatadas especialmente pela baixa fertilidade natural dos solos da terra firme. As ações antrópicas são decorrentes de atividades como a agricultura, mineração, abertura de estradas, crescimento urbano, etc. Essa realidade permite o incremento progressivo de áreas desflorestadas que, quando abandonadas são colonizadas naturalmente por vegetação pioneira e secundária, iniciando a sucessão ecológica vegetal, etapa indispensável no processo de recuperação do ambiente, que pode se alongar por alguns anos. Em muitos locais onde a floresta tropical foi derrubada para um curto período de exploração perdem o seu potencial produtivo e valor econômico.

Em áreas alteradas, é possível utilizar indicadores biológicos para avaliar a qualidade do solo e sua recuperação. Por estar estreitamente correlacionada com a dinâmica de transformações da matéria orgânica do solo, a fauna edáfica pode ser empregada como bioindicador, auxiliando na estratégia mais ampla de restauração do equilíbrio ambiental. Por desempenhar papel fundamental nos processos de decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e estruturação do solo, muitos dos orga-

nismos que compõem a fauna do solo tem suas populações influenciadas por fatores bióticos e abióticos e apresentam sensibilidade para mudanças ocorridas no sistema (Doran e Zeiss 2000).

O grupo de organismos escolhido como bioindicadores são variados e escolhidos pela sua capacidade de medir respostas do ambiente aos distúrbios antropogênicos (Niemi e McDonald 2004). Vários grupos da fauna de invertebrados são utilizados para avaliar o impacto do desmatamento e os diversos sistemas de manejo da terra, dentre eles os invertebrados, porque podem demonstrar com presteza os efeitos das mudanças ambientais. Algumas pesquisas já realizadas com a família Formicidae tem ressaltado a importância destes insetos sociais como bioindicadores, especialmente para avaliar dentre outros o processo de recuperação de áreas de mineração (Andersen e Majer 2004), agrícolas (Andersen *et al.* 2002) e os impactos em florestas (Nakamura *et al.* 2007).

Nos últimos vinte anos, a importância de estudos em biologia do solo tem sido reconhecida e valorizada, especialmente nas regiões tropicais onde a intensidade e diversidade de organismos são as mais expressivas nos ecossistemas terrestres. Os organismos que formam o complexo biológico edáfico estão envolvidos em etapas funcionais dos ecossistemas tais como o fracionamento da serapilheira em partes menores pela macrofauna e a decomposição e mineralização de matéria orgânica contribuindo para esta tarefa atribuída principalmente à biomassa microbiana do solo (Wardle 1994). A perda do valor produtivo e econômico de áreas

desmatadas tem como consequência a derrubada de novas áreas de floresta tropical. Estrategicamente, os plantios de enriquecimento florestal, com espécies selecionadas, pode ser uma alternativa para acelerar a recuperação de áreas abandonadas e improdutivas.

As leguminosas arbóreas (Fabaceae) despertam grande interesse de plantio em solos amazônicos, por sua origem tropical e grande estoque de diversidade rica em espécies lenhosas, perenes, madeiráveis de valor econômico e capacidade de fixação biológica de N_2 com bactérias do solo, o que contribui para restauração de solos degradados. A disposição das folhas e o crescimento das raízes das árvores plantadas estabilizam o solo, aumentam a atividade biológica, contribuem para a sua reestruturação e criam condições propícias para o estabelecimento de outras espécies mais exigentes. Em matas secundárias da Amazônia Central. Souza e Mendonça (1999) pesquisaram o sistema de implantação de leguminosas arbóreas para enriquecimento de capoeiras em área semi-sombreada e à plena abertura, identificando espécies com alto potencial de cultivo. Dentre as espécies com bons indicadores silviculturais foram citados o cumaru (*Dipteryx odorata*) e arabá (*Swartzia polyphylla*), para plena abertura e faveira-camuzé (*Stryphnodendron guianense*) para matas semi-sombreadas. Uma das limitações para o estabelecimento das espécies nestas áreas foi a presença de formigas cortadeiras do gênero *Atta*, que afetou principalmente o estabelecimento inicial dos plantios.

Entretanto, sabe-se que nem sempre as interações são negativas com os formicídeos. No solo, formigas constituem um grupo dominante em biomassa e riqueza de espécies nas florestas tropicais (Fittkau e Klinge 1973; Wilson 1987), com papel relevante na estrutura e funcionamento do ecossistema. As comunidades de formigas atuam em vários níveis tróficos – de consumidores primários (espécies cortadoras de folhas, fungívoras, colhedoras de sementes) a consumidores secundários (insetívoras, predadoras e melívoras), sempre com muita voracidade. Também atuam como “engenheiros do ecossistema” (Jones *et al.* 1994) devido a seus hábitos de nidificação com a remoção de solo para a construção de ninhos e túneis. Todas estas interações se relacionam com o fluxo de energia e materiais no ecossistema (Lugo *et al.* 1973; Haines 1978).

Fonseca (1994), estudou a relação de *Tachigali myrmecophila* (Fabaceae, Caesalpinioideae) com as formigas e observou que a espécie *Pseudomyrmex concolor* (Formicidae), vive no interior da árvore e a protege de predadores. A árvore não fornece alimento para as formigas - estas se alimentam de pulgões que parasitam a planta. Após 18 meses em que as árvores ficaram sem formigas, foi observado que as árvores viviam 50 % menos que as outras, cresciam mais devagar e perdiam o dobro do número de folhas, levando à conclusão de que as formigas (que se instalam na planta nos pecíolos foliares que são naturalmente escavados), também combatem uma praga que prejudica o desenvolvimento da árvore. De fato, tem sido des-

crita que muitas espécies de formigas associadas a plantas têm papel no controle de predadores, especialmente do limbo foliar e das flores, estabelecendo relações ecológicas que precisam ser mais bem caracterizadas.

Também há alguns estudos com invertebrados do solo de sistemas naturais e modificados na região amazônica (Antony *et al.* 1997; Antony 2001; Franklin *et al.* 2005). Entretanto, o conhecimento do impacto de intervenções antrópicas sobre formicídeos e outros invertebrados ainda é parco e limita-se a alguns estudos desenvolvidos em sistemas agrícolas, pastagens, sistemas agroflorestais e áreas queimadas (Vasconcelos 1988; 1999; Guerra *et al.* 1992; Antony *et al.* 1997; Antony, 2004; Franklin *et al.* 2005; Araujo e Luizão, 2005).

Há pouco conhecimento dos potenciais prejuízos decorrentes da ação de formicídeos em plantios de enriquecimento florestal, a necessidade de melhor entender as relações destes insetos com a vegetação e o solo, bem como a possibilidade de identificar associações específicas entre formigas e espécies de Fabaceae. A pesquisa teve como objetivo estudar a estrutura taxonômica e ecológica da comunidade de Formicidae (Insecta: Hymenoptera) que habita plantios com leguminosas lenhosas em mata secundária; comparar a comunidade de Formicidae do plantio com o sistema natural constituído pela mata secundária adjacente; e, avaliar as relações específicas entre formigas e seis espécies de leguminosas lenhosas em plantios de enriquecimento florestal.

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Os estudos foram realizados na Estação Experimental de Hortaliças “Aleho van der Pahlen” – EEH, do Inpa, em Manaus, AM. A Estação localiza-se na rodovia AM 010, Km 14 sob as coordenadas geográficas 03° 08' S e 60° 01' W. A maior parte da área é explorada com plantios de olerícolas e sistemas agroflorestais, limitados por uma área de mata secundária em transição para a vegetação original de campinarana, que foi submetida a distúrbios ao longo do tempo, mas que ainda conserva a cobertura arbórea, com \pm 11 m de altura.

Entre os meses de fevereiro de maio de 2007 foi conduzido um plantio de enriquecimento florestal com leguminosas lenhosas (30 x 30 m), em local pré-selecionado, em condições de semi-sombreamento, em solo classificado como Argissolo Vermelho Amarelo distrófico. O preparo da área consistiu numa limpeza parcial, sem uso de fogo, com eliminação manual do sub-bosque. O espaçamento adotado foi de 3 x 2 m. Por ocasião do plantio, as covas receberam 1 L de composto orgânico, 277 g de superfosfato triplo, 139 g de cloreto de potássio e 312 g de calcário dolomítico. Foram plantadas 116 mudas de nove espécies arbóreas que apresentaram boa adaptação ao sistema de cultivo adotado, que desenvolveram-se satisfatoriamente um ano após o cultivo (Figura 1).

No primeiro ano após o plantio, foi observado que a sobrevivência das plantas variou entre espécies, dentre outros fatores, devido ao ataque de saúvas cor-



Figura 1. Aspecto geral da área de plantio de enriquecimento florestal com leguminosas arbóreas, em solo Argissolo Vermelho Amarelo da Amazônia Central.

tadeiras identificando-se também visualmente uma grande variedade de formigas na área. Assim, para avaliar a atividade e diversidade de Formicidae presente na área de plantio seis espécies de Fabaceae foram selecionadas: acácia (*Acacia mangium* Willd.), mari-mari (*Cassia moschata* Kunth.), lombrigueira (*Crudia oblonga* Benth.), dartrial (*Senna alata* (L.) Roxb.), abotinha (*Senna silvestris* (Vell.) H. S. Irwin & Barneby) e tefrósia (*Tephrosia candida* (Roxb.) DC.).

Dois métodos de coleta foram praticados na captura dos formicídeos: a coleta manual e as armadilhas de fosso, mais conhecidas como “*pitfall traps*”. Os métodos de coleta foram propostos para: avaliar se a comunidade de formicídeos é semelhante nos dois sistemas – de plantio de enriquecimento e floresta adjacente; se as formigas que forrageiam no solo são as mesmas que transitam nas plantas cultivadas; se há partes da planta, considerando-se a base, o meio e o ápice, onde há maior prevalência de formigas; e, se há relações específicas entre formicídeos e leguminosas.

A amostragem que constituiu da coleta manual foi feita para estudar a atividade de formicídeos nas espécies plantadas, buscando detectar potenciais associações. Foi efetuada com auxílio de um pincel de cerdas finas, e a coleta de exemplares foi conduzida durante um período de tempo pré-determinado, em partes da planta, e estes foram armazenados em tubos de vidro contendo álcool 75 % para imediata fixação e posterior identificação. Assim, as formigas foram coletadas na base, meio ou ápice da planta durante dois minutos cada. Para cada espécie esse procedimento foi replicado com cinco repetições, em dois períodos de coleta (na estação seca em novembro de 2008 e na estação chuvosa em abril de 2009), totalizando 180 unidades de amostra provenientes de coleta manual (Figura 2).

As armadilhas de fosso foram instaladas para estudar a abundância e diversidade de formicídeos no solo do plantio de enriquecimento florestal e da área de floresta adjacente. Consistem em recipientes de vidro ou plástico, com diâmetro variável, contendo uma solução fixadora, com bordas lisas e altura suficiente para evitar a fuga dos espécimes capturados.

São instaladas rente ao solo e com cobertura tipo “telhado” para proteção contra intempéries, e deixadas por um período determinado. As armadilhas de fosso são muito utilizadas para captura da fauna que forrageia na superfície do solo. Na amostragem, armadilhas com 10 cm de diâmetro x 10 cm de altura foram expostas durante 48 h em cada período de coleta. Em seu interior, as armadilhas continham solução de formol 1 % com algumas gotas de detergente, visando quebrar a tensão superficial do líquido e permitir o imediato envolvimento e fixação dos espécimes capturados (Figura 3).

Na área plantada, as armadilhas foram instaladas sob a copa de cinco exemplares de cada uma das seis espécies de leguminosas arbóreas, nos dois períodos de coleta, totalizando 60 unidades. Na floresta adjacente, um total de 40 unidades de amostra foi instalado nos dois períodos de coleta. As amostras foram transportadas ao Laboratório de Pedobiologia do Inpa para lavagem e fixação em álcool 75 % e posterior triagem e identificação ao nível de espécie (Formicidae) e grandes grupos taxonômicos (demais representantes da fauna).



Figura 2. Coleta manual de formicídeos, realizada em plantio de enriquecimento florestal com leguminosas arbóreas, em solo Argissolo Vermelho Amarelo da Amazônia Central.



Figura 3. Armadilha de fosso (“pitfall trap”), utilizada para a captura da fauna de superfície do solo em plantio de enriquecimento florestal com leguminosas arbóreas em solo Argissolo Vermelho Amarelo da Amazônia Central.

RIQUEZA DE FORMICIDAE EM PLANTIOS FEITOS EM ÁREA SECUNDÁRIA DA AMAZÔNIA CENTRAL

Alguns dos levantamentos de biodiversidade de formigas já realizados na Amazônia (Kempf 1970; Benson e Brandão 1987; Vasconcelos 1988; Benson e Harada 1988; Cover et al 1990; Harada e Benson 1988; Vasconcelos 1999), têm indicado uma elevada combinação de espécies por área, predominantemente em florestas primárias e secundárias, com queda de diversidade deste grupo de insetos em ambientes alterados por ações antrópicas. Neste estudo, nos dois habitat, foram encontradas 73 espécies de Formicidae, distribuídas em 30 gêneros e oito subfamílias, capturadas por *pitfall traps* e coletas manuais, conforme apresentado na Tabela 1.

A distribuição sazonal de Formicidae em cada uma das espécies leguminosas e na floresta adjacente (Tabela 2) ilustra a dinâmica destas comunidades. Destas,

23 espécies foram exclusivas do plantio (sete das quais encontradas apenas nas leguminosas), 16 espécies exclusivas do solo da floresta e 34 espécies comuns aos dois habitats. A subfamília Myrmicinae foi a mais bem representada com 42 espécies, seguida por Formicinae e Ponerinae (ambas com oito espécies). O gênero *Pheidole* Westwood 1839 foi dominante em abundância, frequência e diversidade (dez espécies), seguido de *Solenopsis* Westwood 1840 (cinco espécies) que, embora mais frequente, foi menos abundante que *Crematogaster* Lund 1831 (cinco espécies).

Na área de estudo, considerando-se o plantio de enriquecimento e a composição da vegetação adjacente, foi verificado que o efeito da sazonalidade interfere diretamente na composição e atividade da comunidade de formigas presente. Assim, observou-se na estação seca uma maior incidência de formicídeos nas amostragens feitas manualmente (Figura 4a), enquanto que, na estação chuvosa, a maior quantidade de formicídeos foi encontrada nas amostragens feitas pelas armadilhas do tipo “pitfall traps” (Figura 4b). Dentre as espécies de leguminosas arbóreas cultivadas, observou-se que a abundância relativa dos formicídeos em relação aos outros invertebrados do solo foi mais acentuada em *Acacia mangium* na estação seca (Figura 5a) enquanto que na estação chuvosa foi predominante em *Senna alata* (Figura 5b).

Considerando-se o nicho ocupado pelas comunidades de formigas em partes da planta, ocorreu maior incidência de formicídeos na base de *Acacia mangium* e *Senna silvestris*, no meio em *Tephrosia*

Tabela 1. Espécies de Formicidae coletados em plantio de leguminosas lenhosas e floresta adjacente utilizando pitfall traps e coleta manual.¹⁾

Subfamília/Espécie	Pitfalls			Coleta manual	Estação seca	Estação chuvosa
	Plantio	Floresta	Σ			
AMBLYOPONINAE						
<i>Prionopelta</i> sp. A	1	-	1	-	-	+
CERAPACHYINAE						
<i>Acanthostichus</i> sp.	-	1	1	-	-	+
DOLICHODERINAE						
<i>Azteca</i> sp. A	60	-	60	43	-	+
<i>Azteca</i> sp.	-	-	-	21	+	-
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	3	2	5	40	+	+
<i>Dolichoderus</i> sp. A	-	-	-	1	-	+
<i>Dorymyrmex</i> sp. A	20	-	20	1	-	+
<i>Dorymyrmex</i> sp.	5	1	6	7	+	-
ECTATOMMINAE						
<i>Ectatomma edentatum</i>	9	26	35	-	-	+
<i>Ectatomma lugens</i>	-	4	4	-	-	+
<i>Ectatomma quadridens</i>	116	28	144	2	+	+
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	1	-	1	-	-	+
<i>Ectatomma</i> sp.	21	9	30	-	+	-
<i>Gnamptogenys</i> sp. A	-	7	7	-	-	+
FORMICINAE						
<i>Brachymyrmex</i> sp. A	2	-	2	7	+	+
<i>Brachymyrmex</i> sp. 3	12	1	13	57	+	+
<i>Brachymyrmex</i> sp.	25	-	25	68	+	-
<i>Camponotus latangulus</i>	-	-	-	1	-	+
<i>Camponotus</i> sp.	3	-	3	6	+	-
<i>Paratrechina</i> sp. A	5	1	6	-	-	+
<i>Paratrechina</i> sp. 3	14	5	19	4	-	+
<i>Paratrechina</i> sp.	5	3	8	2	+	-
MYRMICINAE						
<i>Cephalotes</i> sp.	2	-	2	2	+	-
<i>Crematogaster tenuicula</i>	-	-	-	244	+	-
<i>Crematogaster</i> sp. A	71	78	149	139	-	+
<i>Crematogaster</i> sp. B	2	-	2	95	-	+
<i>Crematogaster</i> sp. 1	-	-	-	5	-	+
<i>Crematogaster</i> sp.	27	56	83	70	+	+
<i>Cyphomyrmex</i> sp. A	2	3	5	-	-	+
<i>Cyphomyrmex</i> sp. B	1	-	1	-	-	+
<i>Cyphomyrmex</i> sp.	1	2	3	-	+	+
<i>Megalomyrmex</i> sp.	1	-	1	-	+	-
<i>Mycetarotes</i> sp.	1	-	1	-	-	+
<i>Mycocarpus</i> sp. A	5	8	13	-	-	+
<i>Mycocarpus</i> sp.	3	-	3	-	-	+
<i>Myrmicocrypta</i> sp. A	-	6	6	-	-	+
<i>Ochetomyrmex semipolitus</i>	9	14	23	-	-	+

Tabela 1. Continuação

Subfamília/Espécie	Pitfalls			Coleta manual	Estação seca	Estação chuvosa
	Plantio	Floresta	Σ			
MYRMICINAE (continuação)						
<i>Ochetomyrmex</i> sp. A	-	1	1	-	-	+
<i>Ochetomyrmex</i> sp.	3	10	13	35	+	+
<i>Octostruma</i> sp. A	2	1	3	-	-	+
<i>Octostruma</i> sp.	1	-	1	-	+	-
<i>Oligomyrmex</i> sp.	-	4	4	-	-	+
<i>Pheidole</i> sp. A	29	34	63	-	-	+
<i>Pheidole</i> sp. B	80	16	96	-	-	+
<i>Pheidole</i> sp. C	7	9	16	-	-	+
<i>Pheidole</i> sp. D	6	2	8	2	-	+
<i>Pheidole</i> sp. E	21	4	25	-	-	+
<i>Pheidole</i> sp. F	26	-	26	12	-	+
<i>Pheidole</i> sp. 1	36	38	74	38	-	+
<i>Pheidole</i> sp. 2	-	2	2	-	-	+
<i>Pheidole</i> sp. 13	-	-	-	23	-	+
<i>Pheidole</i> sp.	98	41	139	115	+	+
<i>Solenopsis geminata</i>	9	8	17	36	+	+
<i>Solenopsis</i> sp. A	19	28	47	-	-	+
<i>Solenopsis</i> sp. B	10	7	17	-	-	+
<i>Solenopsis</i> sp. C	10	-	10	-	-	+
<i>Solenopsis</i> sp.	60	22	82	1	+	+
<i>Strumigenys</i> sp. A	-	1	1	-	-	+
<i>Strumigenys</i> sp. B	-	1	1	-	-	+
<i>Strumigenys</i> sp.	-	6	6	-	+	-
<i>Trachymyrmex</i> sp. A	30	4	34	-	-	+
<i>Trachymyrmex</i> sp.	12	3	15	45	+	+
<i>Wasmannia auropunctata</i>	4	1	5	46	+	+
<i>Zacryptocerus</i> sp.	-	1	1	-	-	+
PONERINAE						
<i>Anochetus</i> sp. A	-	1	1	-	-	+
<i>Hypoponera</i> sp. A	-	-	1	-	-	+
<i>Hypoponera</i> sp.	-	3	3	-	-	+
<i>Pachycondyla apicalis</i>	1	1	2	-	-	+
<i>Pachycondyla commutata</i>	-	1	1	-	-	+
<i>Pachycondyla crassinoda</i>	5	9	14	-	+	+
<i>Pachycondyla harpax</i>	-	1	1	-	-	+
<i>Pachycondyla obscuricornis</i>	13	5	18	-	+	+
PSEUDOMYRMECINAE						
<i>Pseudomyrmex</i> sp.	-	-	-	4	+	-
Total de espécies/método	50	50	66	31		
Total de espécimes	909	521	1430	1172		

¹⁾Os números referem-se ao total de formigas capturadas pelos dois métodos. Presença/Ausência (+/-) dos taxa nas estações seca (novembro/2008) e chuvosa (abril/2009).

Tabela 2. Distribuição sazonal, abundância e riqueza de Formicidae em plantas jovens de seis espécies de leguminosas arbóreas, aos dois anos de cultivo em solo Argissolo Vermelho Amarelo com fins de recuperação de áreas degradadas.

