

Anais



V Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental

**Anais da V Jornada de
Iniciação Científica da
Embrapa Amazônia Ocidental**

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Ocidental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Anais da V Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental

*Francisco Célio Maia Chaves
Luadir Gasparotto
Lucinda Carneiro Garcia
Marcos Vinícius Bastos Garcia
Ricardo Lopes
Wenceslau Geraldes Teixeira
Editores Técnicos*

*Embrapa Amazônia Ocidental
Manaus, AM
2009*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Ocidental

Rodovia AM-010, km 29, Estrada Manaus/Itacoatiara

Caixa Postal 319, 69010-970, Manaus, AM

Fone: (92) 3303-7800

Fax: (92) 3303-7820

www.cpaa.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Celso Paulo de Azevedo*

Secretária: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

Membros: *Aparecida das Graças Claret de Souza*

José Ricardo Pupo Gonçalves

Lucinda Carneiro Garcia

Luis Antonio Kioshi Inoue

Maria Augusta Abtibol Brito

Maria Perpétua Beleza Pereira

Paulo César Teixeira

Raimundo Nonato Vieira da Cunha

Ricardo Lopes

Ronaldo Ribeiro de Moraes

Revisão de texto: *Maria Perpétua Beleza Pereira*

Normalização bibliográfica: *Maria Augusta Abtibol Brito*

Diagramação e arte: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

1ª edição

1ª gravação em CD-ROM (2009): 200

Todos os direitos reservados.

**A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).**

**CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.
Embrapa Amazônia Ocidental.**

Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental (5. : 2009 : Manaus).

Anais... / editores