Espécies	Métodos de coleta					
	Pitfalls			Manual		
	Seca	Chuvosa	Σ	Seca	Chuvosa	Σ
<i>Acacia mangium</i>						
<i>Brachymyrmex</i> sp. A	1	-	1	-	-	-
<i>Brachymyrmex</i> sp. 3	-	6	6	-	-	-
<i>Brachymyrmex</i> sp.	-	-	-	23	-	23
<i>Cephalotes</i> sp.	-	-	-	1	-	1
<i>Crematogaster tenuicola</i>	-	-	-	95	-	95
<i>Crematogaster</i> sp. A	-	4	4	-	-	-
<i>Cyphomyrmex</i> sp. B	-	1	1	-	-	-
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	-	-	-	6	18	24
<i>Ectatomma edentatum</i>	-	2	2	-	-	-
<i>Ectatomma quadridens</i>	2	17	19	-	-	-
<i>Ectatomma</i> sp.	8	-	8	-	-	-
<i>Mycetarotes</i> sp.	-	1	1	-	-	-
<i>Mycocepurus</i> sp.	-	3	3	-	-	-
<i>Octostruma</i> sp. A	-	1	1	-	-	-
<i>Pachycondyla crassinoda</i>	3	-	3	-	-	-
<i>Paratrechina</i> sp. A	-	4	4	-	-	-
<i>Paratrechina</i> sp. 3	-	-	-	-	1	1
<i>Paratrechina</i> sp.	2	-	2	1	-	1
<i>Pheidole</i> sp. A	-	24	24	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. B	-	42	42	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. 13	-	-	-	-	23	23
<i>Pheidole</i> sp.	16	-	16	-	-	-
<i>Pseudomyrmex</i> sp.	-	-	-	2	-	2
<i>Solenopsis geminata</i>	-	5	5	-	-	-
<i>Solenopsis</i> sp. A	-	1	1	-	-	-
<i>Solenopsis</i> sp.	20	-	20	-	-	-
<i>Trachymyrmex</i> sp. A	-	1	1	-	-	-
<i>Wasmannia auropunctata</i>	-	1	1	45	-	45
Espécies no sistema: 28						
Espécimes/estação/método	52	113	165	173	42	215
Nº espécies/estação/método	7	15	21	7	3	9
<i>Cassia moschata</i>						
<i>Azteca</i> sp.	-	-	-	16	-	16
<i>Brachymyrmex</i> sp. A	-	1	1	-	2	2
<i>Brachymyrmex</i> sp. 3	1	1	2	1	-	1
<i>Brachymyrmex</i> sp.	12	-	12	23	-	23
<i>Cephalotes</i> sp.	-	-	-	1	-	1
<i>Crematogaster tenuicola</i>	-	-	-	131	-	131

Espécies	Métodos de coleta					
	Pitfalls			Manual		
	Seca	Chuvosa	Σ	Seca	Chuvosa	Σ
<i>Crematogaster</i> sp. A	-	28	28	-	30	30
<i>Crematogaster</i> sp.	20	-	20	-	-	-
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	1	1	2	9	-	9
<i>Dorymyrmex</i> sp.	2	-	2	-	-	-
<i>Ectatomma edentatum</i>	-	3	3	-	-	-
<i>Ectatomma quadridens</i>	-	4	4	-	-	-
<i>Ectatomma</i> sp.	2	-	2	-	-	-
<i>Octostruma</i> sp. A	-	1	1	-	-	-
<i>Pachycondyla crassinoda</i>	-	2	2	-	-	-
<i>Paratrechina</i> sp. 3	-	6	6	-	1	1
<i>Paratrechina</i> sp.	1	-	1	1	-	1
<i>Pheidole</i> sp. B	-	23	23	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. D	-	5	5	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. 1	-	4	4	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.	26	-	26	-	-	-
<i>Solenopsis geminata</i>	-	2	2	-	-	-
<i>Solenopsis</i> sp. B	-	4	4	-	-	-
<i>Solenopsis</i> sp.	11	-	11	-	-	-
<i>Trachymyrmex</i> sp. A	-	14	14	-	-	-
<i>Trachymyrmex</i> sp.	10	-	10	45	-	45
<i>Wasmannia auropunctata</i>	-	1	1	-	-	-
Espécies no sistema: 27						
Espécimes/estação/método	86	100	186	226	34	260
Nº espécies/estação/método	10	16	24	7	4	11
<i>Crudia oblonga</i>						
<i>Brachymyrmex</i> sp. 3	-	2	2	18	1	19
<i>Brachymyrmex</i> sp.	1	-	1	-	-	-
<i>Camponotus latangulus</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Cephalotes</i> sp.	2	-	2	-	-	-
<i>Crematogaster</i> sp. B	-	-	-	-	36	36
<i>Crematogaster</i> sp. 1	-	-	-	-	5	5
<i>Crematogaster</i> sp.	2	1	3	-	-	-
<i>Ectatomma quadridens</i>	-	13	13	-	-	-
<i>Ectatomma tuberculatum</i>	-	1	1	-	-	-
<i>Ectatomma</i> sp.	1	-	1	-	-	-
<i>Megalomyrmex</i> sp.	1	-	1	-	-	-
<i>Ochetomyrmex</i> sp.	1	-	1	8	-	8
<i>Octostruma</i> sp.	1	-	1	-	-	-
<i>Pachycondyla obscuricornis</i>	1	-	1	-	-	-

Tabela 2. Continuação

Espécies	Métodos de coleta					
	Pitfalls			Manual		
	Seca	Chuvosa	Σ	Seca	Chuvosa	Σ
<i>Paratrechina</i> sp. 3	-	-	-	-	1	1
<i>Pheidole</i> sp. D	-	-	-	-	2	2
<i>Pheidole</i> sp. 1	-	19	19	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.	6	-	6	-	-	-
<i>Solenopsis geminata</i>	-	1	1	-	-	-
<i>Solenopsis</i> sp.	1	27	28	-	-	-
<i>Trachymyrmex</i> sp.	1	1	2	-	-	-
<i>Wasmannia auropunctata</i>	-	1	1	-	-	-
Espécies no sistema: 22						
Espécimes/estação/método	18	82	100	26	46	72
Nº espécies/estação/método	12	10	17	2	6	7
<i>Senna alata</i>						
<i>Brachymyrmex</i> sp. A	-	-	-	-	5	5
<i>Brachymyrmex</i> sp. 3	-	-	-	29	8	37
<i>Brachymyrmex</i> sp.	4	-	4	18	-	18
<i>Camponotus</i> sp.	-	-	-	1	-	1
<i>Crematogaster</i> sp.	2	-	2	70	-	70
<i>Cyphomyrmex</i> sp. A	-	1	1	-	-	-
<i>Cyphomyrmex</i> sp.	1	-	1	-	-	-
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	-	-	-	-	7	7
<i>Dorymyrmex</i> sp. A	-	19	19	-	1	1
<i>Ectatomma edentatum</i>	-	3	3	-	-	-
<i>Ectatomma quadridens</i>	-	54	54	2	-	2
<i>Ectatomma</i> sp.	8	-	8	-	-	-
<i>Mycocepurus</i> sp. A	-	3	3	-	-	-
<i>Ochetomyrmex semipolitus</i>	-	8	8	-	-	-
<i>Ochetomyrmex</i> sp.	2	-	2	27	-	27
<i>Pachycondyla obscuricornis</i>	1	-	1	-	-	-
<i>Paratrechina</i> sp. 3	-	2	2	-	1	1
<i>Paratrechina</i> sp.	1	-	1	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. A	-	3	3	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. B	-	10	10	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. D	-	1	1	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. F	-	-	-	-	12	12
<i>Pheidole</i> sp. 1	-	5	5	-	38	38
<i>Pheidole</i> sp.	8	-	8	28	-	28
<i>Pseudomyrmex</i> sp.	-	-	-	2	-	2
<i>Solenopsis geminata</i>	-	1	1	10	26	36
<i>Solenopsis</i> sp. A	-	2	2	-	-	-
<i>Wasmannia auropunctata</i>	-	1	1	-	-	-
Espécies no sistema: 28						

Tabela 2. Continuação

Espécies	Métodos de coleta					
	Pitfalls			Manual		
	Seca	Chuvosa	Σ	Seca	Chuvosa	Σ
Espécimes/estação/método	27	116	143	187	98	285
No. espécies/estação/método	8	15	22	9	8	15
<i>Senna silvestris</i>						
<i>Azteca</i> sp.	-	1	1	-	-	-
<i>Brachymyrmex</i> sp. 3	-	1	1	-	-	-
<i>Brachymyrmex</i> sp.	1	-	1	2	-	2
<i>Camponotus</i> sp.	1	-	1	1	-	1
<i>Crematogaster</i> sp. A	-	22	22	-	72	72
<i>Crematogaster</i> sp. B	-	2	2	-	59	59
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	-	1	1	-	-	-
<i>Dolichoderus</i> sp. A	-	-	-	-	1	1
<i>Dorymyrmex</i> sp.	-	-	-	3	-	3
<i>Ectatomma edentatum</i>	-	1	1	-	-	-
<i>Ectatomma quadridens</i>	-	15	15	-	-	-
<i>Pachycondyla apicalis</i>	-	1	1	-	-	-
<i>Pachycondyla obscuricornis</i>	5	1	6	-	-	-
<i>Paratrechina</i> sp. A	-	1	1	-	-	-
<i>Paratrechina</i> sp. 3	-	3	3	-	-	-
<i>Paratrechina</i> sp.	1	-	1	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. A	-	1	1	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. E	-	21	21	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. F	-	21	21	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. 1	-	3	3	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.	20	-	20	37	-	37
<i>Solenopsis</i> sp. A	-	2	2	-	-	-
<i>Solenopsis</i> sp. B	-	6	6	-	-	-
<i>Prionopelta</i> sp. A	-	1	1	-	-	-
Espécies no sistema: 24						
Espécimes/estação/método	34	108	142	43	132	175
Nº espécies/estação/método	5	19	22	4	3	7
<i>Tephrusia candida</i>						
<i>Azteca</i> sp. A	-	59	59	5	43	48
<i>Azteca</i> sp.	-	-	-	5	-	5
<i>Brachymyrmex</i> sp. 3	-	1	1	-	-	-
<i>Brachymyrmex</i> sp.	1	-	1	2	-	2
<i>Camponotus</i> sp.	2	-	2	4	-	4
<i>Crematogaster tenuicola</i>	-	-	-	18	-	18
<i>Crematogaster</i> sp. A	-	17	17	-	37	37
<i>Crematogaster</i> sp.	2	-	2	-	-	-
<i>Cyphomyrmex</i> sp. A	-	1	1	-	-	-
<i>Dorymyrmex</i> sp. A	-	1	1	-	-	-

Tabela 2. Continuação

Espécies	Métodos de coleta					
	Pitfalls			Manual		
	Seca	Chuvosa	Σ	Seca	Chuvosa	Σ
<i>Dorymyrmex</i> sp.	3	-	3	4	-	4
<i>Ectatomma quadridens</i>	-	11	11	-	-	-
<i>Ectatomma</i> sp.	2	-	2	-	-	-
<i>Mycocepurus</i> sp. A	-	2	2	-	-	-
<i>Ochetomyrmex semipolitus</i>	-	1	1	-	-	-
<i>Pachycondyla obscuricornis</i>	5	-	5	-	-	-
<i>Paratrechina</i> sp. 3	-	3	3	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. A	-	1	1	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. B	-	5	5	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. C	-	7	7	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp. F	-	5	5	-	-	-

Tabela 2. Continuação

Espécies	Métodos de coleta					
	Pitfalls			Manual		
	Seca	Chuvosa	Σ	Seca	Chuvosa	Σ
<i>Pheidole</i> sp. 1	-	5	5	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.	6	-	6	50	-	50
<i>Solenopsis</i> sp. A	-	14	14	-	-	-
<i>Solenopsis</i> sp. C	-	10	10	-	-	-
<i>Solenopsis</i> sp.	1	-	1	1	-	1
<i>Trachymyrmex</i> sp. A	-	8	8	-	-	-
<i>Wasmannia auropunctata</i>	-	-	-	1	-	1
Espécies no sistema: 27						
Espécimes/estação/método	22	151	173	85	80	165
Nº espécies/estação/método	8	17	25	8	2	9

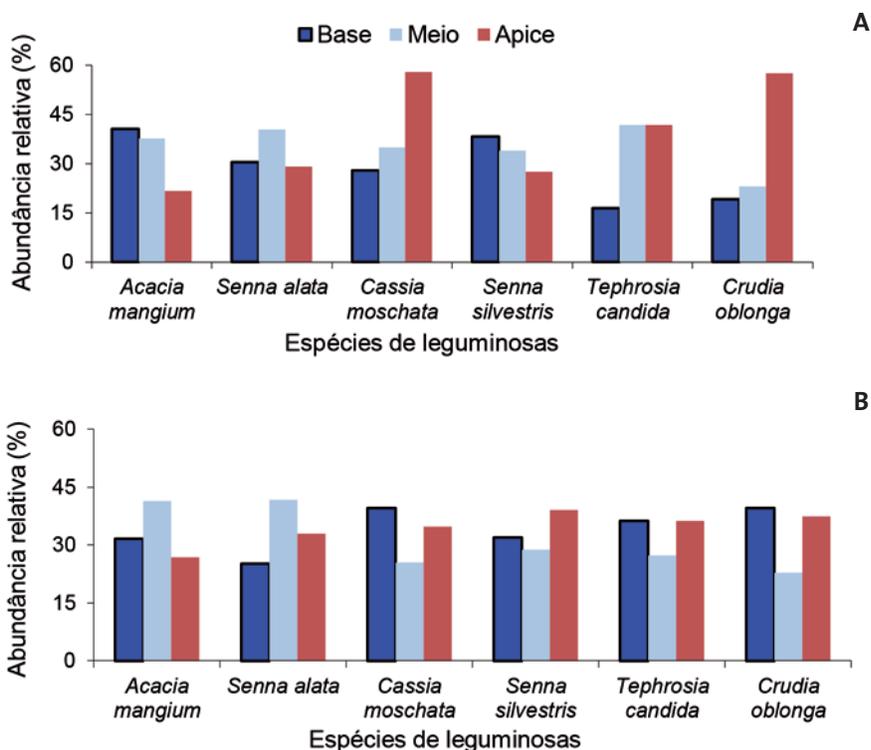


Figura 4. Distribuição de Formicidae coletadas manualmente em partes da planta (base, meio e ápice) na estação seca (a) e chuvosa (b), em plantios de enriquecimento florestal com leguminosas arbóreas em solo Argissolo Vermelho Amarelo da Amazônia Central.

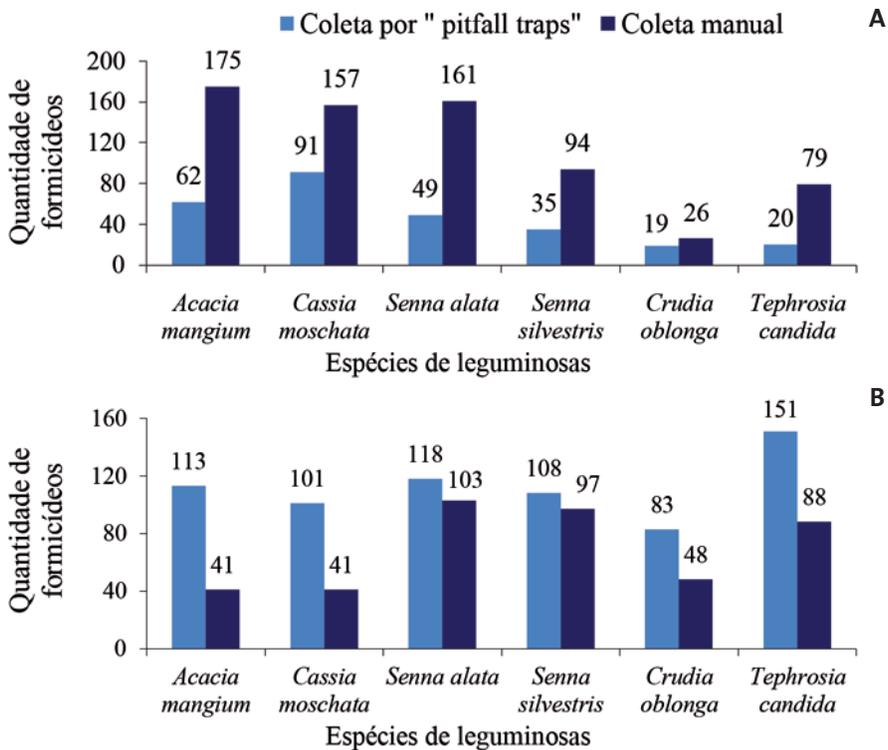


Figura 5. Quantidade de formicídeos coletados por dois métodos de captura de fauna de superfície na estação seca (a) e chuvosa (b), em plantios de enriquecimento florestal com leguminosas arbóreas em solo Argissolo Vermelho Amarelo da Amazônia Central.

candida e *Senna alata* enquanto que no ápice a maior incidência foi verificada em *Cassia moschata* e *Crudia oblonga* (Figura 6a), já no período chuvoso *Cassia moschata* e *Crudia oblonga* estavam com maior incidência de formigas na base, *Acacia mangium* e *Senna alata* no meio e *Senna silvestris* e *Crudia oblonga* no ápice (Figura 6b).

Os formicídeos sempre estiveram presentes entre os cinco grupos de invertebrados mais abundantes no solo do plantio, tanto na estação seca quanto na chuvosa, as Ordens Orthoptera e Isop-tera foram às únicas que se diferencia-

ram do restante dos grupos. Na floresta ocorreram os mesmos grupos tanto no período seco quanto no chuvoso sendo que a Família Formicidae se destacou como o segundo grupo abundante da fauna do solo na estação chuvosa. *Acacia mangium* (Tabela 3).

Para *Acacia mangium*, na estação seca, *Crematogaster tenuicula* foi a espécie dominante sobre a planta seguida de *Wasmania auropunctata* e *Brachymyrmex* sp., enquanto *Solenopsis* sp. foi a espécie dominante no solo. Já na estação chuvosa *Pheidole* sp.13, foi a espécie dominante na planta, seguida de *Dolicho-*

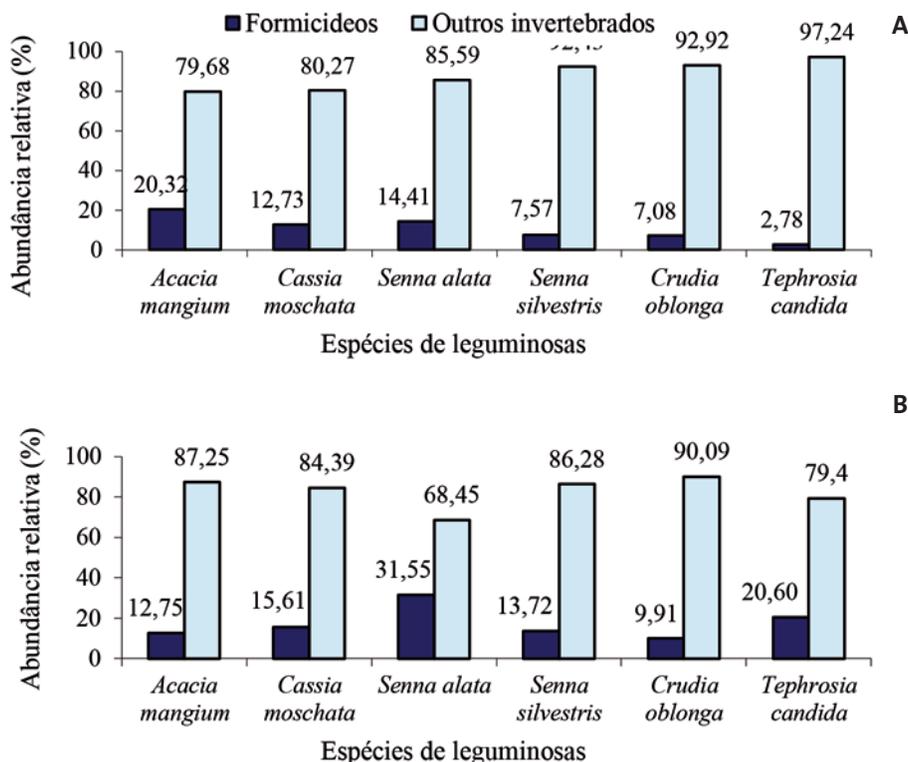


Figura 6. Abundância relativa de Formicidae em relação a outros invertebrados do solo, coletados por pitfall traps na estação seca (a) e chuvosa (b), em plantios de enriquecimento florestal com leguminosas arbóreas em solo Argissolo Vermelho Amarelo da Amazônia Central.

derus bispinosus, enquanto *Pheidole sp.B* dominou no solo, seguida de *Pheidole sp.A*. *Wasmania auropunctata*, *Ectatomma quadridens* e *Dolichoderus bispinosus* foram encontradas nas duas estações.

Na estação seca, a espécie dominante na planta de *Cassia moschata* também foi *Crematogaster tenuicula* enquanto *Pheidole sp.* foi a espécie dominante no solo, seguida de *Crematogaster sp.* Na estação chuvosa *Crematogaster sp.A* foi a espécie dominante tanto na planta quanto no solo, sendo que *Brachymyrmex sp.3* e *Dolichoderus bispinosus* foram encontradas nas duas estações. *Senna alata*:

Na estação seca, *Crematogaster sp.* foi a espécie dominante sobre a planta enquanto *Ectatomma sp* e *Pheidole sp* foram co-dominantes no solo. Na estação chuvosa *Pheidole sp.1* foi a espécie dominante na planta, seguida de *Solenopsis geminata* enquanto *Ectatomma quadridens* dominou no solo, tendo sido encontrada nas duas estações.

Por outro lado, para *Senna silvestris*, na estação seca, *Pheidole sp.* foi a espécie dominante tanto na planta quanto no solo; já na estação chuvosa, *Crematogaster sp.A* foi a espécie dominante na planta, seguida de *Crematogaster sp.B*,

Tabela 3. Distribuição sazonal, abundância e riqueza de Formicidae em floresta secundária adjacente ao norte e oeste do plantio de reflorestamento com leguminosas lenhosas, para coletas realizadas pitfalls.

Espécies	Floresta Norte			Floresta Oeste		
	Seca	Chuvosa	Σ	Seca	Chuvosa	Σ
<i>Acanthosticus</i> sp.	-	-	-	-	1	1
<i>Anochetus</i> sp.A	-	1	1	-	-	-
<i>Brachymyrmex</i> sp. 3	-	1	1	-	-	-
<i>Crematogaster</i> sp.A.	-	18	18	-	60	60
<i>Crematogaster</i> sp.	2	53	55	1	-	1
<i>Cyphomyrmex</i> sp.A	-	3	3	-	-	-
<i>Cyphomyrmex</i> sp.	-	2	2	-	-	-
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	-	-	-	-	2	2
<i>Dorymyrmex</i> sp.	1	-	1	-	-	-
<i>Ectatomma edentatum</i>	-	6	6	-	20	20
<i>Ectatomma lugens</i>	-	4	4	-	-	-
<i>Ectatomma quadridens</i>	-	26	26	-	2	2
<i>Ectatomma</i> sp.	1	-	1	8	-	8
<i>Gnamptogenys</i> sp.A	-	-	-	-	7	7
<i>Hypoponera</i> sp.A	-	1	1	-	-	-
<i>Hypoponera</i> sp.	-	3	3	-	-	-
<i>Mycocepurus</i> sp.A	-	-	-	-	8	8
<i>Myrmicocrypta</i> sp.	-	-	-	-	6	6
<i>Ochetomyrmex semipolitus</i>	-	9	9	-	5	5
<i>Ochetomyrmex</i> sp.A	-	-	-	-	1	1
<i>Ochetomyrmex</i> sp.	-	10	10	-	-	-
<i>Octostruma</i> sp.A	-	-	-	-	1	1
<i>Oligomyrmex</i> sp.	-	4	4	-	-	-
<i>Pachycondyla apicalis</i>	-	-	-	-	1	1
<i>Pachycondyla commutata</i>	-	1	1	-	-	-
<i>Pachycondyla crassinoda</i>	-	5	5	-	4	4
<i>Pachycondyla harpax</i>	-	1	1	-	-	-

Espécies	Floresta Norte			Floresta Oeste		
	Seca	Chuvosa	Σ	Seca	Chuvosa	Σ
<i>Pachycondyla obscuricornis</i>	1	1	2	2	1	3
<i>Paratrechina</i> sp.A	-	1	1	-	-	-
<i>Paratrechina</i> sp.3	-	-	-	-	5	5
<i>Paratrechina</i> sp.	-	-	-	3	-	3
<i>Pheidole</i> sp.A	-	18	18	-	16	16
<i>Pheidole</i> sp.B	-	10	10	-	6	6
<i>Pheidole</i> sp.C	-	3	3	-	6	6
<i>Pheidole</i> sp.D	-	2	2	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.E	-	4	4	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.1	-	37	37	-	1	1
<i>Pheidole</i> sp.2	-	-	-	-	2	2
<i>Pheidole</i> sp.	8	27	35	6	-	6
<i>Solenopsis geminata</i>	-	7	7	-	1	1
<i>Solenopsis</i> sp.A	-	7	7	-	21	21
<i>Solenopsis</i> sp.B	-	5	5	-	2	2
<i>Solenopsis</i> sp.	1	8	9	11	2	13
<i>Strumigenys</i> sp.A	-	-	-	-	1	1
<i>Strumigenys</i> sp.B	-	-	-	-	1	1
<i>Strumigenys</i> sp.	-	-	-	6	-	6
<i>Trachymyrmex</i> sp.A	-	3	3	-	1	1
<i>Trachymyrmex</i> sp.	-	2	2	1	-	1
<i>Wasmannia auropunctata</i>	-	1	1	-	-	-
<i>Zacryptocerus</i> sp.	-	1	1	-	-	-
Espécies no sistema: 50						
Espécimes/estação	14	285	299	38	184	222
Nº espécies/estação	6	34	36	8	27	33

e também dominou no solo, seguida de *Pheidole* sp.F e *Pheidole* sp.E.

Foi também observado que para *Crudia oblonga*, na estação seca, *Brachymyrmex* sp.3 foi a espécie dominante na planta enquanto *Pheidole* sp. foi a espécie dominante no solo. Já na estação chuvosa, *Crematogaster* sp.B foi a espécie dominante na planta e *Solenopsis* sp., no solo, enquanto *Pheidole* sp., *Solenopsis*

sp., *Trachymyrmex* sp. e *Brachymyrmex* sp.3 foram encontradas nas duas estações. Para *Tephrosia candida* na estação seca, *Pheidole* sp. foi a espécie dominante tanto na planta quanto no solo. Já na estação chuvosa, *Azteca* sp.A foi a espécie dominante tanto na planta quanto no solo, sempre seguida de *Crematogaster* sp.A.

Nos dois sistemas a diversidade de Formicidae foi muito expressi-

va sendo identificadas 72 espécies, 20 povoando exclusivamente às áreas de plantio de enriquecimento florestal com leguminosas arbóreas, 17 na floresta secundária e 35 comuns aos dois ambientes. Pode-se dizer que as espécies *Creumatogaster tenuicula*, *Pheidole* sp.13, *Pseudomyrmex* sp., *Pheidole* sp.F, *Creumatogaster* sp.1 e *Camponotus latangulos* são exclusivas das seis espécies de leguminosas arbóreas pesquisadas. As espécies que encontradas exclusivamente no solo (20) foram: *Ectatomma edentatum*, *Mycetarotis* sp., *Solenopsis* sp.A, *Ectatomma* sp., *Pheidole* sp.A, *Octostruma* sp.A, *Cyphomyrmex* sp.B, *Mycocepuros* sp., *Mycocepuros* sp.A, *Trachymyrmex* sp.A, *Pachycondyla crassinoda*, *Solenopsis* sp.B, *Cyphomyrmex* sp., *Ochetomyrmex semipolitus*, *Cyphomyrmex* sp.A, *Paratrechina* sp.A, *Prionopelta* sp.A, *Pheidole* sp.E, *Megalomyrmex* sp. e *Pheidole* sp.

Na floresta adjacente as espécies encontradas foram: *Hypoponera* sp.A, *Oligomyrmex* sp., *Ectatomma lugens*, *Hypoconera* sp., *Anochetus* sp.A, *Pachycondyla hapax*, *Phypoconera* sp., *Pachycondyla commutata*, *Zacryptocerus* sp., *Strumigens* sp., *Mymicocripta* sp.A, *Ochetomyrmex* sp.A, *Strumigens* sp.B, *Acanthostichus* sp., *Gnaptogens* sp.A, *Strumigens* sp.A e *Pheidole* sp.2.

CONCLUSÕES

As matas secundárias da Amazônia Central, em diferentes etapas de recuperação abrigam grande diversidade de espécies de formigas dentre os organismos que integram a fauna do solo. Há relações específicas dos formicídeos e as plantas,

com maiores afinidades de colonização de certas espécies de formicídeos com algumas das espécies de leguminosas arbóreas plantadas. Comparativamente, ocorreu maior diversidade de formicídeos nas áreas com plantio de enriquecimento com leguminosas arbóreas, comparado a floresta secundária adjacente, principalmente na estação chuvosa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antony, L.M.K., Veiga, J.B.; Magalhães Júnior, P.P. 1997. Estrutura e sazonalidade da fauna de superfície do solo de floresta natural intacta e de tratos florestais submetidos ao corte seletivo. In: *Biomassa e Nutrientes Florestais*. Projeto BIONTE. MCT-INPA, DFID. Manaus. p.257-270.
- Antony, L.M.K. 2001. Soil Acari response to deforestation and fire in a Central Amazon forest. In: *Acarology: Proceedings of the 10th International Congress*. Halliday, R.B.; Walter, D.E.; Proctor, H.C.; Norton, R.A.; Colloff, M.J. (Eds.). CSIRO Publishing, Melbourne, 2001. p. 277-282.
- Antony, L.M.K. 2004. Sobre a diversidade de Acari em ecossistemas da Amazônia Brasileira. In: Cintra, R. (Coord.) *História Natural, Ecologia e Conservação de algumas espécies de Plantas e Animais da Amazônia*. Manaus: EDUA/INPA/FAPEAM, 2004. (Série: Biblioteca Científica da Amazônia). p. 123-131.
- Andersen, A.N.; Majer, J.D. 2004. Ants show the way Down Under: invertebrates as bioindicators in land management. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2: 291-298.
- Andersen, A.N.; Hoffmann, B.D.; Muller, W.J; Griffiths, A.D. 2002. Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community responses. *Journal of Applied Ecology*, v.39, 1: 8-17.

- Araujo, Y.M.; Luizão, F.J. 2005. Populações de minhocas em experimento de manipulação de liteira em solos de capoeira na Amazônia Central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., Recife, *Resumos Expandidos*, SBCS, Cd-rom, 4p.
- Benson, W.W.; Brandão, C.R. 1987. *Pheidole* diversity in the humid tropics: a survey from Serra dos Carajás, Pará, Brazil. In: Eder, J. & Rembold, H. (eds.). *Chemistry and biology of social insects*. Munchen, J. Peperny, p. 593-594.
- Benson, W.W. & Harada, A.Y. 1988. Local diversity of tropical and temperate ant faunas (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Amazonica*, 18: 275-289.
- Cover, S.P.; Tobin, J.E.; Wilson, E.O. 1990. *The ant community of a tropical rainforest site in Peruvian Amazonia*. New Delhi, Oxford & IBH. 765 p.
- Doran, J.W.; Zeiss, M.R. 2000. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology*, Amsterdam, 15: 3-11.
- Fittkau, E.A.; Klinge, H. 1973. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest ecosystem. *Biotropica*, 5: 2-14.
- Franklin, E.; Magnusson, W.E.; Luizão, F. J. 2005. Relative effects of biotic and abiotic factors on the composition of soil invertebrate communities in an Amazonian savanna. *Applied Soil Ecology*, 29:259-273.
- Fonseca, C.R. 1994. Herbivory and the long-lived leaves of an Amazonian ant-tree. *Journal of Ecology*, 82: 833-842.
- Guerra, R.T., Bueno, C.R., Schubart, H.O. 1992. Avaliação preliminar sobre os efeitos da aplicação do herbicida Paraquat e aração convencional na mesofauna do solo na região de Manaus - AM, *Acta Amazonica*, v.12, 1: 713.
- Haines, B.L. 1978. Element and energy flow through colonies of the leaf-cutting ant, *Atta colombica*, in Panama. *Biotropica*, 10: 270-277.
- Harada, A.Y. & Benson, W.W. 1988. Espécies de *Azteca* (Hymenoptera: Formicidae) especializadas em *Cecropia* spp. (Moraceae), distribuição geográfica e considerações ecológicas. *Revista Brasileira de Entomologia*, 32: 423-435.
- Jones, C.G.; Lawton, J.H.; Shachack, M. 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, 69: 373-386.
- Kempf, W.W. 1970. Levantamento das formigas da mata amazônica nos arredores de Belém, Pará, Brasil. *Stud. Entomol.*, 13:321-344.
- Lugo, A.E.; Farnworth, E.G.; Pool, D.; Jerez, P.; Kaufman, G. 1973. The impact of the leaf cutter ant *Atta colombica* on the energy flow of a tropical wet forest. *Ecology*, 54:1292-1301.
- Nakamura, A.; Catterall, C.P.; House, A.P.N.; Kitching, R.L.; Burwell, C.J. 2007. The use of ants and other soil and litter arthropods as bio-indicators of the impacts of rainforest clearing and subsequent land use. *Journal of Insect Conservation*, v.11, 2: 177-186.
- Niemi, G.J. & McDonald, M.E. 2004. Application of ecological indicators. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 35: 89-111.
- Souza, L.A.G. & Mendonça, M.A.F. 1999. Comportamento inicial de leguminosas arbóreas em plantios de enriquecimento florestal nos sistemas de plena abertura ou semi-sombreado em um ultisol da Amazônia. *Revista da Universidade do Amazonas, série Ciências Agrárias*, Manaus, v. 8 (1) 41-51.
- Vasconcelos. H.L. 1988. Distribution of *Atta* (Hymenoptera-Formicidae) in a terra firme rainforest of the Central Amazon: density, species composition and preliminary results on effects of forest fragmentation. *Acta Amazonica*, 18: 309-315.

- Vasconcelos, H.L. 1999. Effects of forest disturbance on the structure of ground-foraging ant communities in Central Amazonia. *Biodiversity and Conservation*, 8 (3): 409-420.
- Wardle, D.A. & Hungria, M. 1994. A Biomassa microbiana do solo e sua importância nos ecossistemas terrestres. In: Araújo, R.S. & Hungria, M. (Eds.) *Microorganismos de Importância Agrícola*. EMBRAPA-CNPAC, Goiânia, Documentos 44, p. 195-216.
- Wilson, E.O. 1987. The little things that run the world. (The importance and conservation of invertebrates). *Conser. Biol.*, 1: 344-346.

RECUPERAÇÃO DE AGROSSISTEMAS DA AMAZÔNIA CENTRAL COM O PLANTIO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS

Marco Aurélio de Carvalho SILVA¹ Luiz Augusto Gomes de SOUZA²

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonia – PPG-CFT-Inpa, Avenida André Araújo, 2936, Aleixo, Manaus - AM, Brasil CEP: 69060-001 Caixa Postal 478, e-mail marco.silva.consultor@mma.gov.br;

² Coordenação Sociedade Ambiente e Saúde – Inpa/Cosas, e-mail: souzalag@inpa.gov.br.

Palavras-chave: Silvicultura, Amazônia, Fabaceae, Recuperação de Áreas Degradadas.

INTRODUÇÃO

O plantio de espécies arbóreas é a tecnologia comumente empregada com a finalidade de recuperar áreas degradadas (Rodrigues et al., 2009). O sucesso desses plantios, geralmente dependem do uso de espécies capazes de crescer e se desenvolver em solos pobres e tóxicos em alumínio (Muller et al., 2004), muitas vezes erodidos (Carpenter et al., 2004) e dominados por gramíneas invasoras (Siddique et al., 2008). Esses plantios podem ser realizados com diferentes objetivos como: aumentar o sequestro de carbono e restabelecer a cobertura florestal (Rodrigues et al., 2009), aumentar a conectividade em paisagens rurais (Harvey et al., 2011), restaurar a diversidade perdida pela degradação florestal (Rodrigues et al., 2009) e estabelecer sistemas agrosilvopastoris (Plath et al., 2011).

Independentemente da finalidade do plantio florestal, o primeiro passo é identificar quais as espécies mais promissoras (Breugel et al., 2011), o que tem motivado a implementação de plantios experimentais com árvores nativas na região tropical (Dias & Souto, 2007; Park et al., 2010; Breugel et al., 2011). Nesses plantios, os representantes da família Fabaceae frequentemente são avaliados, devido à capacidade de fixação biológica do N_2 da maioria das espécies do grupo, e este aporte de N por via biológica contribui para a recuperação e manutenção da fertilidade do solo (Oliveira et al., 2010).

As práticas de reflorestamento na região amazônica devem buscar alternativas adaptadas às condições edafoclimáticas locais. Dentre elas, o uso de leguminosas capazes de melhorar a fertilidade

do solo e a utilização de insumos baratos, acessíveis e de fácil aplicação, que representem aumento na sobrevivência e crescimento das espécies de interesse.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o estabelecimento inicial de quatro espécies de leguminosas arbóreas, em resposta a diferentes tipos de adubação do solo em áreas de capoeira e pastagem degradada na Amazônia Central e também avaliar o efeito que a variação de luz no sub-bosque das capoeiras.

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Os trabalhos foram conduzidos na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas - Ufam, localizada na rodovia BR 174, Km 41, nas coordenadas 02° 39' 19,7" S 60° 03' 29,7" W. A área pesquisada foi parcialmente convertida em pastagem em 1987 para pesquisas com gado leiteiro, sistemas agroflorestais e plantios homogêneos de essências nativas. Atualmente, a pastagem encontra-se degradada, com ocorrência predominante de *Rolandra fruticosa* Rott. e *Homolepsis aturensis* (H.B.K) Chase., sendo ainda comum a ocorrência de *Borreria verticillata* (L.) G. Mey., *Clidemia rubra* (Aubl.) Mart., *Davilla kunthii* A. ST.-Hil. *Mimosa polystachya* L. e *Miconia alata* (Aubl.) DC. A capoeira formada após o abandono dos plantios experimentais apresentava dossel de aproximadamente 15 m, com ocorrência predominante de *Bellucia grossularioides* L. e *Davilla kunthii* A. ST.-Hil., sendo comum a ocorrência de *Enterolobium schomburgkii* Benth., *Zigia racemosa* (Ducke) Barneby & Grimes e *Vismia guai-*

nensis (Aubl.) Choisy, além de outras espécies como, *Piper renitens* (Miq.) Yunk., *Palicourea longistipulata* (Mull. Arg.) Standl. e *Goupia glabra* Aubl.

Foram selecionadas quatro espécies de leguminosas arbóreas para o plantio: fava-de-bolota (*Parkia platycephala* Benth.), faveira-camuzé (*Stryphnodendron guianense* (Aubl.) Benth.), faveira-da-várzea (*Stryphnodendron microstachyum* Poep.) e jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). Em função da habilidade nodulífera e fixadora de N₂ das duas espécies de *Stryphnodendron*, na fase de formação das mudas as plantas foram inoculadas com quatro estirpes de rizóbio (Inpa 985, Inpa 986, Inpa 987 e Inpa 988) da Coleção de Rizóbios do Laboratório de Microbiologia do Solo do Inpa. As mudas permaneceram em viveiro por 100 dias e foram plantadas na área de estudo em janeiro de 2010.

Tanto na pastagem como na capoeira foram escolhidos três locais para o plantio, tendo como critério: áreas planas, sem evidências de erosão e distantes entre si pelo menos 10 m. Após a instalação dos blocos, a área foi cercada para impedir o acesso do gado e feito um desbaste na capoeira. Em cada bloco, foram coletadas três amostras de solo na profundidade 0-40 cm. Cada amostra foi composta por quatro subamostras, coletadas em pontos sorteados, para cada bloco separadamente. Depois de peneiradas e secas ao ar, as amostras foram analisadas de acordo com as metodologias descritas pela Embrapa (1997).

No plantio, as plantas de cada espécie foram submetidas a três tipos de fertilização do solo: controle, adubação orgânica e

adubação orgânica acrescida de adubação mineral. No tratamento controle, as espécies foram plantadas sem adição de nutrientes. A adubação orgânica consistiu do acréscimo de 1,5 L de composto de gado curtido, depositado no fundo da cova. Para a adubação orgânica acrescida de adubação mineral, além de 1,5 L de composto bovino, cada planta recebeu: 285 g de superfosfato triplo, 103 g de cloreto de potássio, 300 g de calcário dolomítico e 3 g de micronutrientes (FTE) aplicados no entorno das mudas logo após o plantio. A prescrição da adubação mineral foi adaptada de Cravo (1990), considerando a área útil de 6,0 m² por planta, definida em função do espaçamento.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em arranjo fatorial 4 x 3, sendo quatro espécies e três tipos de adubação, totalizando 12 tratamentos com 3 repetições de 9 plantas por parcela. As áreas de pastagem e capoeira não foram consideradas no arranjo fatorial. Nas parcelas foram distribuídas três plantas por linha, em espaçamento 3 m x 2 m.

Após o plantio, a altura e diâmetro foi avaliada mensalmente durante 12 meses. Foram realizadas duas determinações de área de cobertura, a primeira aos quatro e a segunda aos dez meses após o plantio. A área de cobertura foi calculada como a média entre o maior diâmetro de cobertura e a medida perpendicular a esta. A sobrevivência e observações qualitativas sobre o estado das mudas também foram coletados. As comparações dos atributos do solo entre a pastagem e a capoeira foram feitas com teste t. Para as variáveis de crescimento (altura, diâmetro, área de cobertura)

inicialmente foi realizada a correlação de Pearson para selecionar variáveis importantes e quando detectada correlação apenas essa variável seria utilizada na análise dos dados. Após normalidade dos erros e a homogeneidade de variâncias, foi feita análise de variância, seguido de teste Tukey quando necessário.

Aos seis meses após a instalação do experimento, foram feitas medidas diretas de luz na capoeira, com o sensor (V:VL) Skye SKR 110 (Skye, Instruments for Monitoring our Environment, Llandrindod Wells, Powys, Reino Unido) conectado ao registrador LI-1400 (LI-Cor Biosciences, Lincoln, Nebraska, EUA). Registrou-se a luz disponível a 2 m do solo, na posição de cada planta, para evitar que o sombreamento promovido pelo portador do sensor interferisse no registro da luz. Todas as medidas de luz foram tomadas diariamente entre às 5h45min e 6h45min, desde o 27/7/2010 até 4/8/2010. As medições foram feitas em condições de céu nublado, para diminuir a variação no percentual de luz difusa que chega ao sub-bosque (Parent & Messier, 1996). A relação vermelho:vermelho longo de cada amostra foi ajustada ao modelo de Capers & Chazdon (2004), descrito pela equação: $T (\%) = 0,5458 + \exp [-2,4541 + 5,6594(V:VL)]$, em que: T é a transmitância; V representa o vermelho; e VL representa o vermelho longo.

Procedeu-se à análise de variância, para avaliar os dados de crescimento das plantas em resposta aos tratamentos de fertilização, e, em seguida, à análise de covariância, em que a transmitância foi utilizada como covariável dos tratamentos de fertilização. Os resultados das

duas análises foram comparados para avaliar a interferência da luz no crescimento das plantas. Todas as análises foram realizadas no software R (R Development Core Team, 2007).

CRESCIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM SOLO DE PASTAGEM ABANDONADA

As medidas de crescimento das espécies após o plantio permitiram identificar que não houve correlação significativa entre as variáveis, altura x área de cobertura e diâmetro x área de cobertura, exceto entre altura x diâmetro ($r = 0,84$; $p < 0,01$), sendo assim a variável diâmetro foi descartada e utilizaram-se apenas as variáveis: altura, área de cobertura e sobrevivência como variáveis respostas.

Na área estudada, tanto a capoeira como a pastagem apresentaram baixas concentrações de P, K, Ca, Mg, Zn e Mn e sem diferenças significativas entre os ambientes (Tabela 1), o que dificulta o estabelecimento dos plantios. A análise textural do solo revelou homogeneidade entre as duas áreas de estudo ($p > 0,05$). O solo da capoeira era composto de 70 % de argila, 16 % de silte e 14 % de areia, e o solo da pastagem por 73 % de argila, 14 % de silte e 13 % de areia.

Foram verificadas diferenças significativas entre o solo da capoeira e o solo da pastagem em relação ao pH e aos teores de alumínio (Tabela 1). A acidez e os teores de alumínio significativamente menores verificados na pastagem representam uma

pequena melhoria nas características químicas do solo, o que pode ter favorecido o desenvolvimento das plantas neste ambiente, onde o efeito negativo que a acidez e o alumínio exercem as plantas, particularmente, inibindo o crescimento de raízes e dificultando o transporte de água pelo acúmulo de calose (Boscolo et al., 2003), pode ter sido menor.

Os teores de carbono da pastagem e da capoeira foram semelhantes (Tabela 1). Este resultado corrobora com recentes estudos que investigaram a dinâmica do carbono no solo após a conversão de florestas em pastagens (Muller et al., 2004, Neumann-Cosel et al., 2011). Embora, haja casos em que os teores de carbono no solo de pastagens superam os encontrados em capoeiras (Araújo et al., 2011).

Em geral as espécies estudadas tiveram taxas de sobrevivência maiores na capoeira do que na pastagem, mas essa diferença só foi significativa para *S. guianense* e *P. platycephala* (Tabela 2). Maiores taxas de sobrevivência na capoeira eram esperadas, e podem ser explicadas pelas condições climáticas mais estáveis neste ambiente do que na pastagem; com menores oscilações de temperatura e do teor de água no solo (Jurado et al., 2006), características que adquirem maior importância no período de estiagem, quando foram observadas as maiores taxas de mortalidade na pastagem.

A sobrevivência de *P. platycephala* na pastagem foi muito inferior aos 93 % encontrado por Carvalho (1989) no Piauí, onde o plantio da espécie foi recomendado em sistemas agroflorestais e silvipas-

Tabela 1. Teores de nutrientes essenciais, pH, alumínio e carbono, em área de pastagem e capoeira sobre Latossolo Amarelo, Manaus, AM.¹

Local	pH (H ₂ O)	Ca	Mg	K	Al
		cmol kg ⁻¹			
Pastagem	4,4 ± 0,15	0,56 ± 0,47	0,15 ± 0,14	0,05 ± 0,01	1,77 ± 0,30
Capoeira	4,0 ± 0,08	0,21 ± 0,17	0,13 ± 0,08	0,07 ± 0,01	2,61 ± 0,52
Teste t	5,35**	1,48ns	0,28ns	1,35ns	4,15**

Local	P	Fe	Zn	Mn	C (%)
	mg kg ⁻¹				
Pastagem	1,05 ± 0,24	161,2 ± 42,5	0,34 ± 0,27	3,11 ± 3,14	1,5 ± 0,6
Capoeira	2,61 ± 4,30	174,3 ± 44,1	0,46 ± 0,35	2,70 ± 1,5	1,6 ± 0,6
Teste t	1,08ns	0,64ns	0,81ns	0,35ns	0,44ns

¹ Considerar: **p < 0,01; ***p < 0,001; ns não significativo

Tabela 2. Sobrevivência de quatro espécies de leguminosas arbóreas, após 12 meses do plantio em capoeira e pastagem, Manaus, AM.¹

Local	<i>Hymenaea courbaril</i>	<i>Stryphnodendron microstachyum</i>	<i>Stryphnodendron guianense</i>	<i>Parkia platycephala</i>
	%			
Pastagem	91 aA	88 aA	65 bB	63 bB
Capoeira	94 aA	94 aA	92 aA	87 aA

¹ Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna ou letras minúsculas diferentes na linha diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p < 0,01)

toris pela sua tolerância a seca e aos solos pobres com níveis elevados de alumínio.

A sobrevivência de *H. courbaril* na capoeira (94 %) foi superior aos 72 % (Souza et al. 2010) e aos 68 % (Magalhães & Fernandes, 1984) de outros plantios. Em contrapartida, em ambiente de pastagem, a sobrevivência de 91 % de *H. courbaril* foi inferior aos 100 % encontrado por Souza et al. (2010). A sobrevivência de *S. microstachyum* na pastagem (88 %) foi elevada, mas inferior aos 100 % dos plantios na Costa Rica (Tilki & Fisher, 1998).

Na pastagem, a sobrevivência de *H. courbaril* e *S. microstachyum* foi maior do que a sobrevivência de *S. guianense* e *P. platycephala* (Tabela 2) e comparável

com a de espécies já indicadas para recuperação de áreas degradadas em florestas tropicais, como *Terminalia amazonia* 91 % (Nichols et al., 2001), *Inga edulis* 97 %, *Pithecelobium elegans* 97 % e *Dalbergia retusa* 95 % (Tilki & Fisher, 1998).

Os tratamentos de fertilização não influenciaram a sobrevivência em nenhum dos ambientes (p > 0,05). Era esperado que as plantas adubadas tivessem maior sobrevivência em relação às plantas do tratamento controle, dada a baixa disponibilidade de nutrientes reveladas pelas análises químicas do solo. Este resultado é indício de que as espécies estão bem adaptadas as carências nutricionais do solo, tornando a disponibilidade de nutrientes um fator não determinante da sobrevivência. Em geral, para as quatro

espécies, a área de cobertura foi maior na pastagem do que na capoeira (Tabela 3), com diferenças significativas para *H. courbaril*, *S. guianense* e *P. platycephala*.

Para *H. courbaril*, a maior área de cobertura na pastagem é explicada pela ramificação do caule facilmente observada no plantio. A ramificação precoce do caule pode inviabilizar a escolha da espécie em plantios que intencionam a posterior utilização para fins madeireiros, restringindo as possibilidades de uso futuro.

Diferente de *H. courbaril*, as espécies *S. guianense* e *P. platycephala* mantiveram o caule retilíneo na pastagem e na capoeira. O aumento em área de cobertura na pastagem em relação aos indivíduos da capoeira ocorreu devido ao aumento no comprimento das folhas. Essa característica do *S. microstachyum* já foi verificada também em plantios experimentais na Costa Rica (Tilki & Fisher, 1998).

Os tratamentos de fertilização promoveram alterações na área de cobertura de *H. courbaril* ($p = 0,003$), *S. microstachyum* ($p = 0,004$) e *S. guianense* ($p = 0,04$). O acréscimo da área de cobertura dos indivíduos de *S. microstachyum*

que receberam adubação orgânica mais mineral sugere que a baixa disponibilidade de nutrientes no solo limita a expansão da copa desta espécie, e também de *H. courbaril* que apresentou resposta semelhante à fertilização do solo.

Para *S. guianense*, apenas a adubação orgânica foi suficiente para dobrar o incremento em área de cobertura em relação ao controle e se igualar aos indivíduos sob o tratamento com adubação orgânica mais mineral (Tabela 3). As diferentes respostas aos tratamentos de fertilização demonstram a necessidade de verificar para cada espécie quanto insumo é suficiente para se obter ganhos reais de crescimento, evitando assim, custos desnecessários na implantação de plantios, já que a adubação nem sempre surte efeito no crescimento das plantas como demonstrado para *P. platycephala* e em outros estudos (Otsamo et al., 1995; Ndufa et al., 1999).

O incremento em altura de *H. courbaril* foi diferente entre as áreas de plantio ($P = 0,03$), sendo maior na pastagem, assim como observado em outro plantio (Souza et al., 2010), e apesar de ser considerada uma espécie de etapas mais avançadas da sucessão, tem seu cresci-

Tabela 3. Incremento em área de cobertura (cm^2) de quatro espécies de leguminosas arbóreas, sob três níveis de fertilização, Manaus, AM.¹

	Espécies			
	<i>Hymenaea courbaril</i>	<i>Stryphnodendron microstachyum</i>	<i>Stryphnodendron guianense</i>	<i>Parkia platycephala</i>
Local				
Pastagem	28,6 ± 6,2 a	25,3 ± 7,4 a	46,5 ± 6,0 a	35,5 ± 10,4 a
Capoeira	6,1 ± 4,3 b	18,7 ± 8,8 a	26,8 ± 7,8 b	10,4 ± 6,7 b
Fertilização				
Controle	14,4 ± 4,1 b	12,6 ± 7,2 b	18,5 ± 3,5 b	13,4 ± 7,3 b
Orgânica	12 ± 3,7 b	21,8 ± 7,4 b	45,2 ± 4,8 a	26 ± 7,5 a
O + mineral	29,3 ± 5,2 a	30,6 ± 9,1 a	44,9 ± 5,3 a	33,8 ± 13,8 a

¹ Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey

mento acelerado quando cultivada em áreas abertas. Os tratamentos de fertilização não tiveram efeito no incremento de *H. courbaril* (Figura 1A), indicando ser desnecessária a aplicação de insumos na fase inicial do plantio, sendo necessário ainda, avaliar a resposta da espécie nas fases subsequentes.

As taxas de incremento em altura de *S. microstachyum* tiveram forte relação com os tratamentos de fertilização ($p < 0,001$), respondendo positivamente a maior disponibilidade de nutrientes (Figura 1B). O incremento foi maior na pastagem do que

na capoeira ($p = 0,03$), indicando alta demanda por luz no início do desenvolvimento. A resposta de *S. microstachyum* aos tratamentos de fertilização confirma a importância da fertilidade do solo nas taxas de crescimento da espécie.

O incremento em altura de *S. guianense* foi semelhante entre as áreas de plantio ($p = 0,12$), mas foi diferenciado em relação aos tratamentos de fertilização do solo ($p < 0,001$), onde os indivíduos submetidos à adubação orgânica e orgânica + mineral se destacaram em relação as plantas do tratamento contro-

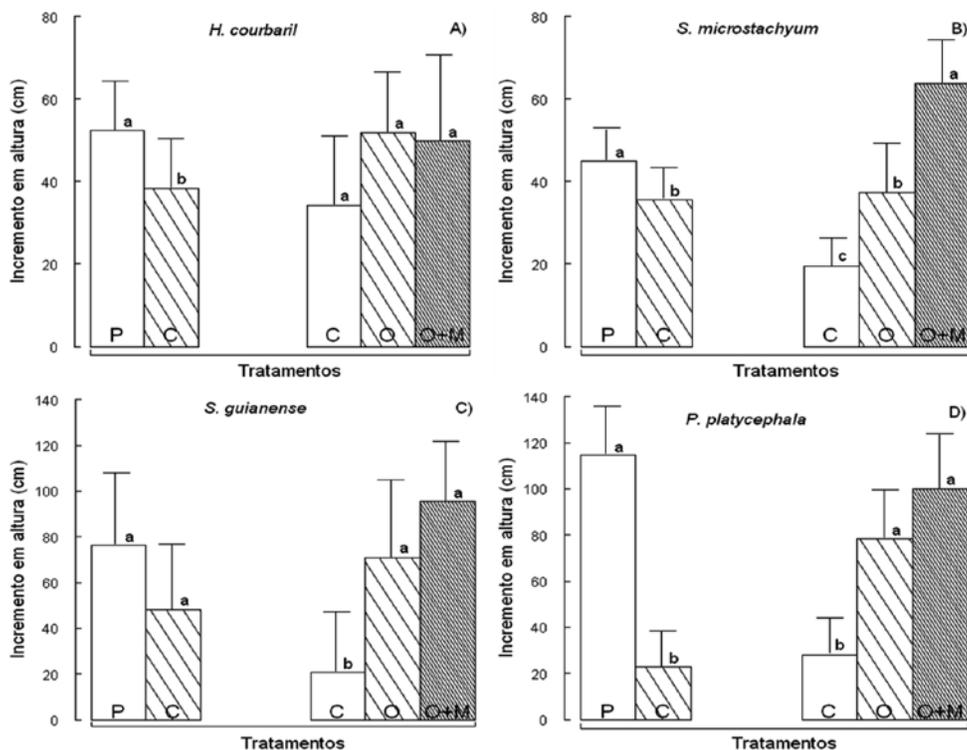


Figura 1. Incremento em altura de quatro espécies de leguminosas arbóreas em diferentes locais e níveis de fertilização 12 meses após o plantio.^{1, 2}

¹ Para barras agrupadas a esquerda: P = pastagem; C = capoeira. Para barras agrupadas a direita: C = controle; O = adubação orgânica; O+M = adubação orgânica e mineral; ² Médias seguidas por letras diferentes indicam diferenças significativas entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

le (Figura 1C), como já observado para outras espécies florestais em condições de plantio (Ndufa et al., 1999). Em capoeira, incremento semelhante (44 cm), foi obtido em plantio experimental de *S. guianense* (Souza & Mendonça, 1999).

A taxa de incremento em altura de *P. platycephala* foi a mais influenciada pela área do plantio, dentre as espécies avaliadas ($p = 0,0001$). Na capoeira, o incremento foi comprometido pela oferta de luz reduzida, mas por outro lado, foi a espécie com maior crescimento na pastagem (Figura 1D). Em ambiente natural, a espécie é mais comum em clareiras e borda de matas (Carvalho, 1989), o que explica a baixa tolerância ao sombreamento.

Os tratamentos de fertilização também causaram mudanças no crescimento de *P. platycephala*. Nesse caso, o incremento dos indivíduos sob adubação orgânica e adubação orgânica + mineral foram iguais e superiores ao controle (Figura 1D). Assim como já discutido para *S. guianense*, a resposta positiva de *P. platycephala* à adubação sugere a adoção dessa prática, para assegurar incrementos maiores na fase inicial do plantio.

No ambiente da capoeira, a aleatorização do plantio em blocos casualizados foi eficaz para assegurar que as propriedades do solo fossem semelhantes na área experimental, mas não foi suficiente para garantir a mesma oferta de luz às plantas. Quando a luz foi utilizada como cofator na análise de crescimento das plantas na capoeira, houve alterações significativas no crescimento de *H. courbaril* e *P. platycephala* em resposta aos tratamentos de fertilização.

A espécie *P. platycephala* foi a que apresentou o crescimento mais afetado pela variação de luz no sub-bosque. Este foi o caso mais evidente de como as variações de luz que ocorrem naturalmente nas capoeiras podem interferir na interpretação da resposta de plantas aos tratamentos de fertilização. A avaliação do resultado da análise de variância para o efeito dos tratamentos de fertilização permitiria concluir que a adubação orgânica de *P. platycephala* gera incrementos em altura significativamente superiores ao controle e ao tratamento com adubação orgânica e mineral (ver Silva et al. 2013). Porém, após a correção dos incrementos médios em altura, tendo-se excluído o efeito da luz, fica evidente que *P. platycephala* não responde à adubação, quando plantada na capoeira (Figura 2).

As espécies *S. guianensis* e *S. microstachyum*, não tiveram seu crescimento afetado pelos diferentes níveis de luz da capoeira. Sendo assim, a resposta da espécie aos tratamentos de fertilização não se alteraram após o efeito da variação de luz ser removido pela análise de covariância (Figura 2).

Esse tipo de variação entre as espécies em resposta à disponibilidade de luz, ocorre tanto em plantios abertos (Balderrama & Chazdon, 2005) como em cultivos realizados em casa de vegetação (Gaudio et al., 2011) e demonstra que a variação natural de luz no sub-bosque compromete a correta avaliação de tratamentos de fertilização, especialmente com espécies sensíveis a pequenas variações na disponibilidade de luz, como *Hymenaea courbaril* e *Parkia platycephala* (Silva et al, 2013).

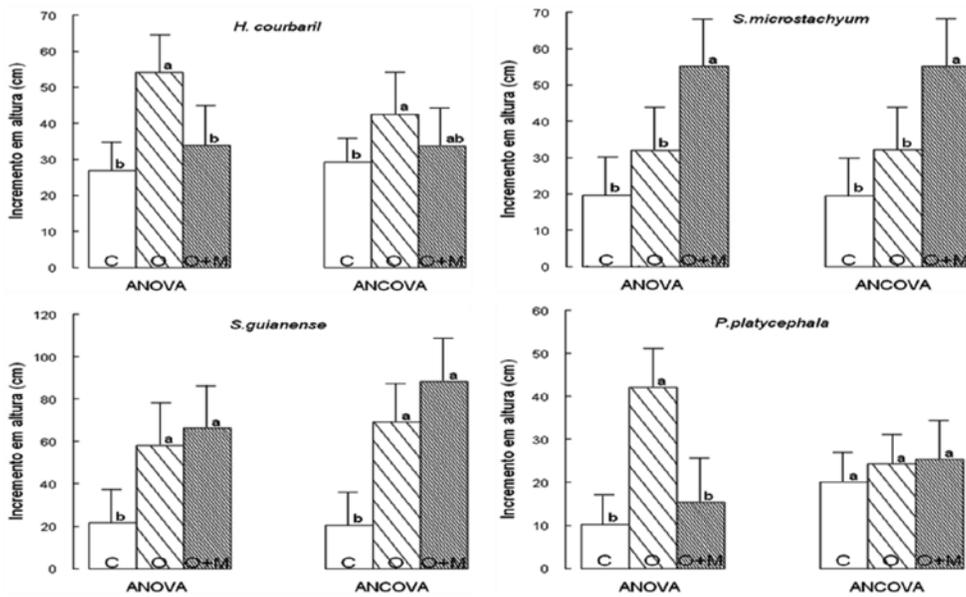


Figura 2. Diferenças de incremento em altura atribuído a fertilização do solo utilizando-se: ANOVA e ANCOVA. Dentro das barras, C = controle; O = adubação orgânica e O + M = adubação orgânica mais mineral. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

A cobertura das quatro espécies (*H. courbaril*, *S. microstachyum*, *S. guianense* e *P. platycephala*) foi maior na pastagem que na capoeira. O que indica que estas espécies podem ajudar a recuperar pastagens degradadas com maior rapidez que capoeiras.

As quatro espécies foram responsáveis em área de cobertura e em altura na medida que se aumentava a adubação, sendo portanto, recomendável fazer tanto a adubação orgânica e química nestas espécies para conseguir seu maior desenvolvimento. A adubação orgânica de *H. courbaril*, *S. guianense* e *P. platycephala* garante bons resultados na fase inicial de desenvolvimento, e por essa razão, seu uso deve ser difundido no plantio dessas espécies.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa de mestrado concedida. Ao Inpa por viabilizar a pesquisa e à Universidade Federal do Amazonas (Ufam) pela concessão da área para o plantio. Aos técnicos do Inpa Manoel, Paulino e Adilson pelo apoio para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo, E.A.; Ker, J.C.; Mendonça, E.S.; Silva I.R.; Oliveira, E.K. 2011. Impacto da conversão floresta-pastagem nos estoques e na dinâmica do carbono e substâncias húmicas do solo no bioma amazônico. *Acta amazonica*, n. 41 (1), p.103-114.
- Balderrama, S.I.V.; Chazdon, R.L. 2005. Light dependent seedling survival and growth of four tree species in Costa

- Rican second-growth rain forests. *Journal of Tropical Ecology*, v.21, p.383-395.
- Boscolo, P.R.S; Menossi, M; Jorge, R.A. 2003. Aluminum-induced oxidative stress in maize. *Phytochemistry*, n.62, p.181-189.
- Breugel, M. Van; Hall, J.S; Craven, D.J; Gregorie, T.G; Park, A; Dent, D.H; Wishnie, M.H; Mariscal, E; Deago, J; Ibarra, D; Cedeño, N; Ashton, M.S. 2011. Early growth and survival of 49 tropical tree species across four sites differing in soil fertility and rainfall, *Forest Ecology and Management*, n.261, p. 1580-1589.
- Capers, R.S.; Chazdon, R.L. 2004. Rapid assessment of understory light availability in a wet tropical Forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, v.123, p.177-185.
- Carpenter, F.L; Nichols, J.D; Pratt, R.T; Young, K.C. 2004. Methods of facilitating reforestation of tropical degraded land with the native timber tree, *Terminalia amazonia*. *Forest Ecology and Management*, n.202, p.281-291.
- Carvalho, J.H. 1989. Faveira (*Parkia platycephalla* Benth): uma valiosa árvore forrageira. Informativo Agroflorestal REBRA, Rio de Janeiro, n.2, p. 3-4.
- Cravo, M.S. 1990. Sistema de cultivo com altos insumos na Amazônia Brasileira. In: Smith, R.J; Raun, W.R; Bertsch, E. (Eds.) Manejo de suelos tropicales en latinoamerica. North Carolina State University, Raleigh, p.144-156.
- Dias, P.F; Souto, S.M. 2007. Estabelecimento de mudas de leguminosas arbóreas em pastagem em uma região de baixada. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.2 (3): 238-243.
- Embrapa 1997. Manual de Métodos de Análise de Solo, Rio de Janeiro, Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2ªed., 212p.
- Gaudio, N.; Balandiera, P.; Dumasa, Y.; Ginisty, C. 2011. Growth and morphology of three forest understorey species (*Calluna vulgaris*, *Molinia caerulea* and *Pteridium aquilinum*) according to light availability. *Forest Ecology and Management*, v.261, p.489-498.
- Harvey, C.A; Villanueva, C; Esquivel, H; Gómez, R; Ibrahim, M; Lopez, M; Martinez, J; Munoz, D.R; Restrepo, C; Saénz, J.C; Villacís, J; Sinclair, F.L. 2011. Conservation value of dispersed tree cover threatened by pasture management. *Forest Ecology and Management*, n.261, p.1664-1674.
- Jurado, E; García, J.F; Flores, J; Estrada, E. 2006. Leguminous seedling establishment in Tamaulipan thornscrub of northeastern Mexico. *Forest Ecology and Management*, n.221, p.133-139.
- Magalhães, L.M; Fernandes, N.P. 1984. Plantios experimentais de leguminosas florestais na região de Manaus. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, n.19, 75-79.
- Muller, M.M.L; Guimarães, M.F; Desjardins, T; Mitja, D. 2004. The relationship between pasture degradation and soil properties in the Brazilian amazon: a case study. *Agriculture Ecosystems & Environment*, n.103, p. 279-288.
- Ndufa, J.K; Shepherd, K.D; Buresh, R.J; Jama, B. 1999. Nutrient uptake and growth of Young trees in a P-deficient soil: Tree species and phosphorus effects. *Forest Ecology and Management*, n.122, p. 231-241.
- Neumann-Cosel, L; Zimmermann, B; Hall, J.S; Breugel, M.V; Elsenbeer, H. 2011. Soil carbon dynamics under young tropical secondary forests on former pastures - A case study from Panama. *Forest Ecology and Management*, n.261, p.1625-1633.
- Nichols, J.D; Rosemeyer, M.E; Carpenter, F.L; Kettler, J. 2001. Intercropping legume trees with native timber trees rapidly restores cover to eroded tropical pasture without fertilization. *Forest Ecology and Management*, n.152, p.195-209.

- Oliveira, F.L.; Gosch, C.I.L.; Massad, M.D. 2010. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e decomposição de leguminosas utilizadas para adubação verde. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.5 (4): 503-508.
- Otsamo, A.; Adjers, G.; Hadi, T.S.; Kuusipalo, J.; Tuomela, K.; Vuokko, R. 1995. Effect of site preparation and initial fertilization on the establishment and growth of four plantation tree species used in reforestation of *Imperata cylindrica* (L.) Beauv., dominated grassland. *Forest Ecology and Management*, n.73, p.271-277.
- Parent, S.; Messier, C. 1996. A simple and efficient method to estimate microsite light availability under a forest canopy. *Canadian Journal of Forest Research*, v.26, p.151-154.
- Park, A.; Van Breugel, M.; Ashton, M.S.; Wishnie, M.; Mariscal, E.; Deago, J.; Ibarra, D.; Cedeno, N.; Hall, J.S. 2010. Local and regional environmental variation influences the growth of tropical trees in selection trials in the Republic of Panama. *Forest Ecology and Management*, n.260, p.12-21.
- Plath, M.; Mody, K.; Potvin, C.; Dorn, S. 2011. Do multipurpose companion trees affect high value timber trees in a silvopastoral plantation system? *Agroforestry Systems*, n.81, p.79-92.
- R Development Core Team. 2007. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>.
- Rodrigues, R.R.; Lima, R.A.F.; Gandolfi, S.; Nave, A.G. 2009. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic forest. *Biological Conservation*, n.142, p.1242-1251.
- Siddique, I.; Engel, V.L.; Parrota, J.A.; Lamb, D.; Nardoto, G.B.; Ometo, J.P.H.B.; Martinelli, L.A.; Schimidt, S. 2008. Dominance of legume trees alters nutrient relations in mixed species forest restoration plantings within seven years. *Biogeochemistry*, n.88, p.89-101.
- Silva, M.A.C. Souza, L.A.G. Brandao, D.O. 2013. Interferência da disponibilidade de luz na resposta à adubação de plantios de enriquecimento com leguminosas arbóreas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* (1977) p. 346-350.
- Souza, C.R.; Azevedo, C.P.; Lima, R.M.; Rossi, L.M.B. 2010. Comportamento de espécies florestais em plantios a pleno sol e em faixas de enriquecimento de capoeira na Amazônia. *Acta amazonica*, v. 40 (1), p.127-134.
- Souza, L.A.G.; Mendonça, M.A.F. 1999. Comportamento inicial de leguminosas arbóreas em plantios de enriquecimento florestal nos sistemas de plena abertura ou semi-sombreado em um ultisol da Amazônia. *Revista Universidade do Amazonas Série: Ciências Agrárias*, v. 8 (1-2): 41-51.
- Tilki F.; Fisher, R.F. 1998. Tropical leguminous species for acid soil: studies on plant form and growth in Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, n.108, p.175-192.

SELEÇÃO DE ESTIRPES DE RIZÓBIOS PARA INGÁ-DE-METRO (*Inga edulis* MART.) EM DUAS CLASSES DE SOLOS DA AMAZÔNIA CENTRAL

Naiana Marinho de SOUZA¹, Luiz Augusto Gomes de SOUZA¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido/PPG-ATU. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Inpa, Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis. Manaus, AM. Caixa Postal 2223, CEP: 69080-971, e-mail: rafaelanoel@gmail.com;

² Coordenação de Sociedade Ambiente e Saúde – Csas/Inpa, e-mail: danilo@inpa.gov.br

Palavras-chave: Leguminosas arbóreas, Microbiologia do solo, Fixação Biológica de N₂.

INTRODUÇÃO

A fixação biológica de nitrogênio - FBN por leguminosas, baseada na simbiose entre a planta hospedeira e as bactérias do grupo dos rizóbios é a principal fonte biológica de N para a agricultura, sendo considerada como a de maior expressão econômica (Burity *et al.*, 2000). Assim, a tecnologia de inoculação de material selecionado de bactéria e planta, já é adotada correntemente em cultivos econômicos agroindustriais como na lavoura da soja (*Glycine max*), e apresenta potencial para outros cultivos não convencionais. Nos últimos anos, o uso de inoculantes microbianos em leguminosas arbóreas tornou-se uma alternativa para incremento das quantidades de N fixadas por espécies de múltiplo uso que se constituem também recursos de agrobiodiversidade importante para a sustentabilidade da produção agrícola.

As bactérias fixadoras de N₂ associadas a leguminosas (Fabaceae) apresentam diversidade biológica e funcional. Moreira (2008), baseado nas coleções brasileiras de rizóbios, elenca estas bacterias. Na Família Rhizobiaceae os gêneros *Rhizobium*, *Sinorhizobium* e *Allorhizobium*; na família Bradyrhizobiaceae, os gêneros *Bradyrhizobium* e *Blastobacter*; na família Xanthobacteriaceae o gênero *Azorhizobium*; na família Hyphomicrobiaceae o gênero *Devosia*; na família Phyllobacteriaceae os gêneros *Phyllobacterium* e *Mezorhizobium*; na família Methylobacteriaceae, o gênero *Methylobacterium*; na família Brucellaceae o gênero *Ochrobactrum* e, finalmente, na família Burkolderiaceae os gêneros *Burkholderia* e *Ralstonia*.

Na flora amazônica, várias espécies de leguminosas como a cedrorana (*Cedrelinga cateniiiformis*), o ingá-de-metro (*Inga edulis*), a sucupira (*Diploptropis purpurea*), o paracaxi (*Pentaclethra macroloba*), entre outras (Souza *et al.*, 1994), possuem a propriedade de fixar nitrogênio em simbiose com bactérias do grupo dos rizóbios. Um extenso levantamento da habilidade nodulífera de leguminosas da Amazônia foi apresentado por Moreira *et al.* (1992).

O ingá-de-metro é uma leguminosa arbórea de múltiplo uso, frequentemente cultivada pelos agricultores familiares em seus quintais agroflorestais, distribuída em todos os estados brasileiros da região amazônica, especialmente como planta frutífera ou para sombreamento. Os frutos do ingá-de-metro são comercializados em feixes nas feiras e mercados locais. É uma espécie nativa da Amazônia, mas que tornou-se subespontânea em outros biomas do país, exceto nos estados mais ao sul do Brasil, de clima subtropical.

A potencialidade da inoculação de leguminosas arbóreas tem sido objeto de muitas pesquisas que visam a sustentabilidade agrícola, especialmente na manutenção e promoção da fertilidade do solo. Esta pesquisa foi desenvolvida para avaliar o potencial de resposta da ingá-de-metro à inoculação e para selecionar estirpes de rizóbios eficientes na fixação de N₂ em solo Argissolo Vermelho Amarelo e Latossolo Amarelo na Amazônia Central.

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Foi conduzido um estudo experimental no viveiro de produção de mudas do

Inpa, no Campus do V-8 em Manaus, AM, nos meses de junho a dezembro de 2012. Para a pré-seleção das estirpes na Coleção de Rizóbios do Laboratório de Microbiologia do Solo do Inpa (Souza, 1996), foram consultados estudos prévios de Alfaia e Souza (2002). Dez estirpes foram avaliadas neste estudo: 828, 831, 832, 833, 841, 842, 844, 847, 850 e 852.

Nesta coleção as estirpes são preservadas em tubos de vidro com tampa rosqueável em caixas de madeira compartimentadas e acondicionadas em armários de aço, à temperatura ambiente ($\pm 24^{\circ}\text{C}$). Inicialmente as estirpes foram incubadas em placas de Petri contendo meio de cultura YMA, pH 6,0 sem a adição de corante, sendo posteriormente levadas à estufa incubadora à temperatura ambiente do laboratório ($\pm 23^{\circ}\text{C}$).

Para o experimento foram escolhidos dois solos ácidos agricultáveis da terra firme da Amazônia Central: um Argissolo Vermelho Amarelo, coletado sob sistema agroflorestal na Estação Experimental de Hortaliças do Inpa, localizada no Km 14 da Rodovia AM-010, em Manaus, AM (02° 59' 71,5" S e 60° 01' 38,2" W) e um Latossolo Amarelo, coletado em área de pastagem abandonada, na Estação Experimental da Universidade Federal do Amazonas (Ufam), no Km 40 da BR 174, município de Manaus, AM (02° 39' 10,3" S 60° 03' 32,5" W). A área de coleta de Latossolo Amarelo tinha um histórico de adubação e correção do solo.

Após o transporte, o solo foi destorroadado, seco ao ar e passado em peneira com malha de 2 cm, sendo posteriormente colocado em sacos para mudas de 2 kg.

Foram determinados o pH do solo, níveis de alumínio trocável e teores disponíveis de Ca, Mg, Al, K, P, Zn, Cu e Mn. O pH foi determinado em água (1:2,5). Para o cálcio, magnésio e alumínio a solução extratora foi o KCl 1N. O potássio foi determinado por fotometria de chama e o fósforo foi extraído e determinado por espectrofotometria (Embrapa, 1997).

Os solos receberam uma adubação de correção (Halliday, 1984) constituída por 0,47 g kg⁻¹ de superfosfato triplo, 0,17g kg⁻¹ de cloreto de potássio e 0,50 g kg⁻¹ de calcário dolomítico. Uma solução líquida de micronutrientes foi preparada contendo: 3,95 g de CuSO₄; 2,23 g de ZnSO₄; 0,25 g de H₃BO₃; 0,50 g de Na₂MoO₄; 5,00 g de FeSO₄ e 5,00 g de ácido cítrico (Eira *et al.*, 1972), aplicando-se 1 mL kg⁻¹.

Os frutos de ingá-de-metro foram coletados em matrizes cultivadas na comunidade Vila Canaã, BR 174, Ramal ZF-1, em Manaus, AM. As sementes foram extraídas e a sementeira foi efetuada em caixas plásticas drenadas de tamanho 40 x 60 cm, com 15 cm de profundidade, preenchidas com areia lavada. As sementes foram dispostas em linhas a 2 cm de profundidade. A irrigação da sementeira foi feita diariamente. Quando as plântulas apresentaram o segundo par de folhas definitivas foram transplantadas para os sacos.

O experimento foi conduzido simultaneamente nos dois solos selecionados. Foram consideradas as seguintes formas de suprimento de nitrogênio: testemunha 1 (sem inoculação e sem adubação nitrogenada), testemunha 2 (sem inoculação e com suprimento de nitrogênio mineral) e a inoculação individual com as 10 estir-

pes do Inpa. O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial do tipo 2 x 12, constituído por dois solos (Argissolo Vermelho Amarelo e Latossolo Amarelo) e 12 formas de suprimento de nitrogênio, com 10 repetições, e uma planta por parcela.

A testemunha 2, com nitrogênio mineral correspondeu à adição de ureia de forma parcelada com auxílio de um bastão de vidro. Os solos receberam 0,11 g de ureia por kg de solo, parcelada aos 3 e 33 dias após o transplantio, sendo 50 % da dosagem a cada aplicação.

Cada estirpe de rizobio foi cultivado em meio YMA pH 6,0, sem ágar, para obtenção de uma suspensão líquida (Hungria e Araújo, 1994). Para tanto, foi utilizado um erlenmeyer de 125 mL, que foi mantido sob agitação permanente em um agitador mecânico horizontal por 10 dias. A inoculação foi efetuada com uma pipeta, aplicando-se 5 mL na base do colo das plântulas.

No acompanhamento de crescimento das mudas foram avaliados o diâmetro do colo e comprimento do caule, após 1, 30, 60 e 90 dias da aplicação dos tratamentos. O diâmetro do colo foi tomado na superfície do solo, com paquímetro. O comprimento do caule foi medido entre a superfície do solo e o meristema principal da planta. Para estimar a taxa de incremento mensal empregou-se a fórmula $[(h_2 - h_1) / (t_2 - t_1)]$, de acordo com Benincasa (1988), onde h_2 e h_1 equivalem ao comprimento do caule no t_2 e t_1 , respectivamente. O mesmo procedimento foi efetuado para as medidas do diâmetro do colo.

Após 91 dias do transplantio, as mudas foram colhidas, extraindo-se a

planta inteira e dividiu-se em parte aérea e raízes. As raízes foram lavadas em peneira para evitar a perda de nódulos. Os nódulos foram destacados e contados, depois foram determinadas a biomassa da parte aérea fresca e seca e das raízes, caule, folhas e nódulos após secagem, realizada em estufa a 65°C por 72 h. A biomassa das folhas secas foi determinada pela subtração da massa seca do caule da massa seca da parte aérea seca. A relação raiz/parte aérea correspondeu à razão entre essas variáveis e o peso específico dos nódulos foi à razão entre a biomassa e número de nódulos. As folhas foram moídas para determinações da concentração de N, no Laboratório Temático de Solos e Plantas do Inpa, empregando-se a digestão sulfúrica pelo método de Kjeldahl modificado.

Os dados foram analisados pela ANOVA e o teste de Tukey ($P < 0,05$) no programa Estat (Unesp, 2002). Os dados em porcentagem foram transformados em arco-seno $(x + 0,01)^{0,5}$, de acordo com Centeno (1990). Para estimar a eficiência da simbiose nas mudas de ingá-de-metro foram correlacionadas as variáveis de desenvolvimento e os indicadores de nodulação das plantas.

FORMAÇÃO DAS MUDAS DE INGÁ-DE-METRO INOCULADAS COM RIZÓBIOS

Em Latossolo, as mudas de ingá-de-metro cresceram mais e com maior velocidade, com incremento de crescimento de ± 4 cm mês⁻¹ no comprimento do caule e 1 mm mês⁻¹ em diâmetro do colo (Tabela 1). Contrariamente, no Argisso-

lo as mudas tinham maior biomassa de folhas e raízes. A relação das massas secas da raiz/parte aérea foi maior no Argissolo (0,37). Estes valores estão entre 0,3 e 0,4, o que indicaria que neste ponto já se poderia avaliar a qualidade das mudas (Arcoverde e Moreira, 1998). Estes resultados indicam que o Latossolo favorece o crescimento e o Argissolo o desenvolvimento de folhas e raízes.

Todas as formas de suprimento de N afetaram significativamente a formação de mudas do ingá-de-metro, exceto o diâmetro do colo, o incremento diamétrico mensal e a biomassa foliar (Tabela 2). O diâmetro é de crescimento lento portanto ainda não se poderia avaliar o efeito dos tratamentos. Surpreendentemente, a biomassa foliar também não foi afetada, visto que o nitrogênio na planta está relacionado à produção de biomassa e quando absorvido estaria principalmente nas folhas, como componente estrutural da clorofila e participando da síntese proteica (Epstein e Bloom, 2006; Marschner, 1990) e menos nas partes lenhosas da planta. Portanto, é provável que na fase inicial do desenvolvimento desta espécie os nutrientes sejam principalmente destinados para o crescimento do caule.

O inoculante microbiano teve desempenho intermediário em relação as ambas testemunhas (com e sem N) para comprimento e biomassa do caule. O que indica que utilizar rizóbios ajudaria a aumentar o crescimento desta espécie. Porém, o melhor tratamento seria a ureia, a qual em três meses após o transplante, fez crescer a planta até 26,3 cm e fez atingir as maiores biomassas do caule (1,0 g por planta) e raízes (1,3 g por planta). Dentre

Tabela 1. Efeito do tipo de solo na produção de mudas do ingá-de-metro (*Inga edulis*), aos 91 dias após o transplantio¹.

Formas de suprimento de N	Compr. do caule	IMCC	Diâmetro do colo	IMDC	Biomassa seca (g)			Raiz/parte aérea
	cm		mm		Folhas	Caule	Raízes	
Argissolo	22,8 b	3,6 b	4,7 a	0,8 b	2,78 a	0,74 a	1,03 a	0,37 a
Latossolo	24,3 a	4,8 a	4,7 a	0,9 a	2,35 b	0,77 a	0,86 b	0,33 b
Teste de F	6,15*	29,72**	0,20 ^{ns}	6,20*	8,60**	0,83 ^{ns}	13,49**	6,18*

¹ Valores seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05); ²IMCC- Incremento mensal em comprimento do caule (cm mês⁻¹); IMDC- Incremento mensal do diâmetro do colo (mm mês⁻¹).

Tabela 2. Efeito da forma de suprimento de nitrogênio no crescimento, produção de biomassa e relação raiz/parte aérea de mudas de ingá-de-metro (*Inga edulis*), aos 91 dias após o transplantio.^{1,2}

Formas de suprimento de N	Compr. do caule	IMCC	Diâmetro do colo	IMDC	Biomassa seca (g)			Raiz/parte aérea
	cm		mm		Folhas	Caule	Raízes	
Sem N	20,2 b	3,7 b	4,4 a	0,8 a	2,13 a	0,57 b	0,82 b	0,41 ab
Ureia	26,3 a	6,3 a	5,0 a	0,9 a	2,49 a	1,01 a	1,31 a	0,46 a
Estirpe 828	21,9 ab	3,7 b	4,6 a	0,8 a	2,19 a	0,69 b	0,80 b	0,34 ab
Estirpe 831	24,2 ab	3,9 b	4,6 a	0,8 a	2,68 a	0,75 ab	0,89 b	0,33 b
Estirpe 832	23,8 ab	4,4 b	4,5 a	0,9 a	2,42 a	0,69 b	0,83 b	0,32 b
Estirpe 833	23,8 ab	4,5 ab	4,4 a	0,9 a	2,86 a	0,71 b	0,84 b	0,32b
Estirpe 841	23,4 ab	3,8 b	4,9 a	0,9 a	2,42 a	0,79 ab	0,88 b	0,34 ab
Estirpe 842	24,6 ab	4,1 b	4,8 a	0,9 a	2,89 a	0,79 ab	1,04 ab	0,31 b
Estirpe 844	23,1 ab	3,9 b	4,5 a	0,7 a	2,47 a	0,67 b	0,83 b	0,32 b
Estirpe 847	25,5 a	4,4 b	4,8 a	0,9 a	3,27 a	0,82 ab	1,09 ab	0,34 ab
Estirpe 850	23,4 ab	3,8 b	4,9 a	1,0 a	2,58 a	0,82 ab	0,87 b	0,32 b
Estirpe 852	22,3 ab	3,8 b	4,7 a	0,9 a	2,42 a	0,77 ab	1,10 ab	0,41 ab
Teste de F	2,26*	3,35**	1,48 ^{ns}	1,6 ^{ns}	1,60 ^{ns}	3,42**	3,84**	3,25**

¹ Valores seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05); ²IMCC- Incremento mensal em comprimento do caule (cm mês⁻¹); IMDC- Incremento mensal do diâmetro do colo (mm mês⁻¹).

as estirpes de rizobios mais promissoras estão a estirpe 847, a qual fez crescer as plantas até 25,5 cm de altura, com biomassa do caule e raízes de 0,8 e 1,1 g por planta respectivamente. Estes resultados mostram que a ureia é rapidamente disponibilizado por sua alta solubilidade (Malavolta *et al.*, 2000).

Similarmente, a relação raiz/parte aérea das mudas revelou que o maior valor corresponde às plantas adubadas com ureia. Em consequência a ureia não

somente promove maior crescimento das mudas senão maior desenvolvimento das raízes.

NODULAÇÃO E ABSORÇÃO DE NITROGÊNIO

As informações obtidas sobre as características da nodulação e da absorção de N pelas mudas de ingá-de-metro nos dois solos pesquisados estão apresentadas na Tabela 3. O número de nódulos formados foi maior (P < 0,05) em solo Latossolo

(226) que em Argissolo (185). Mas, a biomassa seca dos nódulos e o peso específico dos nódulos foram maiores ($p < 0,01$) em solo Argissolo, 173 mg e 1,29 mg por nódulo. Isto indica que o desenvolvimento dos nódulos é favorecido nas condições encontradas neste solo.

Foi verificado também que o solo não afeta as concentrações de N-foliar. Mas sim o teor de N na planta, sendo maior no Argissolo (87,8 mg por planta).

As formas de suprimento de N também afetaram a nodulação e a absor-

ção deste nutriente (Tabela 4). Ambas as testemunhas (com e sem ureia) tiveram o menor número de nódulos (52 e 48 respectivamente), biomassa seca dos nódulos (88,7 e 64,9 mg), porém tiveram as maiores massas por nódulo (2,3 e 1,4 mg respectivamente). Isto pode ser explicado pelo fato de que a planta não precisa nitrogênio, e em consequência, o investimento da planta é em nódulos de baixa efetividade como estratégia para o balançamento de sua demanda por nitrogênio.

A inoculação com a estirpe 842 resultou no maior número de nódulos forma-

Tabela 3. Efeito do tipo de solo nas variáveis da nodulação e da absorção de N em mudas de ingá-de-metro (*Inga edulis*), aos 91 dias após o transplante, sob envolvimento¹.

Solos	Nº de nódulos	Biomassa seca (mg)	Peso específico (mg nódulo ⁻¹)	N-foliar (%)	Teor de N (mg planta ⁻¹)
Argissolo	185 b	173,0 a	1,29 a	3,15 a	87,80 a
Latossolo	226 a	132,0 b	0,71 b	3,12 a	73,97 b
Teste F	4,89*	14,40**	23,30**	0,21 ^{ns}	6,40*

¹Valores seguidos da mesma letra minúscula nas colunas, não diferem entre si ao nível de 1 ou 5% de probabilidade; ^{ns} – não significativo

Tabela 4. Efeito da forma de suprimento de nitrogênio nas variáveis da nodulação e absorção de N em mudas de ingá-de-metro (*Inga edulis*), aos 91 dias após o transplante, sob envolvimento. ¹

Formas de suprimento de N	Nº de nódulos	Biomassa seca (mg)	Peso específico (mg nódulo ⁻¹)	N-foliar (%)	Teor de N (mg planta ⁻¹)
Sem N	48 c	64,9 c	1,4 ab	3,16 a	69,53 a
Ureia	52 c	88,7 bc	2,3 a	2,77 a	67,51 a
Estirpe 828	167 bc	142,8 abc	0,8 b	3,08 a	68,36 a
Estirpe 831	171 bc	129,0 abc	0,7 b	3,24 a	86,11 a
Estirpe 832	300 ab	173,5 ab	0,9 b	3,09 a	75,33 a
Estirpe 833	203 b	167,4 ab	0,9 b	3,12 a	88,81 a
Estirpe 841	182 bc	149,1 abc	0,9 b	3,28 a	79,40 a
Estirpe 842	378 a	195,4 a	0,6 b	3,15 a	91,59 a
Estirpe 844	236 ab	147,7 abc	0,7 b	3,24 a	80,69 a
Estirpe 847	240 ab	213,9 a	1,0 b	3,11 a	102,89 a
Estirpe 850	301 ab	199,7 a	0,8 b	3,21 a	83,50 a
Estirpe 852	186 bc	157,9 ab	1,0 b	3,16 a	76,95 a
Teste F	2,82**	2,55**	4,50**	1,13 ^{ns}	1,23 ^{ns}

¹Valores seguidos da mesma letra minúscula nas colunas, não diferem entre si ao nível de 1 % de probabilidade; ^{ns} – não significativo.

dos (378) e biomassa seca destes nódulos (195 mg). Contrariamente, a estirpe com menor efeito foi a 828 com 167 nódulos, 142,8 mg de biomassa seca de nódulos e massa por nódulo de 0,8 mg. Isto demonstra que as inoculações promovem a nodulação, mas isto não necessariamente se reflete no aumento do N-foliar ou no teor de N da planta.

O maior número de nódulos formados nas mudas inoculadas, não significa homogeneidade de tamanho, predominando, na maioria das vezes, os nódulos em fase inicial de desenvolvimento. Ressalta-se que para um melhor aproveitamento dos benefícios da fixação biológica de nitrogênio é importante que, antecedendo o plantio definitivo, as mudas apresentem nódulos bem formados (Goi *et al.*, 1997), o que é inibido diretamente com o uso de fertilizantes nitrogenados.

Foi detectada interação para comprimento do caule (Tabela 5). Em geral, aos 3 meses de viveiro, este caráter não é influenciado pelo solo, exceto pelas estirpes 847, 850 e 852 (Tabela 5), apresentando no Latossolo 28,7; 26,6 e 24,8 cm respectivamente, e no Argissolo 22,3; 20,2 e 19,9 cm respectivamente. Portanto, estas estirpes seriam mais recomendáveis para Latossolo.

Foram também identificadas interações significativas no número de nódulos formados nas raízes do ingá-de-metro (Tabela 6). Em geral, o solo não afetou este caráter, exceto nas estirpes 842 e 850. No Latossolo produziram 504 e 409 respectivamente, e no Argissolo 253 e 194 respectivamente. Em consequência estas estirpes são recomendáveis para Latossolo. No Argissolo destacaram as estirpes 832 (277), 833 (263), 842 (253) e 844 (249).

Tabela 5. Avaliação da interação entre solos e formas de suprimento de N no comprimento do caule de mudas de ingá-de-metro (*Inga edulis*), aos 91 dias após o transplântio, sob envolvimento.^{1,2}

Formas de suprimento de N	Comprimento do caule (cm)		Médias
	Argissolo	Latossolo	
Sem N	20,7 A a	19,7 C a	20,2 B
Ureia	25,6 A a	27,0 AB a	26,3 A
Estirpe 828	23,0A a	20,8 B a	21,9 AB
Estirpe 831	23,6A a	24,9 ABC a	24,2 AB
Estirpe 832	23,4A a	24,3 ABC a	23,8 AB
Estirpe 833	25,3A a	22,3 ABC a	23,8 AB
Estirpe 841	23,9A a	22,9 ABC a	23,4 AB
Estirpe 842	23,7A a	25,5 ABC a	24,6 AB
Estirpe 844	21,8A a	24,4 ABC a	23,1 AB
Estirpe 847	22,3 A b	28,7A a	25,5 AB
Estirpe 850	20,2 A b	26,6 ABC a	23,4 AB
Estirpe 852	19,9 A b	24,8 ABC a	22,3 AB
Médias	22,8 b	24,3 a	-

¹Valores seguidos da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey;

²Teste F da interação solos x formas de N = 2,11*.

Tabela 6. Número de nódulos de mudas de ingá-de-metro (*Inga edulis*), aos 90 dias após o transplântio, sob envolvimento, em Argissolo e Latossolo.^{1,2}

Formas de suprimento de N	Número de nódulos por planta		Médias
	Argissolo	Latossolo	
Sem N	30 B a	66 E a	48 C
Ureia	31 B a	73 DE a	52 C
Estirpe 828	180 AB a	154 CDE a	167 BC
Estirpe 831	176 AB a	166 CDE a	171 BC
Estirpe 832	277 A a	323 ABC a	300 AB
Estirpe 833	263 A a	143 CDE a	203 B
Estirpe 841	216 AB a	149 CDE a	182 BC
Estirpe 842	253 A b	504 A a	378 A
Estirpe 844	249 A a	222 BCDE a	236 AB
Estirpe 847	202 AB a	277 BCD a	240 AB
Estirpe 850	194 AB b	409 AB a	301 AB
Estirpe 852	150 AB a	222 BCDE a	186 BC
Médias	185 b	226 a	-

¹Valores seguidos da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si ao nível de 1 % de probabilidade; ²Teste F da interação solos x formas de suprimento de N = 2,82**.

O número de nódulos formados no ingá-de-metro em Latossolo, quando inoculado com a estirpe Inpa 842 ultrapassou 500 nódulos planta⁻¹ e superando todos os demais exceto para a estirpe Inpa 850, com 409 nódulos planta⁻¹ e Inpa 832 com 323 nódulos planta⁻¹. Considerando-se a infectividade das estirpes de rizóbio nos dois solos pesquisados, foi demonstrada alta infectividade da estirpe Inpa 842 quando utilizada como inoculante de mudas de ingá-de-metro, pela média de 378 nódulos planta⁻¹.

Houve interação para biomassa de nódulos (Tabela 7). Em geral não houve efeito do solo para este caráter, exceto para estirpes 833 e 841, as quais obtiveram valores no Argissolo de 88 e 89 mg respectivamente, e no Latossolo 247 e 209 mg respectivamente. No entanto, as estirpes 833 (247 mg por planta) e 847 (245 mg por planta) seriam as mais recomendáveis para Argissolo e, 842 para Latossolo (213 mg por planta). A estirpe mais estável seria 847 com biomassa média de 213 mg por planta, podendo ser recomendada para vários ambos tipos de solos.

Halyday (1984), orienta a condução de testes de multilocação, onde as melhores estirpes selecionadas em testes prévios conduzidos em condições controladas ou semicontroladas, devem demonstrar eficiência em várias classes de solo, comprovando sua adaptabilidade a diferentes condições edáficas. Assim, estirpes eficientes em uma classe de solo, mas não em outras, tem uma menor potencialidade de aproveitamento nas indústrias comerciais de inoculante microbiano, que aquelas com maior plasticidade de sobrevivência em solos com características químicas variadas.

Tabela 7. Biomassa dos nódulos secos (mg) de mudas de ingá-de-metro (*Inga edulis*), aos 90 dias após o transplante, sob envolvimento em Argissolo e Latossolo. ¹

Formas de suprimento de N	Biomassa de nódulos (mg)		Médias
	Argissolo	Latossolo	
Sem N	56,1 C a	73,6 C a	64,9 C
Ureia	93,9 BC a	83,5 BC a	88,7 BC
Estirpe 828	159,1 ABC a	126,5 ABC a	142,8 ABC
Estirpe 831	165,4 ABC a	92,6 ABC a	129,0 ABC
Estirpe 832	206,5 AB a	140,5 ABC a	173,5 AB
Estirpe 833	246,9 A a	87,9 BC b	167,4 AB
Estirpe 841	208,9 AB a	89,4 ABC b	149,1 ABC
Estirpe 842	177,8 ABC a	213,0 A a	195,4 A
Estirpe 844	177,6 ABC a	117,8 ABC a	147,7 ABC
Estirpe 847	244,6 A a	183,3 ABC a	213,9 A
Estirpe 850	194,6 AB a	204,8 AB a	197,7 A
Estirpe 852	145,6 AB a	170,1 ABC a	157,9 AB
Médias	173,1 a	131,9 b	-

¹Valores seguidos da mesma letra minúscula nas linhas e da mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si ao nível de 1 % de probabilidade; ²Teste F da interação solos x formas de suprimento de N = 2,55^{**}.

O gráfico entre N-total e a biomassa dos nódulos (Figura 1) ajuda a ver quais estirpes produzem maior N-total. No quadrante I foi encontrada a estirpe 847, a qual produz maior teor de N (103 mg por planta) e biomassa de nódulos (214 mg por planta). No quadrante II se encontram estirpes no biomassa de nódulos abaixo da média, mas com teores de N acima da média. Assim destacou apenas a estirpe 831 com 129 mg de biomassa de nódulos e 86 mg de N por planta. O quadrante III mostra que as menores biomassas e teores de N correspondem às estirpes 841 e 828. Não sendo recomendadas para inoculação de qualquer solo. Neste quadrante também estão ambas testemunhas (sem N e com ureia), o que mostra a importância da inoculação para promover o aumento de teores de

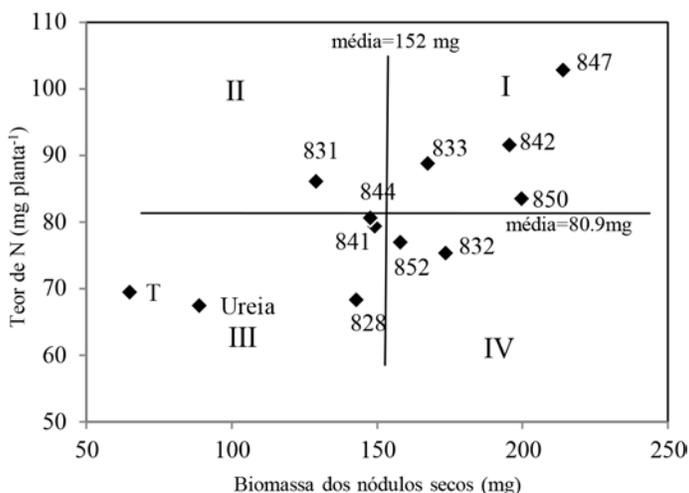


Figura 1. Scatterplot de várias fontes de nitrogênio considerando a biomassa dos nódulos e N-total em ingá-de metro (*Inga edulis*), após 91 dias após o transplante.¹

¹T – Testemunha sem inoculação e sem N-mineral; os números são estirpes de rizóbios da coleção do Inpa)

N. No quadrante IV se encontram as estirpes com elevada biomassa de nódulos, porém com baixos teores de N. As estirpes com estas características são: 852 e 832, em consequência não se deveriam recomendar para elevar os teores de N.

Os resultados desta pesquisa demonstram a viabilidade da inoculação das leguminosas arbóreas, com seus simbiossiontes bacterianos, para incremento dos teores de N em planta em solos tropicais. Assim, o ingá inoculado pode ser considerado uma espécie arbórea que também pode ser utilizada para adubação dos solos Amazônicos.

Há poucas leguminosas adaptadas aos solos ácidos, especialmente da classe dos Latossolos e Argissolos e o ingá-de-metro, classificado como planta de múltiplo uso pode fornecer alimento, produtos e serviços importantes nas condições edafo-climáticas da Amazônia

Central. O principal desafio neste local é a popularização e viabilização da prática da inoculação, toda vez que o mercado de inoculantes microbianos não existe. Contrariamente, em soja (*Glycine max*) este mercado já existe. A pesquisa com rizóbios que há décadas tem merecido atenção para este importante cultivo econômico contribuiu para que a produção de grãos de soja fosse um dos produtos mais valiosos nos agronegócios.

CONCLUSÕES

O fornecimento de ureia (0,055 g por kg de solo aos 3 e 33 dias após o transplante) diminui a nodulação do ingá (*Inga edulis*), mas produz o maior crescimento do caule, das raízes. Portanto, seu uso seria o mais recomendável para produzir mudas. Apenas a inoculação com a estirpe 847 promoveria o crescimento da parte aérea semelhante à ureia no Latossolo.

Não houve diferença significativa dos teores de N causados pelas inoculações com rizóbios, com adubação de ureia e com a falta de ambos. O que demonstra que o *ingá per se* pode ser utilizado como planta adubadora.

Em geral todas as estirpes elevaram o número e biomassa seca dos nódulos. Mas a estirpe 842 eleva significativamente o número de nódulos e a biomassa seca dos mesmos. Ela em Argissolo produz 253 nódulos e 178 mg de biomassa; e em Latossolo 504 nódulos e 213 mg de biomassa. Apesar de não ter estabilidade para o número de nódulos, possui as maiores médias para ambos caracteres, portanto se recomendaria testá-la em outros solos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaia, S.S.; Souza, L.A.G. 2002. Perspectivas do uso e manejo dos solos da Amazônia. In: Araújo, Q.R. (Org.). *500 anos de uso do solo no Brasil*. Editora da UESC. Ilhéus. p. 311-327.
- Arco-Verde, M.; Moreira, M.A.B. 1998. Viveiros Florestais. Construção, custos, cuidados e atividades desenvolvidas para a produção de mudas. Embrapa-CPAF, RR, Documentos 3, Boa Vista, 32p.
- Benincasa, M.M.P. 1988. *Análise de crescimento das plantas (Noções básicas)*. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, FUNEP, 42p.
- Burity, H.A.; Lyra, M.C.C.P.; Souza, E.S.; Mergulhão, A.C.E.S.; Silva, M.L.R.B. 2000. Efetividade da inoculação com rizóbios e fungos micorrízicos arbusculares em mudas de sabiá submetidas a diferentes níveis de fósforo. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v. 35 (4): 801-807.
- Centeno, A. J. 1990. *Curso de estatística aplicada à biologia*. Goiânia: UFG, Centro Editorial, 188p.
- EMBRAPA. 1997. *Manual de método de análise de solo*. RJ. 2. ed. Revisada e atualizada. 212p.
- Epstein, E.; Bloom, A. J. 2006. Nutrição e crescimento. In: Epstein, E.; Bloom, A. J. *Nutrição Mineral de Plantas*. Londrina, *Planta*, p. 251-286.
- Eira, P.A.; Almeida, D.L.; Silva, W.C. 1972. Fatores nutricionais limitantes do desenvolvimento de três leguminosas forrageiras de um solo Podzólico Vermelho Amarelo. *Pesq. Agropec. Bras.*, Sér. Agron. v.7, p. 185-192.
- Goi, S.R.; Sprent, J.I. & Jacob-Neto, J. 1997. Effect of different sources of N₂ on the structure of *Mimosa caesalpiniaefolia* root nodules. *Soil Biol. Biochem.*, v. 29 (5/6): 983-987.
- Halliday, J. 1984. Integrated approach to nitrogen fixing tree germoplasma development. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.19, p. 91-117.
- Hungria, M.; Araújo, R.S. 1994. *Manual de Métodos empregados em estudos de Microbiologia Agrícola*. Brasília: EMBRAPA-CNPAP, Documentos n.46, 542p.
- Lacerda, A.M; Moreira, F.M.S; Andrade M.J.B; Soares, A.L.L. 2004. Efeito de estirpes de rizóbios sobre a nodulação e produtividade do feijão-caupi. *Rev. Ceres*. v. 51 (293): 67-82.
- Moreira, F.M.S.; Silva, M.F.; Faria, S.M. 1992. Occurrence of nodulation in legume species in the Amazon region. *New Phytol.*, v.121, p. 563-570.
- Moreira, F.M.S. 2008. Bactérias fixadoras de nitrogênio que nodulam Leguminosae. In: *Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros*. Moreira, F.M.S.; Siqueira, J.O; Brussaard, L. (Eds.), Lavras, UFLA. p. 621-680.
- Malavolta, E.; Pimentel-Gomes, E.; Alarde, J.C. 2000. Fertilizantes ou adubos. In: *Adubos e adubações*. Editora Nobel, São Paulo, p.75-83.

- Marschner, H. 1990. Functions of mineral nutrients: Macronutrients. In: Marschner, H. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, London, 4^a Ed., v.8, p. 195-267.
- Palm, C.A.; Sanchez, P.A. 1991. Nitrogen, release from the leaves of some tropical legumes as affected by theirs lignin and polyphyletic contents. *Soil Biol. Biochem*, v.23, n.1, p. 83-88.
- Souza, L.A.G. 1996. A coleção de rizóbios do laboratório de Microbiologia do Solo do INPA/CPCA. *Boletim da ALAR*. Campinas, SP, v.13, p.4-8.
- Souza, L.A.G.; Silva, M.F.; Moreira, F.W. 1994. Capacidade de nodulação de cem leguminosas da Amazônia. *Acta Amazonica*, v. 24 (1/2): 9-18.
- Vieira, E.P; Souza, L.A.G. 2011. Inoculação com rizóbios em mudas de igapó e saboarana. *Rev. Ci. Agra.*, v. 54 (1): 275-283.

AVALIAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DE FIBRAS VEGETAIS NO AMAZONAS: OPORTUNIDADES E AMEAÇAS

Karine da Silva ARAÚJO¹ Henrique dos Santos PEREIRA²

¹ Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido/PPG-ATU. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Inpa, Avenida André Araújo, 2936, Petrópolis. Manaus, AM. Caixa Postal 2223, CEP: 69080-971, e-mail: karine.am@hotmail.com;

² Centro de Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Amazonas – FCA-Ufam, Manaus, AM, e-mail: henrique.pereira.ufam@gmail.com;

Palavras-chave: Amazônia, Cultivos econômicos, Fibras vegetais, Juticultura, Malvicultura.

INTRODUÇÃO

No Estado do Amazonas, o cultivo de juta (*Corchorus capsularis* L.) e malva (*Urena lobata* L.), que são espécies da família botânica Malvaceae, para produção de fibras vegetais, ainda é uma das atividades agrícolas econômicas, praticadas pelas populações ribeirinhas tradicionais que se distribuem nas áreas de várzeas (Reis, 1993). A produção de fibra natural é uma atividade que perdeu mercado na região amazônica, mas já representou uma importante fonte de renda que ainda hoje envolve o trabalho de um número estimado de 7.000 famílias no interior do Amazonas e 2.000 no Estado do Pará (Gentil, 1988). A produção das fibras vegetais tem potencial de capitalização dos agrossistemas de várzea e em seu histórico de cultivo já contribuiu para o desenvolvimento econômico e social local (Fraxe, 2000).

Ao longo de sua trajetória, a economia das fibras vegetais na região amazônica teve seu apogeu na década de 1960 (Bonfim, 1968), quando representava um terço do PIB amazonense, e o seu declínio, no fim da década de 1980, devido as mudanças políticas e econômicas do país que modificaram intensamente o cenário local. No início dos anos 80, para abastecer a demanda do parque industrial brasileiro, a produção nacional ultrapassou 90 mil toneladas de fibra produzidas pela agricultura amazônica (Moreira, 2008). Atualmente, a produção brasileira compete com a importação de manufaturados de juta da Índia e de Bangladesh.

Atualmente, a malvicultura é uma atividade agrícola reconhecida como uma das principais alternativas de geração de renda para

os agricultores da várzea e tem perspectivas de expansão, mas, ainda apresenta pontos de colapso em sua cadeia produtiva, destacando-se a baixa organização social dos produtores (Pinheiro, 2004). Como resultado, não há representatividade e articulação do conjunto de malvicultores, junto aos órgãos municipais, estaduais e federais que definem as políticas públicas que poderiam beneficiar os produtores de fibras do Amazonas. Como consequência tem sido verificado um gradativo abandonando desta atividade.

O que se define como “cadeia produtiva” é, segundo Castro e Lima (2004), “o conjunto de componentes interativos, incluindo sistemas produtivos, fornecedores de serviços e insumos, indústrias de processamento e transformação, agentes de distribuição, armazenamento e comercialização, além dos consumidores finais dos produtos e subprodutos da cadeia”. Esta pesquisa teve por objetivo identificar os principais fatores limitantes e que ameaçam a expansão da cadeia produtiva da malva no estado do Amazonas, assim como as oportunidades percebidas pelos principais agentes sociais que nela estão integrados.

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

As pesquisas sobre a cadeia de produção das fibras de juta e malva no Estado do Amazonas foram desenvolvidas junto a três grupos: a) Produtores de fibras vegetais de juta e malva, b) Gestores de órgãos públicos; c) Indústrias de aniagem. O grupo de produtores de fibras de juta e malva, foram agricultores dos

municípios de Manacapuru, Itacoatiara e Parintins. Entre os gestores públicos, participaram a Secretaria de Estado da Produção Rural – Sepror, o Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal do Amazonas – Idam, a Agência de Desenvolvimento Sustentável – ADS, a Agência de Fomento do Estado do Amazonas – Afeam, e gestores dos órgãos federais da Superintendência Regional da Conab, o Banco da Amazônia e a Superintendência da Zona Franca de Manaus – Suframa. Das indústrias de aniagem, participaram as empresas Jutal e Brasjuta, ambas operando em Manaus, AM.

Entre as ferramentas estruturais que vêm sendo usadas em empresas e em estudos de cadeias produtivas a Análise *SWOT*, pode ser usada para o mapeamento da situação atual na qual a cadeia produtiva selecionada se encontra e auxiliar na definição das estratégias futuras a serem aplicadas. É um sistema simples que permite conduzir qualquer exercício de planejamento estratégico. O termo *SWOT*, do inglês, é um acrônimo de Forças (*strengths*), Oportunidades (*opportunities*), Fraquezas (*weaknesses*) e Ameaças (*threats*) que, em português, passou a ser conhecida com a sigla FOFA. É um modelo aparentemente simples e de fácil aplicação, porém, sua eficácia exige tempo e trabalho em equipe. A análise e interpretação vêm após o resumo ou banco de dados gerados na matriz planejada e aplicada com a técnica da *SWOT/FOFA*.

Para obtenção dos dados foram realizadas oficinas de levantamento de dados e diagnósticos com o grupo de interesse de agricultores familiares, que foi constituído por produtores das fibras de juta e

malva, nos municípios já mencionados. As atividades coletivas são conduzidas nesta oficina e as primeiras atividades do levantamento estão apresentadas na Figura 1.

Nas oficinas, foram empregados meios didáticos e pedagógicos que valorizam a construção conjunta do conhecimento, nos quais os participantes são o elemento central do levantamento de dados, tais como a APA (Aprendizagem pela Ação) que traz elementos vivenciais à oficina, aumentando o interesse e envolvimento dos participantes. A introdução de elementos lúdicos nas oficinas

têm aumentar o interesse dos produtores e sua permanência em espaços de treinamento – uma realidade distante de sua rotina. Uma ilustração da dinâmica de obtenção de informações está apresentada na Figura 2.

Na seleção dos entrevistados nos outros grupos de interesse, considerou-se como critério para a escolha dos informantes, suas posições estratégicas como desenvolvedores de políticas públicas que são voltadas para a cadeia produtiva de fibras vegetais (órgãos governamentais e agências financeiras) até o público con-



Figura 1. Momento lúdico das oficinas com produtores de Itacoatiara, desenhando o seu modelo de processo produtivo (A) e produtores de Parintins, brincando de “apontar o Norte”: todos na mesma direção (B), no Estado do Amazonas, AM.

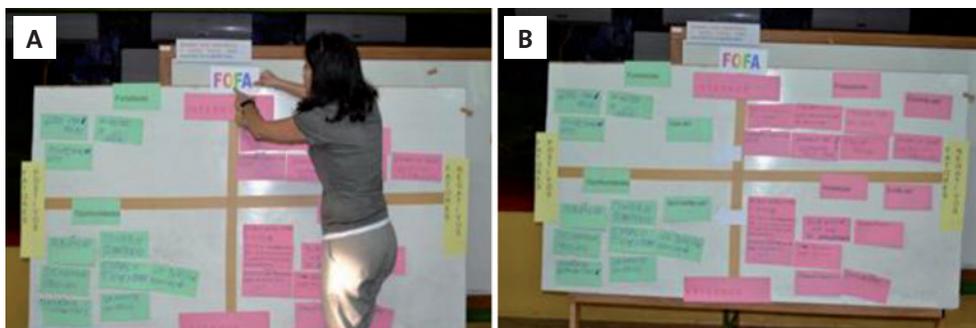


Figura 2. A dinâmica da matriz FOFA e montagem da matriz com tarjetas com informações colhidas com os agricultores (A) e matriz finalizada (B) em atividades desenvolvidas na Oficina realizada em Manacapuru, AM.

sumidor – as indústrias de aniagem. Para tanto, uma entrevista semiestruturada foi preparada, com obtenção de dados direcionada aos diferentes atores, considerando-se sua posição estratégica na cadeia produtiva.

Na análise FOFA, as forças e fraquezas são determinadas pela posição atual da cadeia produtiva e se relacionam, quase sempre, a fatores internos. Já as oportunidades e ameaças são antecipações de cenários futuros e estão relacionadas a fatores externos. O ambiente interno é controlado pelos atores sociais e resultante das estratégias de atuação definidas pelos próprios agentes da cadeia. O ambiente externo foge ao controle dos agentes, que mesmo sem controlá-lo, deve ser conhecido e frequentemente monitorado para aproveitar as oportunidades e minimizar riscos a atividade produtiva.

O HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DE FIBRAS VEGETAIS NAS ÁREAS DE VÁRZEA DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

São dos anos de 1930, os primeiros registros da atividade de produção de fibras de juta na região amazônica, introduzida no ambiente da várzea por imigrantes japoneses. A juta, tem origem indiana, mas hoje é subspontânea no Brasil e a malva é uma espécie nativa, não endêmica (Noda, 1985). O cultivo malva, iniciado por volta de 1970, nas áreas de várzea do baixo rio Amazonas, dos estados do Pará e Amazonas, teve seu ápice de produção em 1981, quando alcançou 93.634 t de fibras, que foram totalmente adquiridas

pelos indústrias do país. O final dos anos 1980 sinaliza o declínio da produção nacional. A substituição dos sacos de juta por sacos plásticos, na embalagem dos produtos agrícolas, foi a causa principal da desestruturação da produção e comercialização das fibras vegetais no Brasil.

Nos últimos 20 anos, a produção de fibras no Brasil foi de \pm de 10.000 t ano⁻¹ e mais de 95 % dessa produção se concentra no Estado do Amazonas. Neste período, o consumo médio das indústrias foi de \pm 20.000 t ano⁻¹. A demanda industrial tem sido suprida pela importação de manufaturados de juta procedentes de Bangladesh. Mesmo com ações de políticas públicas para reestimar a produção nacional de fibras, o país ainda não recuperou a autossuficiência na produção de fibras.

A cadeia produtiva da fibra de juta e malva, em especial, têm fatores conjunturais e estruturais já descritos e conhecidos que explicam o declínio desta atividade, destacando-se:

1. A baixa produtividade dos plantios, atribuída ao sistema rudimentar de produção, que não foi favorecido por inovações tecnológica, consequência do baixo investimento em pesquisa.
2. A necessidade de seleção e melhoramento, produção de sementes e disponibilização de germoplasma superior para a manutenção e aumento da produtividade e das áreas cultivadas.
3. O não aproveitamento econômico dos subprodutos, descartados no processo de produção da fibra, limitando a diversificação de novos produtos, com maior valor agregado.

4. A perda de mercado para a sacaria sintética, que é comercializada com preços três vezes menores.
5. A elevação do volume de importação de manufaturados de fibra de juta, adquiridos com menores custos que o produto nacional.
6. A redução da demanda de sacaria pela atividade de cafeicultura, deslocada para embalagens alternativas de custos menores e com melhor performance logística.
7. A falta de investimentos regionais em infraestrutura tais como armazéns e silos, para estocagem da fibra.

O conjunto desses fatores adversos resultaram na queda na produção regional de fibras vegetais e a safra recente de 2013/2014 foi a menor já registrada, com \pm 4.200 t (Figura 3), um sinalizador alarmante diante do potencial incremento das importações. Ressalta-se que nos

últimos três anos, desde a última cheia do rio Negro que ocorreu em 2012 – a maior já registrada quando o nível das águas alcançou 30 m, que despencou a produção das fibras vegetais na Amazônia com um complicador adicional: a falta de sementes para novo calendário de plantio.

DIAGNÓSTICO DOS FATORES LIMITANTES E DAS OPORTUNIDADES NA CADEIA PRODUTIVA DE FIBRAS VEGETAIS DE JUTA E MALVA NO AMAZONAS

A partir do levantamento participativo para elaboração da matriz FOFA, realizado com os grupos de interesse, foram identificados 58 elementos, definidos como as oportunidades e limitações à cadeia produtiva de juta e malva, divididos como fatores internos e externos à cadeia (Tabela 1). Os fatores limitantes

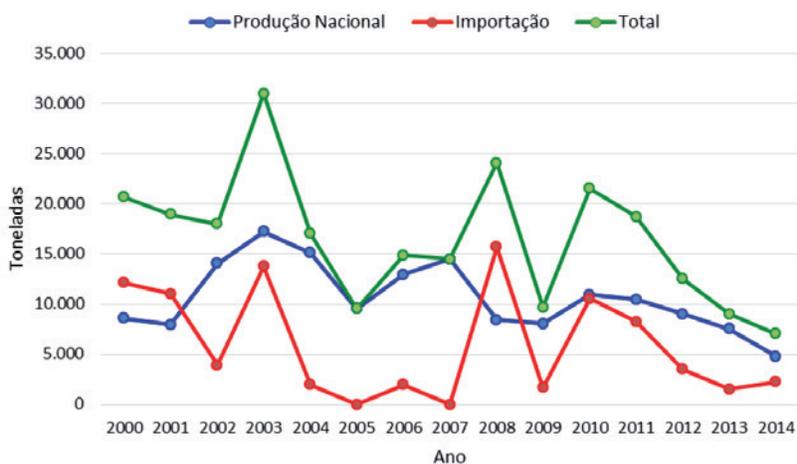


Figura 3. Evolução da produção nacional, da entrada de manufaturados e o total da demanda brasileira por fibras de juta (*Corchorus capsularis*) e malva (*Urena lobata*), entre os anos de 2000 e 2014.

Fonte: Sindicato das Indústrias de Fiação e Tecelagem de Manaus (2013) e Instituto de Fibras da Amazônia (2013).

da cadeia produtiva são expressos pelos elementos identificados como fraquezas e ameaças. Nesta categoria, os riscos que mais se destacaram e que sintetizam os três grupos entrevistados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 1. Quantificação dos fatores internos e externos da cadeia produtiva de fibras vegetais na Amazônia, empregando a técnica de levantamento participativo da matriz FOFA.

Fatores	Resumo	Nº de elementos
Internos	Fraquezas (pontos fracos)	21
	Fortalezas (pontos fortes)	11
Externos	Ameaças	11
	Oportunidades	15
Total de Elementos		58

O principal elemento de fraqueza comum aos três grupos de interesse na cadeia produtiva de juta e malva no Estado do Amazonas foi o “baixo nível tecnológico do sistema de produção que abrange as etapas de plantio, colheita, desfibramento e beneficiamento”, e merece destaque pela frequência relativa de 83 % das respostas. Também foi identificada uma “carência de pesquisas no âmbito tecnológico”, apontada por 58 % dos grupos participantes da pesquisa. O chamado “*sistema de produção rudimentar*”, é a realidade do sistema regional de produção de fibras de juta e malva e representa a forma pouco inovadora como são conduzidas as diversas etapas da pro-

Tabela 2. Frequência identificada dos pontos fracos (fraquezas) na matriz FOFA da cadeia produtiva de juta e malva no Estado do Amazonas.

Ponto	Elemento	Frequência (%)
1	Baixo nível tecnológico do sistema de produção (plantio, colheita, processamento)	83
2	Carência de pesquisas no âmbito tecnológico	58
3	Baixo índice de organização social dos produtores de fibras	58
4	Insalubridade do trabalho com a fibra	42
5	Dificuldade de acesso aos documentos básicos para acessar políticas públicas	42
6	Infraestrutura insuficiente: escoamento, armazenamento, comercialização	42
7	Assistência técnica insuficiente e pouco especializada	42
8	Infraestrutura de ATER pública precária	42
9	Abandono da atividade pelos agricultores mais jovens	33
10	Atraso na distribuição de sementes	33
11	Atraso no pagamento da subvenção estadual	33
12	Valor do financiamento insuficiente	33
13	O governo não faz planejamento participativo	25
14	Distribuição de semente gratuita sem critérios ou planejamento	25
15	Baixa qualidade das sementes	25
16	Subutilização das fibras	25
17	Questão fundiária problemática na várzea	25
18	Dificuldades operacionais nas ações de crédito	17
19	Ausência de Zoneamento Agrícola no Estado do Amazonas	17
20	Alta incidência de carga tributária sobre as indústrias	17
21	Custo elevado das sementes	8

dução. Homma (1995), reconhece que, em geral, quando as atividades econômicas entram em estagnação ou declínio, diminui também o interesse de análise de suas causas. É preciso reconhecer que nas décadas passadas, o cenário econômico, político e social era bem diferente da atual, e, ainda não contava com tecnologias avançadas, como os computadores, a microeletrônica, os satélites, nanotecnologia, robótica, internet, comunicação digital, telefonia móvel, meios de transportes mais velozes, etc.

Mesmo com todos esses avanços, os problemas levantados inerentes a alguns segmentos da agricultura, em especial, à cadeia das fibras vegetais de juta e malva são os mesmos do passado (Sábba, 1993). Os diagnósticos realizados pelos extintos órgãos do Estado, tais como a Codeama (Comissão de Desenvolvimento Econômico do Estado do Amazonas) e Acar (Associação de Crédito e Assistência Rural) e Sudam, foram incisivos em considerar que o maior problema da jicultura, desde a década de 1970, é a falta de mecanização, essencialmente, na etapa de beneficiamento, chamado de “descorticação” (Homma, 2007). O trabalho com essas fibras exige muita mão de obra, obrigando o trabalhador a permanecer dentro da água por várias horas, exposto ao sol, sem qualquer proteção, o que normalmente acarreta problemas de saúde. Assim, os diagnósticos anteriores já apontavam para a necessidade de mudança nos processos de produção, pelo desenvolvimento e adoção de novas tecnologias, para aumentar a produtividade e viabilizar a descorticação mecânica. O baixo nível tecnológico está

diretamente relacionado às condições insalubres em que o agricultor produz (Silva, 1983).

Outro elemento apontado como consequência é “o abandono da atividade pelos trabalhadores mais jovens, ou dos filhos dos produtores de juta”, enfraquecendo a transmissão de conhecimentos tradicionais e a atividade, com 33 % das respostas. Dos produtores de fibras entrevistados, 42 % estão envolvidos há mais de 25 anos nessa atividade (o tempo mínimo variou entre 5-64 anos). Em decorrência, a limitação de mão de obra é relatada pelos produtores, e as novas gerações não veem expectativas de mudanças no sistema de cultivo de fibras vegetais, especialmente quando comparada aos avanços constatados em outras atividades agrícolas menos insalubres.

Um dos mais importantes fatores apontados foi a “baixa organização social dos produtores”, o que evidencia a necessidade de uma melhor gestão e governança da dinâmica da cadeia de produção. A regularidade na oferta do produto, os padrões de qualidade da fibra que atendam às necessidades da indústria e a eliminação, ao menos que parcial, da figura do atravessador, só serão possíveis no momento em que a cadeia produtiva das fibras vegetais tiver um mínimo de coordenação e um equilíbrio na participação dos seus agentes. A ausência de interação desses agentes da cadeia desfavorece a inovação e resulta em perda de produtividade, oferta, e competitividade com a fibra importada. O conjunto destes fatores e suas interações deve ser considerado no planejamento estratégico para revitalização desses cultivos econômicos.

AS AMEAÇAS: O QUE PODE COMPROMETER A ATIVIDADE DE CULTIVO DAS FIBRAS VEGETAIS NA REGIÃO AMAZÔNICA?

O que são considerados elementos de ameaças correspondem aos fatores externos ao negócio, circunstâncias sobre as quais os agentes envolvidos têm pouco ou nenhum controle direto. No entanto, quando se trabalha com a “percepção”, nem todos os pontos levantados como ameaças podem refletir de fato fatores externos, pela relação dos agentes com esses elementos e a forma com que são tratados. Nas oficinas de trabalho, foram levantados 11 elementos considerados como potencialmente prejudiciais às etapas da cadeia de juta e malva e estes estão apresentados na Tabela 3.

A concorrência externa, ou seja, a entrada de produtos manufaturados de juta oriundos dos países asiáticos como a Índia e Bangladesh foi apontada como a principal ameaça à cadeia produtiva regional de juta e malva, com 67 % das

respostas, uma unanimidade entre os grupos de interesse. Nos últimos anos, a concorrência externa tem aumentado, mesmo com as barreiras protecionistas estabelecidas pelo governos brasileiro para a entrada desses produtos. Estas medidas vêm sendo tomadas, mas há formas de driblar as barreiras de importação o que prejudica diretamente as indústrias de aniagem. As interações de mercado podem causar impactos positivos ou negativos na cadeia produtiva de fibra e são afetadas pelas constantes mudanças no cenário macroeconômico. Assim, as ações preventivas e estruturantes da cadeia de produção de fibras devem ser tomadas se a decisão das políticas públicas for a revitalização dessa atividade (Arruda, 2001).

Outros itens são considerados adversos ao incremento da produção regional de fibras, destacando-se a “produção limitada de sementes”, já que a disponibilidade de material de propagação selecionado e de alta produtividade nas condições edafo-climáticas do ambiente tropical, também é um condicionante

Tabela 3. Frequência de elementos de ameaças à cadeia produtiva de fibras vegetais na Amazônia, empregando a técnica de levantamento participativo da matriz FOFA.

Ponto	Elemento	Frequência (%)
1	Concorrência externa relacionada a importação do produto	67
2	Produção de sementes limitada	42
3	Desestímulo dos produtores de fibras com a atividade	42
4	Carência de pesquisas de âmbito tecnológico voltadas para o sistema de produção	42
5	Mudanças climáticas	33
6	Entradas ilegais de produto de juta manufaturado	17
7	Retirada do subsídio	17
8	Assistência técnica insuficiente e pouco especializada	17
9	Surgimento de novas tecnologias de embalagens para o café	17
10	Questão fundiária indefinida	8
11	Valor elevado da matéria-prima local para a indústria	8

para estabilidade do setor. Nas últimas três décadas, é possível que a redução da área plantada e a descontinuidade das pesquisas e do apoio dos órgãos de fomento agrícola e assistência técnica, identificada a partir dos anos 1980, tenha provocado erosão genética das variedades crioulas, especialmente da juta cujo cultivo é hoje inexpressivo. O declínio da produção também comprometeu a continuidade da pesquisa científica, afetando os programas de melhoramento genético e produção e suprimento de sementes certificadas, indispensáveis para os novos ciclos de cultivo.

Atualmente, para a juta e a malva, não há cultivares ou variedades registradas e nem produção de sementes certificadas. O registro de cultivares e variedades é uma condição essencial para a legalidade da comercialização de sementes e indispensável para expansão das áreas cultivadas. Considerando-se que a seleção e registro de variedades, oriundas de programas de pesquisas e de desenvolvimento tecnológico exige tempo para apresentar seus resultados, tudo indica que o quadro da produção de fibras vegetais na Amazônia não mudará nos próximos anos (Paiva, 1989). Mesmo com as iniciativas e ações para a produção de sementes no Amazonas, os plantios aqui desenvolvidos dependem da produção de sementes do Estado do Pará. Vários outros itens de estrangulamento da atividade tais como a questão fundiária, o associativismo, mudanças climáticas, não dependem somente da definição de políticas públicas para a cadeia produtiva de fibras na Amazônia Central.

FORTALEZAS E OPORTUNIDADES – ELEMENTOS QUE FAVORECEM A CADEIA PRODUTIVA DE FIBRAS VEGETAIS DE JUTA E MALVA NO AMAZONAS

Os pontos fortes, ou fortalezas levantadas na pesquisa, são aspectos positivos endógenos a cadeia produtiva de juta e malva, segundo a percepção dos grupos de interesse. Essas características positivas podem e devem ser empregadas para fortalecimento do setor de fibras permitindo o seu favorecimento com as oportunidades. Nas oficinas, foram apontados 11 pontos fortes na cadeia produtiva de fibras vegetais no Amazonas e estes elementos estão listados na Tabela 4. Destaca-se, no conjunto de pontos positivos a garantia de compra da fibra e a subvenção econômica com 58 % das menções efetuadas.

Os elementos de oportunidade da cadeia produtiva de juta e malva são apresentadas, em um elenco de 15 itens mencionados (Tabela 5). Nesta relação, destaca-se a demanda de mercado por produtos biodegradáveis e também a produção de sementes no Amazonas, que foi apontada por 67 % dos participantes que contribuíram para o diagnóstico deste setor.

Foi observado que no quadro geral da matriz FOFA, o número de elementos levantados como oportunidades foram maiores que o de ameaças, listando-se 15 elementos positivos exógenos à cadeia, segundo a percepção dos grupos de interesse, evidenciando que os agentes da cadeia tem uma perspectiva futura positiva. Desses 15 elementos, 11 foram citados pelo grupo “gestores públicos”, 10 foram citados pelo grupo “indústrias de aniação” e seis foram

Tabela 4. Frequência de elementos positivos (fortalezas) na cadeia produtiva de fibras vegetais na Amazônia, empregando a técnica de levantamento participativo da matriz FOFA.

Ponto	Elemento	Frequência (%)
1	Garantia de compra da fibra	58
2	Subvenção econômica	58
3	Oferta de crédito	42
4	Atividade e produto de baixo impacto ao meio ambiente	33
5	Políticas de fomento (PGPM, Carteira do produtor, etc.)	17
6	Manutenção do conhecimento tradicional	17
7	A fibra é orgânica	17
8	Apelo de mercado mundial do nome "Amazônia"	17
9	Presença das indústrias de aniagem na região	17
10	Atuação de cooperativas	8
11	Durabilidade do produto	8

Tabela 5. Frequência de elementos de oportunidades na cadeia produtiva de fibras vegetais na Amazônia, empregando a técnica de levantamento participativo da matriz FOFA.

Ponto	Elemento	Frequência (%)
1	Demanda do mercado por produtos biodegradáveis	67
2	Produção de sementes no Amazonas	67
3	Fortalecimento de cooperativas	42
4	Ampliação das políticas governamentais para a cadeia de fibras	33
5	Incentivo do governo a pesquisa e tecnologia	17
6	Uso de georeferenciamento para planejamento da cadeia	17
7	Novos mecanismos governamentais de gestão da cadeia	17
8	Registro orgânico da sacaria	17
9	Novas aplicações da fibra	17
10	Criação de um PPB (Processo Produtivo Básico) para juta e malva	17
11	Parceria das indústrias e cooperativas na operacionalização das políticas	17
12	Ponte Rio Negro (escoamento e acesso)	17
13	Participação da sacaria de juta em outras políticas públicas e privadas	8
14	Potencial de uso dos subprodutos	8
15	Levantar o chamado "sequestro de carbono" dessa cultura	8

citados pelo grupo “produtores de fibras”, sugerindo que o grupo produtores de fibras vegetais percebem menores oportunidades que os demais grupos. No entanto, o levantamento também evidencia que as indús-

trias de fibras e os gestores de políticas públicas deste setor produtivo avaliam que a cadeia de fibras vegetais aqui pesquisadas tem aspectos positivos capazes de atenuar ou eliminar as ameaças.

AS PRIORIDADES DA CADEIA PRODUTIVA DE FIBRAS VEGETAIS DE JUTA E MALVA NO AMAZONAS: SÍNTESE DO CENÁRIO ATUAL

As grandes transformações no meio rural nas duas últimas décadas também modificaram o cenário no segmento produtivo de fibras vegetais no Estado do Amazonas, que foi berço dessa atividade no Brasil. No entanto, os avanços tecnológicos promovidos em toda parte não alteraram significativamente as dificuldades vivenciadas pelos agentes dessa cadeia, algumas delas mais preocupantes. Na pesquisa efetuada, buscou-se sintetizar junto aos grupos de interesse, suas percepções, e quais medidas são prioritárias para um planejamento estratégico de soerguimento da atividade, por ordem de importância. Assim, os principais pontos sugeridos pelo conjunto de componentes envolvidos com a produção, beneficiamento e comercialização de fibras vegetais na região pesquisada foram:

1. A implantação de áreas de produção de sementes no Estado do Amazonas.
2. O apoio do poder público no fortalecimento da organização social dos produtores com ações que estimulem o associativismo e o cooperativismo.
3. O estabelecimento de programas de incentivos e fomento às pesquisas tecnológicas regionais para o sistema de produção e processamento das fibras (mecanização, melhoramento genético, etc.).

4. O fortalecimento dos serviços de Assistência Técnica e Extensão Rural - ATER com contratação de pessoal e melhoria na infraestrutura operacional, voltado para as fibras.
5. A definição de preço mínimo, capaz de compensar os custos de produção.
6. O fortalecimento e manutenção das políticas protecionistas.
7. A promoção de melhorias na infraestrutura do setor primário no Amazonas, priorizando a cadeia de escoamento e comercialização das fibras.
8. A ampliação a política de Subvenção Estadual para aumentar o número de produtores.
9. O uso da tecnologia de geo-referenciamento para acompanhamento e planejamento das safras, identificando as áreas de produção e quem é produtor de fato.
10. A ampliação das áreas de cultivo.
11. O estabelecimento de Seguro agrícola para a atividade específica de várzea.
12. A adaptação da demanda de financiamento do Crédito Rural, para ampliar o apoio junto aos produtores de fibras de locais mais remotos.
13. A atribuição de um “registro de orgânico” aos produtos de juta/malva.
14. A definição de um módulo mínimo produtivo de fibras vegetais.

15. A criação de novos mecanismos de gestão e articulação da cadeia de juta e malva através de grupos de trabalho.

Os resultados aqui obtidos pressupõem que a cadeia de produção de fibras vegetais necessita de intervenção coordenada, comprometida com as prioridades de seus agentes. A principal delas é a “implantação de campos de produção de sementes de juta e malva no Amazonas”, destacando-se pela atual escassez de material de propagação no mercado. A ausência de sementes selecionadas para o cultivo é preocupante e considerada uma forte ameaça à atividade, o que exige medidas emergenciais para atendimento desta demanda. Ademais, o cultivo de sementes selecionadas representa quase sempre aumento de produtividade.

Em contraponto a essa necessidade de reestruturação, algumas iniciativas estão em andamento, e, ainda que nos primeiros estágios, mostram que o interesse pelas fibras vegetais merece maior atenção das instituições de ensino e pesquisa e do poder público. Na FCA/UA, em Manaus, está sendo desenvolvido um projeto intitulado “Desenvolvimento de sistema de produção de sementes de malva no estado do Amazonas”, que objetiva definir as recomendações agrônômicas para produção de sementes, considerando a época de plantio e espaçamento, para aumento de produtividade nos cultivos de malva.

Outra iniciativa inovadora é o projeto de Residência Agrária desenvolvido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – Fapeam e Secreta-

ria de Estado da Produção Rural – Sepror, iniciado em 2013, cuja prioridade é o desenvolvimento de tecnologia com mão de obra especializada no campo, para popularizá-la nos vários segmentos produtivos, dentre estes, o das fibras de juta e malva. Uma das metas do projeto também é a produção de semente de malva, em Unidades Experimentais Participativas que deverão ser implantadas nas comunidades em áreas de produção de fibra.

A cadeia produtiva das fibras vegetais de juta e malva no Amazonas tem estrutura semelhante à outras cadeias de fibras vegetais brasileiras, como a do sisal na Bahia, que é caracterizada por um mercado oligopsônio (que tem muitos vendedores e poucos compradores) (Rosal, 2000). Na produção de sisal, predominam pequenas propriedades familiares; baixo nível tecnológico, baixo índice de aproveitamento das plantas (na juta e malva, somente o caule é aproveitado), concorrência com fibras sintéticas, descarte dos resíduos do desfibramento e do processamento industrial, desigualdade de geração e distribuição de renda, baixa governabilidade da cadeia e inexistência de dados estatísticos confiáveis do ciclo de produção e da comercialização (Souza, 2008).

A ausência de um programa articulado de ações agregadoras - entre as empresas, institutos de pesquisa e os governos -, capaz de estabelecer uma estratégia competitiva de longo prazo, como ocorre nos países asiáticos produtores de juta, compromete a atividade de produção de fibras vegetais na Amazônia. Os fatores que mais contribuíram para este declínio foram: as políticas públicas de

governo que foram incipientes e descontínuas; a precariedade de infraestrutura - principalmente relacionada ao transporte; o crédito inadequado para a atividade e, a irregularidade no fornecimento de insumos - principalmente de sementes para o cultivo.

Mesmo com essas limitações que fragilizaram a cadeia regional de produção de fibras vegetais, os agentes produtivos ainda mantêm perspectivas positivas para o futuro da atividade, evidenciado pela clareza do diagnóstico que construíram, identificação das limitações e de como podem ser superadas. Este entendimento foi expresso pelos agricultores produtores de fibras, pelos gestores de instituições públicas e pelas indústrias de aniagem. A necessidade de reparos nesta cadeia regional de produção de fibras vegetais é parte de uma programa bem mais amplo de desenvolvimento do país e exige decisões do poder público mas também o trabalho e a união de todos os envolvidos.

CONCLUSÕES

Foi identificada uma desafiadora demanda pela construção de um programa de soerguimento da cadeia produtiva de fibras de juta e malva na Amazônia, regatando o seu papel econômico-social, para alcançar sustentabilidade e competitividade dessa atividade. A estagnação do setor e desestruturação de sua cadeia produtiva, pode ser superada com medidas conjunturais e estruturais baseadas em ações cooperativas estabelecidas entre o setor produtivo, as indústrias e o poder público.

A integração entre os atores envolvidos é determinante para a revitalização da cadeia produtiva de fibras, com investimento para apoio técnico, ciência e tecnologia e o gerenciamento parcimonioso dos recursos, para estímulo de todos os envolvidos, em contraponto a programas de recuperação, executados de forma não participativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arruda, M.M. 2001. *Avaliação de políticas públicas e programas governamentais – Uma abordagem conceitual*. Recife: Fundação Joaquim Nabuco – FUNDAJ.
- Bonfim, R. 1968. *As fibras sintéticas e o futuro da economia da Juta*. Rio de Janeiro: Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia/ Ministério do Interior. 51p.
- Castro, A.M.G.; Lima, S.M.V. 2004. *Curso sobre prospecção de demandas de cadeias produtivas*. Brasília: EMBRAPA. 26p.
- Fraxe, T.J.P. 2000. *Homens anfíbios: etnografia de um campesinato da águas*. São Paulo: Annablume. 192 p
- Homma, A. 1995. *A civilização da juta na Amazônia: expansão e declínio*. Brasília: In Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, *Anais*.
- Homma, A. 2007. *A imigração japonesa na Amazônia: sua contribuição ao desenvolvimento agrícola*. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental.
- Gentil, J.M.L. 1988. *A juta na agricultura de várzea na área de Santarém-Médio Amazonas*. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série antropologia, Belém: v. 4, n. 2.
- Moreira, S.E. 2008. *Estudo contábil para inserção tecnológica na produção de fibras a partir da Malva e Juta na*

- comunidade Bom Jesus do Baixo Solimões*. Dissertação de mestrado, Faculdade de Estudos Sociais / Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 91p.
- Noda, S.N. 1985. *Relações de trabalho na produção amazonense de juta e malva*. Dissertação de mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz / Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo. 136p.
- Silva, J.A. 1983. *Algumas considerações sobre a comercialização da juta/malva no Amazonas*. Monografia, Departamento de Ciências Agrárias/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 56p.
- Paiva, A.M. 2009. *Agricultura camponesa e desenvolvimento rural: Um estudo sobre a organização da produção de Juta e Malva na várzea do município de Manacapuru*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 129p.
- Pinheiro, W.M. 2004. *Análise conjuntural do mercado de Juta e Malva no Estado do Amazonas*. Manaus: Relatório Técnico – SEPROR. 14p.
- Reis, B.A.P. 1993. *Cultura da Juta*. Monografia, Departamento de Ciências Agrárias / Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 40p.
- Rosal, E.C. 2000. *Análise sobre a crise do ciclo da juta em Parintins*. Monografia, Faculdade de Estudos Sociais/Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 57p.
- Sabbá, J. 1993. *O quadro de crise do sistema de Juta/Malva e suas possíveis alternativas de soerguimento*. Manaus: UFAM. 14p.
- Souza, N.M.C. 2008. *A trajetória da companhia têxtil de Castanhal: a mais pura fibra amazônica*. Dissertação de mestrado, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos / Universidade Federal do Pará, Belém, Pará. 194p.

ECOLOGIA E PRODUTIVIDADE DE SERINGAIS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS PRÓXIMOS A CURSOS D'ÁGUA NO MÉDIO RIO AMAZONAS

Etelvino Rocha ARAÚJO¹, Peter WIMMER², Marilane NASCIMENTO IRMÃO¹, Newton Paulo de Souza FALCÃO³ e Sônia Sena ALFAIA³

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – Ifam, Campus Presidente Figueiredo, Av. da Onça-Pintada, s/nº, Galo da Serra, Pres. Figueiredo, AM, CEP: 69.735-000, e-mail: teoufv@hotmail.com;

² Serviço Florestal Brasileiro, SCEN, Trecho 2, Bl. H, Brasília, DF, CEP 70818-900, e-mail: peterwimmer1983@gmail.com;

³ Secretaria de Produção Rural do Estado do Amazonas - Sepror, Av. Buriti, 1850, Distrito Industrial, Manaus, AM, CEP: 69.075-000, e-mail: marilane.irmao@gmail.com; ⁴Coordenação de Tecnologia e Inovação, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - Coti/Inpa, Av. André Araújo, 2936, Petrópolis. Manaus, AM. Caixa Postal 2223, CEP: 69080-971, e-mail: nfalcao@inpa.gov.br, sonia.alfaia@inpa.gov.br.

Palavras-chave: *Hevea* spp., Heveicultura, Látex, Terpenos, Agroecologia.

INTRODUÇÃO

A exploração extrativista do látex de seringueira (*Hevea* spp. Euphorbiaceae) é uma atividade econômica realizada há séculos pelas populações tradicionais da região norte do Brasil. Esta prática de aproveitamento dos recursos naturais da biodiversidade amazônica, gerou muita riqueza, atraiu milhares de pessoas para a região e transformou significativamente as suas características demográficas. A partir da segunda metade do século XIX, a borracha natural oriunda dos seringais amazônicos passou a ter papel expressivo na economia nacional, chegando a ser, entre os anos de 1880 e 1910, o segundo mais importante produto das exportações brasileiras (Rosado et al., 2006). Foi nesta fase, com a proliferação da indústria automobilística, que a procura mundial por matéria-prima cresceu consideravelmente. Assim, ampliou-se o interesse por sementes ou material propagativo para cultivo das diferentes espécies de *Hevea*, que tem seu centro de origem na Amazônia tropical.

As seringueiras apresentam grande distribuição na floresta Amazônica, espalhando-se pelo Brasil, Venezuela, Colômbia, Equador, Peru, Bolívia e Guianas. De acordo com (Pires et al., 2002) essas as espécies de *Hevea* ocupam uma área estimada em seis milhões de quilômetros quadrados, com um mapa de distri-

buição muito característico, praticamente se sobrepondo ao de domínio fitogeográfico da floresta Amazônica. Entretanto, iniciadas as ações de domesticação da seringueira e seleção de germoplasma de alta produtividade para o cultivo, a Heveicultura se estabeleceu em países asiáticos e nos estados brasileiros das regiões Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste, reduzindo a importância econômica da borracha explorada nos seringais amazônicos (Rosado et al., 2006).

Nos programas de seleção de germoplasma, houve tentativas de implantação de seringais com clones selecionados na região amazônica (Souza et al., 1985; Ribeiro, 1988) mas tal medida não alcançou êxito devido principalmente pelos problemas fitossanitários decorrentes do estreitamento da variabilidade genética. A principal doença que devastou os seringais derivados dos jardins clonais foi identificada como o mal-das-folhas, moléstia que dificulta a refolha das plantas, provocada pelo fungo *Microcyclus uley*. Identificada na década de 30 do século XX, o manejo e controle da doença tornou-se um desafio para as instituições de pesquisa que atualmente buscam soluções com o desenvolvimento de variedades resistentes e o uso de técnicas de enxertia de copa (Souza et al., 1985).

Assim a Amazônia brasileira deixou de ser considerada uma região potencialmente produtora de borracha, capaz de complementar ou atender todas as necessidades do mercado. Das 9,1 ton de borracha seca produzidas no mundo em 2005, pouco mais de 0,02 % foram provenientes dos seringais do Estado do Amazonas (Rosado et al., 2006).

Mesmo com este declínio da importância econômica, esta atividade ainda apresenta grande contribuição para a conservação e preservação de recursos da agrobiodiversidade, e para a geração de renda para muitas famílias. Por ser o centro de origem das seringueiras, a região amazônica constitui o maior banco genético mundial de *Hevea*.

De acordo com a Carta de Aptidão Climática para Heveicultura elaborada por Camargo et al. (2003), grande parte do Estado do Amazonas, por não apresentar temperatura média no mês mais frio inferior a 20°C, está situada na Faixa “C” de aptidão climática, ou seja, em uma área “marginal” da Heveicultura, muito sujeita ao mal-das-folhas, principalmente nas áreas mais úmidas das baixadas. Entretanto, Bastos e Diniz (1980), ao pesquisarem as razões para o sucesso de clones de seringueiras manejados nas margens dos rios largos da Amazônia, consideraram que nestas áreas há condições de umidade relativa do ar que são desfavoráveis ao desenvolvimento do fungo.

Estas diferenças microclimáticas associadas as áreas marginais dos grandes rios que apresentam umidade inferior à das áreas mais afastadas foram associadas possivelmente à brisa, que reduz o período de molhamento das folhas, diminuindo dessa forma o potencial de infecção do *M. ulei* (Pezzopane et al., 1996). Devido a estas condições hígricas Bastos e Diniz (1980) sugerem um fenômeno de “escaping” ao mal das folhas dos seringais situados às margens de lagos e grandes rios da Amazônia.

Atualmente, onze espécies são classificadas botanicamente no gênero *Hevea*, e todas produzem látex com maior ou menor intensidade, havendo grande variabilidade genética inter e intraespecífica. Entretanto, somente *H. brasiliensis*, *H. benthamiana* e *H. guianensis* produzem látex comercialmente aceitável, sendo que a quase totalidade da borracha comercialmente produzida provém de *H. brasiliensis*. As borrachas das espécies *H. benthamiana* e *H. guianensis*, de acordo com (Kalil *et al.*, 2000) comparam-se em qualidade com borracha produzida pela *H. brasiliensis*. A manutenção da variabilidade genética natural deste conjunto de espécies é uma garantia de disponibilidade de material para cruzamentos entre e dentro das espécies mais importantes, persistindo a busca de variedades para cultivo com genótipos selecionados e de alta produtividade.

Embora as células laticíferas sejam encontradas em diversas partes da planta de seringueira, a extração do látex para fins industriais é feita em laticíferos da casca do caule. Em árvores adultas, estas estruturas são diferenciadas a partir de camadas de células geradas pelo câmbio e são encontradas arrançadas espacialmente em camadas concêntricas ao câmbio, denominadas anéis de laticíferos (Moraes and Moraes, 2007). Assim, o látex é sintetizado em laticíferos do tipo articulado. A produção e a qualidade do látex, de acordo com (Jacob *et al.*, 1989) dependem da duração do fluxo de látex durante a sangria e da capacidade de regeneração dos laticíferos. As extrações feitas com escoamentos longos e fluidos, resultam em alta produção, definida pela quantidade de látex escorrida, no

entanto exigem da árvore uma maior capacidade de regeneração dos vasos laticíferos entre duas sangrias consecutivas, para compensar a perda de material celular estrutural da casca.

Há alguns parâmetros químicos que podem ser usados na análise do fluxo e da capacidade de regeneração do látex pela seringueira, tais como: o conteúdo de borracha seca (DRC%), o pH do látex, e a concentração de sacarose e fósforo inorgânico (Jacob *et al.*, 1989). Entretanto, segundo Melo *et al.*, 2004, as análises devem ser interpretadas conjuntamente com informações do estado fitotécnico da planta e da produção. Esta interpretação, segundo Jacob *et al.*, (1989), é complexa devido ao grande número de fatores envolvidos, que podem variar com as condições ambientais e com as características genéticas da planta, o que pode revelar ou mascarar as estimativas de produção.

A reativação e revitalização dos seringais nativos e de cultivo tem sido o foco de ações governamentais nos últimos anos, visando aumentar a produção de látex no Estado do Amazonas. Entre as medidas que estão sendo tomadas estão as reuniões com lideranças, o fornecimento de ferramentas, incentivo à produção, infraestrutura de apoio e popularização de técnicas para a coleta, armazenamento, transporte e beneficiamento do látex. Esta pesquisa foi conduzida na região do Médio rio Amazonas, para obter novas informações para subsidiar as estratégias de manejo técnico em seringais de áreas de várzea e de terra firme, caracterizando a composição da vegetação arbórea, a produção de borracha natural e a fertilidade do solo em ambientes edáficos distintos.

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Durante o período de julho de 2008 a dezembro de 2009, foi realizada uma pesquisa descritiva por meio de dois estudos de caso, em seringais localizados próximos a cursos d'água, no município de Itacoatiara, AM: um localizado em área de terra firme às margens do rio Arari, comunidade São Paulo do Arari, e o outro, em ambiente de várzea, à margem esquerda do paraná de Serpa, na divisa entre os municípios de Silves e Itacoatiara.

Em cada um desses seringais foi marcada uma parcela de 2500 m² (0,25 ha) onde foi efetuada a descrição da composição arbórea. Para isto foi definido um ponto de referência de forma aleatória e marcado em um aparelho de GPS. A partir deste ponto uma trena foi esticada paralelamente ao curso d'água a uma distância de 50 m. Outra trena foi esticada em sentido perpendicular à primeira, também a uma distância de 50 m. As seringueiras com mais de 130 centímetros de altura encontradas foram referenciadas a partir de coordenadas X e Y, onde o ponto de referência corresponde a '0'. Nessas seringueiras foram realizadas medições do Diâmetro a Altura do Peito (DAP), com o auxílio de uma fita métrica a 130 centímetros do solo. Todas as outras espécies arbóreas encontradas dentro da parcela foram identificadas.

Do total de seringueiras encontradas por parcela, vinte foram selecionadas inicialmente, através de sorteio, para serem utilizadas como Unidades Amostrais (UA's) para análises do solo, látex e produtividade. Este número de Unidades

Amostrais foi reduzido durante o estudo para 15 na parcela de terra firme e 19 na de várzea, devido à mortalidade de árvores provocada pela grande enchente dos rios no ano de 2009.

Em cada uma das Unidades Amostrais foram coletadas quatro amostras simples de solo na projeção da copa, nas profundidades de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm. Estas amostras foram misturadas, formando uma amostra composta por planta para cada profundidade. As análises destas foram realizadas no Laboratório Temático de Solos e Planta (LTSP) do Inpa, onde se determinou o pH em água, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ e Al⁺⁺⁺ trocáveis, Acidez Potencial (H⁺ + Al⁺⁺⁺); e fósforo disponíveis. Com essas variáveis foram determinados a Soma de Bases (SB), Capacidade de Troca Catiônica (CTC) efetiva (t); CTC a pH 7,0 (T); Saturação por Bases (V%) e Saturação por Alumínio (m%).

Em setembro e novembro de 2009 foram realizadas coletas de amostras de látex das árvores selecionadas como Unidades Amostrais, seguindo metodologia adotada pelo Institut Recherches sur le Caoutchouc (IRCA) para determinação do pH, conteúdo de borracha seca (DRC%), teores de sacarose e fósforo inorgânico (Pi).

Durante o segundo semestre de 2009 foi feita a quantificação da produtividade em gramas de borracha seca/árvore/sangria. Para tanto, o látex extraído pelo seringueiro e coagulado na tigela de cada UA foi pendurado em fios de arame preso ao caule. Esses coágulos foram levados ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), colocados para secar em estufa à temperatura entre 65 e 70°C, até atingir

peso constante e depois foram pesados individualmente. Somou-se o peso dos coágulos de cada seringueira e o resultado foi dividido pelo número de cortes de sangrias.

COMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO ARBÓREA EM SERINGAIS ESTABELECIDOS NA REGIÃO DO MÉDIO RIO AMAZONAS

A seringueira é uma árvore de interesse não alimentício, explorada pelo látex, um produto não madeireiro de valor econômico. É adaptada ao consorciamento e seu manejo pelas populações tradicionais é feito em sistemas agroflorestais mistos, multiestratos semelhantes aos quintais, até pela particularidade de ser cultivada em áreas próximas às casas. Nos seringais de terra firme do médio rio Amazonas, as principais espécies consorciadas são o açaí (*Euterpe precatória*), a manga (*Mangifera indica*), a bacabinha (*Oenocarpus mapora*) e o taperebá (*Spondias lutea*), em parcelas de ± 100 m de comprimento, paralela ao curso das águas e com ± 50 m de largura. As áreas agrícolas adjacentes são comumente manejadas com roçados, pastagens e capoeiras.

Nas áreas de várzea, os seringais também seguem o mesmo padrão de terra firme, com áreas ocupadas de dimensões semelhantes e posicionadas paralelamente ao rio, de forma contínua, e a espécie consorciada mais frequente é o cacau (*Theobroma cacao*). Como o interesse pelo manejo de cacauais também é de mercado, os sistemas agroflorestais de seringueira e cacau são um consórcio econômico com vocação natural de exploração nas áreas de várzea da região.

Ressalta-se que as áreas de seringais aqui pesquisadas diferem dos seringais nativos tradicionais da Amazônia (definidos em áreas de populações naturais, por colocações e estradas de seringa abertas na mata de terra firme) e também dos seringais plantados com incentivo fiscal do Programa de Incentivo à Produção de Borracha Natural (Probor) a partir da década de 70.

No primeiro caso, a diferença para os seringais nativos tradicionais encontra-se na densidade de indivíduos (144 e 200 árvores de seringa ha⁻¹, respectivamente em áreas de terra firme ou de várzea) e no grau de domesticação do ambiente em que as seringueiras se localizam. Nestes seringais, onde a produção de látex é extrativa, a distribuição espacial das seringueiras dentro de uma unidade produtiva manejada possibilita um aproveitamento mais eficiente da área e a realização do trabalho sem despender grandes esforços na caminhada que seria necessária no caso dos sistema de exploração nas colocações e estradas de seringa, descrito por Silva (2002).

Já a diferença para os seringais plantados pelo incentivo de programas governamentais (Probor), encontra-se na organização espacial das árvores. Nos seringais aqui estudados as árvores não estão dispostas em linhas nas parcelas de cultivo e o espaçamento entre matrizes é irregular.

Embora não haja registros da origem dos seringais próximos a cursos d'água na região do baixo rio Amazonas, sabe-se que desde o século XVIII os cacauzeiros são explorados nas áreas de várzea da região (Ohly e Hund, 2000) e as seringueiras remontam ao fim do século XIX e começo do século XX.

Nos seringais do baixo rio Amazonas, quando se faz a classificação das árvores de seringa em classes de diâmetro de tronco com 10 cm de amplitude é possível verificar uma distribuição normal de desenvolvimento dos indivíduos (Figura 1). Assim, algumas árvores ainda estão em início de crescimento e outras são de grande porte, mas a maior concentração de seringueiras está distribuída nas classes centrais.

Este padrão de distribuição de classes de tronco é diferente da curva de distribuição diamétrica característica de muitas espécies da floresta amazônica que é apresentada graficamente na forma de “J” invertido, onde a maior concentração de indivíduos ocorre nas primeiras classes diamétricas o que é um indicador característico de regeneração natural.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS SOLOS NOS SERINGAIS DO MÉDIO AMAZONAS

Para avaliar as diferenças nas características de fertilidade do solo de seringais estabelecidos nas proximidades de cursos

de água da região do baixo rio Amazonas, foi feita uma análise das características químicas dos solos manejados nestes dois ambientes. Na amostragem, foram consideradas as profundidades de 0-10 e 10-20 cm. As determinações seguiram a metodologia corrente em laboratórios de solos e foram realizadas no Laboratório Temático de Solos e Plantas do Inpa, em Manaus, AM.

Foi verificado que nos seringais manejados em terra firme os solos apresentam acidez elevada e níveis de Al^{3+} considerados prejudiciais aos cultivos, comparado ao solo de várzea, com acidez de menor intensidade e sem efeitos prejudiciais da toxidez de Al^{3+} (Tabela 1). A acidez elevada do solo de terra firme é considerada aceitável para a Heveicultura, segundo Carmo et al. (2002), mas destaca-se que os seringais manejados no ambiente da várzea encontram-se em solos onde a faixa de pH, entre 5,5-6,5, é considerado ótima para o desenvolvimento desta cultura.

Na região pesquisada os seringais de terra firme estão estabelecidos em solos

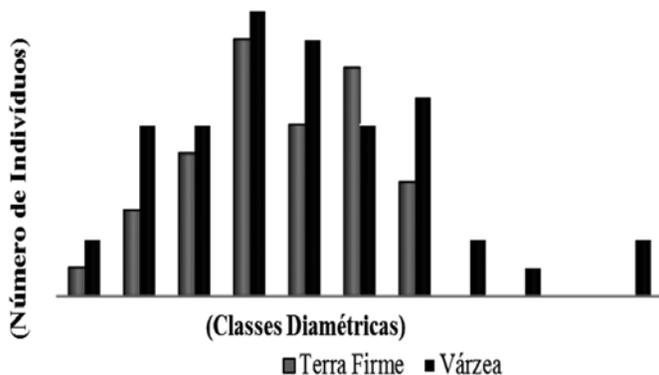


Figura 1. Distribuição de classes de diâmetro de seringueiras (*Hevea brasiliensis*), com 10 cm de amplitude em áreas de terra-firme e várzea, da região do baixo rio Amazonas, na Amazônia Central.

de baixa fertilidade natural, com baixa disponibilidade de Ca e Mg, elevada saturação por alumínio (m%) e reduzida saturação por bases (V%), destacando-se que a maior disponibilidade de nutrientes essenciais está localizada nos primeiros 10 cm de solo. É conhecido que a seringueira possui alta tolerância a níveis tóxicos de Al^{3+} , e é possível que este elemento, cujo potencial tóxico está associado ao pH com acidez elevada, não represente um fator limitante ao desenvolvimento dos seringais. Assim, os seringais do ambiente de várzea prosperam em solos com ambiente químico muito mais favorável, com teores elevados de Ca, Mg, P e outros nutrientes essenciais, reduzida saturação por alumínio e elevada saturação por base: muito superior a 57%, considerada por Roque et al. (2004) como a mais adequada para produtividade máxima dos seringais. Nos dois seringais o teor de P apresentou-se acima do nível considerado alto, enquan-

to que o teor de K situou-se na faixa mediana, mostrando que esse nutriente pode tornar-se limitante para as plantas de seringueira (Cochrane et al., 1985).

A PRODUÇÃO DE BORRACHA NATURAL EM SERINGAIS DO MÉDIO AMAZONAS

Foi verificada grande variação entre a capacidade produtiva dos sistemas de produção praticados em áreas de várzea e terra firme (Tabela 2). Considerando-se as diferenças de características químicas já apontadas para a fertilidade do solo do ambiente da várzea comparado ao terra firme, a produtividade das árvores na várzea foi 36,59 % maior que a da terra firme. A variação estatística que foi observada nesta amostragem de produção é considerada comum em trabalhos de campo devido a uma variedade de fatores. Dentre eles está a heterogeneidade genética das plantas que não tem

Tabela 1. Características químicas de solos de seringais (*Hevea spp.*) de áreas de terra firme e de várzea da região do baixo rio Amazonas, na Amazônia Central. ¹

Ambiente de cultivo	Prof. (cm)	pH	P (mg kg ⁻¹)	Al ³⁺	K (cmol kg ⁻¹)	Ca	Mg	SB	T	m%	V%
	10-20	4,03	7,58	2,87	0,14	0,08	0,04	0,26	3,12	91,65	4,36
Várzea	0-10	5,77	95,87	0,10	0,24	8,89	2,27	11,40	11,50	0,93	84,71
	10-20	5,64	88,74	0,51	0,15	7,34	1,96	9,45	9,96	5,33	81,59

¹ Prof – profundidade, SB – soma de Bases, T – capacidade de troca de cátions, m% - saturação de alumínio e V% - saturação de bases.

Tabela 2. Estimativas de produtividade em (g árvore⁻¹ sangria⁻¹) e da variação observada no mês de novembro, em seringais (*Hevea spp.*) de áreas de terra firme e de várzea da região do baixo rio Amazonas, na Amazônia Central.

Ambiente de cultivo	Produtividade (g árvore ⁻¹ sangria ⁻¹)			Desvio padrão	Coef. de variação (%)
	Média	Mínima	Máxima		
Terra firme	7,59	2,21	20,51	5,41	71,29
Várzea	11,97	1,57	26,12	8,29	69,25

origem de clonagem, à época do ano, a influência do clima e talvez até, provavelmente, a combinação de mais de uma espécie de *Hevea* no plantio.

A produção mensurada em algumas árvores é próxima ou pode ser equiparada à de alguns clones descritos na literatura (Cunha, 1966; Gonçalves et al., 1993, 1999; Mesquita et al., 2006; Moraes e Moraes, 2008), entretanto é inferior aos plantios convencionais adubados dos clones mais produtivos, com estimulação de sangria, um resultado que pode se considerar como esperado. Nestes clones mais produtivos foi observada a produtividade de até 62 g árvore⁻¹ sangria⁻¹ (Gonçalves et al., 2001).

É possível que as médias de produção determinadas para o ambiente de várzea e terra firme que estão apresentadas na Tabela 2, possam estar subestimadas pelo efeito ambiental sazonal e pela falta de estímulo dos produtores no ano em que se realizou a pesquisa. Em 2009, houve uma antecipação da cheia do rio Amazonas e, em Itacoatiara, no período da pesquisa, a cota estava 2,3 m superiores à média dos últimos dez anos (ANA, 2010). Assim, a produção anual dos seringaais foi afetada por um menor número de dias de trabalho de sangria das árvores. Os dados obtidos refletem a

produção obtida em 13 dias de extração na terra firme e 10 dias na de várzea, ou seja, correspondem somente ao início da produção. Este diagnóstico sugere que a variabilidade sazonal da produção é um fator limitante para a Heveicultura local. O aumento e manutenção da produtividade é influenciada por fatores climáticos (Lima et al., 2002), mas também pelo ritmo de sangria adotado pelo seringueiro. Este, ao realizar os cortes na casca da árvore, induz um efeito dreno no tronco que aumenta a atividade metabólica da planta, que intensifica seus processos fotossintéticos (Jacob et al., 1989), para estabelecer um novo equilíbrio interno relacionado aos seus processos vitais.

Na pesquisa, foram também realizadas determinações qualitativas do látex coletado, determinando-se o pH, conteúdo de borracha seca e teores de sacarose e de fósforo inorgânico em duas épocas de avaliação feitas no mês de setembro e novembro de 2009. Os resultados destas determinações estão apresentadas na Tabela 3.

Foi verificado que na determinação do pH do látex conduzida no mês de novembro, o pH variou na escala de 6 e 7 (Tabela 3). Estas determinações do pH que é representativa do citosol das células do látex não coagulado e os valores distribuídos nessa faixa estão relacionados

Tabela 3. Valores do pH, Conteúdo de Borracha seca (DRC%), concentração de sacarose (mM) e concentração de fósforo inorgânico (mM) do látex extraído nos meses de setembro e novembro, em seringaais (*Hevea* spp.) de áreas de terra firme e de várzea da região do baixo rio Amazonas, na Amazônia Central.

Amostragem (meses)	Ambiente	pH	DRC (%)	Sacarose	P inorgânico
				mM	
Setembro	Terra Firme	-	50,68	51,58	10,89
	Várzea	-	53,21	29,26	7,52
Novembro	Terra Firme	6,89	52,18	24,39	10,82
	Várzea	6,61	43,98	18,83	11,34

com a atuação das enzimas envolvidas no metabolismo de síntese do isopreno, e consequente aumento do conteúdo de borracha seca e da produção (Jacob et al., 1989). O conteúdo de borracha seca e a concentração de sacarose encontrados no látex avaliado foram considerados elevados e a concentração de fósforo inorgânico foi classificada baixa (Tabela 3). Esses resultados demonstram uma baixa atividade metabólica dos vasos laticíferos dessas seringueiras, revelando sinais de sub-exploração, conforme descrito nos trabalhos de Malmonge et al., (2008) e em outras pesquisas já realizadas.

Os resultados aqui obtidos trazem alguns elementos pontuais para a compreensão da produção de borracha natural em dois ambientes amazônicos à margem de rios. Entretanto ainda há grande demanda de estudos, visto que ainda são escassas as informações sobre o potencial produtivo e sobre as propriedades físico-químicas do látex nesses seringais.

CONCLUSÕES

Os seringais mistos da região do baixo rio Amazonas diferem dos seringais nativos da Amazônia e dos seringais adensados plantados a partir da década de 70, e representam modelos promissores para a Heveicultura devido à diversificação produtiva, ao adensamento de plantas que reduz o trabalho na caminhada, e à proximidade de grandes rios que contribui para a diminuição da incidência do mal-das-folhas.

No período avaliado, o látex extraído das seringueiras apresentava sinais de sub-exploração, com grande variação na

produção devido, entre outros fatores, à variabilidade genética. Porém a produtividade das árvores mais produtivas foi equiparada à clones conhecidos e amplamente cultivados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA 2010. Cotas médias mensais Estação Itacoatiara, (*on line*). Disponível em: <http://200.140.135.132/PortalSuporte/frmQuadroEstacao.aspx?estacao=16030000&tipo=Cotas> (Accessed 2 January 2010)
- Bastos, T.X.; Diniz, T.D.A.S. 1980. *Microclima Ribeirinho: um controle do microcyclus ulei em Seringueira*, Embrapa- CPATU, Belém.
- Camargo, A.P.; Marin, F.R.; Camargo, M.B.P. 2003. *Zoneamento Climático da Heveicultura*, Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas.
- Carmo, C.A.F.; Meneguelli, S.N.A.; Lima, J.A.S.; EIRA, P.A.; CUNHA, T.J.F. 2002. Avaliação do estado nutricional de seringais implantados na região da Zona da Mata de Minas Gerais, *Pesquisa*, 37(10): 1437-1444.
- Cochrane, T.T.; Sanchez, L.G.; Azevedo, J.A.; Garver, C.L. 1985. *Land in Tropical America*, 1st ed., CIAT/EMBRAPA-CPAC.
- Cunha, J.F. 1966. A seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) no Vale do Ribeira Paraíba, *Bragantia*, 25(12): 129-144.
- Gonçalves, P.D.S.; Cardoso, M.; Mente, E.M.; Martins, A.L.M.; Gottardi, M.V.C.; Ortolani, A.A. 1993. Desempenho preliminar de clones de seringueira na região de São José do Rio Preto, planalto do Estado de São Paulo, *Bragantia*, Campinas, 52(2): 119-130.
- Gonçalves, P.D.S.; Bortoletto, N.; Furtado, E.L.; Sambugaro, R.; Bataglia, O.C. 2001. Desempenho de clones de

- seringueira da série IAC 300 selecionados para a região noroeste do Estado de São Paulo, *Pesquisa. Agropecuária Brasileira*, 36(4): 589–599.
- Gonçalves, P.S.; Bortoletto, N.; Ortolani, A.A.; Belletti, G.O.; Santos, W.R. 1999. Desempenho de novos clones de seringueira. III. Seleções promissoras para a região e Votuporanga, estado de São Paulo, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34(6): 971-980.
- Jacob, J.-L.; Prévôt, J.C.; Roussel, D.; Lacrotte, R.; Serres, E.; D'auzac, J.; Eschbach, J.M.; Omont, H. 1989. Yield-limiting factors, latex physiological parameters, latex diagnosis, and typology. In: *Physiology of rubber tree latex*. D'auzac, J.; Jacob, J.L.; Chrestin, E. (Eds.). pp. 345-382, CRC Press, Boca Raton.
- Kalil Filho, A.N.; Kalil, G.P.C.; Graça, M.E.C.; Medeiros, A.C.S. 2000. Análise da plasticidade e do teor de borracha seca (DRC) do latex de clones de seringueira (*Hevea* sp.). *Bol. Pesqui. Florest.*, (41): 3-11.
- Lima, D.U.; Oliveira, L.E.M.; Soares, A.M.; Delú-Filho, N. 2002. Avaliação sazonal da produção de borracha e da dinâmica de carboidratos solúveis em plantas de seringueira (*Hevea brasiliensis* Müll. Arg.) cultivadas em Lavras, Minas Gerais, *Revista Árvore*, 26 (3): 377-383.
- Malmonge, J.A.; Camillo, E.C.; Moreno, R.M.B.; Mattoso, L.H.C.; McMahan, C.M. 2008. Comparative study on the technological properties of latex and natural rubber from *Hancornia speciosa* Gomes and *Hevea brasiliensis*. *J. Appl. Polym. Sci.*, 111, 2986–2991.
- Melo, R.; Oliveira, L.; Mesquita, A.; Dan Filho, N. 2004. Variação sazonal de algumas características nutricionais e bioquímicas relacionadas com a produção de látex em clones de seringueira (*Hevea brasiliensis* (Wild.) Muell. Arg.), em Lavras – MG. *Ciênc. Agrotec.*
- Mesquita, A.; Oliveira, L.; Cairo, P.; Viana, A. 2006. Sazonalidade da produção e características do látex de clones de seringueira em Lavras, MG. *Bragantia*, 65 (4): 633–639.
- Moraes, L.A.C.; Moraes, V.H.D.F. 2007. Análise quantitativa do sistema primário de laticíferos do caule de plantas jovens de clone e pés-francos de seringueira, *Bragantia*, 66 (3): 465–468.
- Moraes, V.H.D.F.; Moraes, L.A.C. 2008. Desempenho de clones de copa de seringueira resistentes ao mal-das-folhas Performance of rubber tree crown clones resistant, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43(11): 1495–1500.
- Ohly, J.J.; Hund, M. 2000. Floodplain animal husbandry in central Amazonia, in *The Central Amazon floodplain: Actual use and options for a sustainable management*. edited by W. J. Junk, W.J.; Ohly, J.J.; Piedade, M.T.F.; Soares, M.G.M. (Eds.). Backhuys Publishers, Leiden, pp 215-241.
- Pezzopane, J.E.M.; Ortolani, A.A.; Godoy Jr., G.; Pezzopane, J.R.M. 1996. Influência da brisa terra-mar no período de saturação da umidade do ar no interior de dois seringais de cultivo em Ubatuba (SP). *Bragantia*, 55(1): 201-205.
- Pires, J.M.; Secco, R.D.S.; Gomes, J.I. 2002. *Taxonomia e Fitogeografia das Seringueiras (Hevea spp)*, Boletim de Pesquisa da Embrapa Amazônia Oriental, Belém.
- Ribeiro, S.I. 1988., *Avaliação do desempenho de clones amazônicos de seringueira (Hevea spp.) em Porto Velho, RO*, Embrapa- UEPAE, Porto Velho.
- Roque, C.G.; Prado, R.M.; Natale, W.; Beutler, A.N.; Centurion, J.F. 2004. Estado nutricional e produtividade da seringueira em solo com calcário aplicado superficialmente, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(5): 485-490.

- Rosado, P. L.; Pires, M.D.M.; Santos, D.F.D. 2006. Borracha natural: Mercado externo e interno, in *Seringueira: Aspectos econômicos e sociais e perspectivas para o seu fortalecimento*. Alvarenga, A.D.P.; Rosado, P.; Carmo, C.A.F.S.; Tôsto, S. (Eds.). UFV, Viçosa, p. 49-72.
- Silva, J.A. 2002. Inventário de seringueiras nativas numa área da Amazônia Ocidental, *Floresta e Ambiente*, 9(1): 110-118.
- Souza, R.F.; Valois, A.C.C.; Paiva, J.R.; Carbajal, A.C.R. Rodrigues Neto, O.G.R.; Souza, R.A. 1985. *Pesquisa e desenvolvimento da Heveicultura no Brasil*.pdf, , 53p.
- Virgens Filho, A.C.P.; Roberto, A.M.; Castro, P.R.C. 2003. Características físicas e químicas do látex e crescimento da seringueira em função da calagem e da adubação NPK em dois sistemas de exploração, *Ciência e Prática*, 27(6): 1238-1245.



ISBN 978-85-211-0176-5



9 788521 101765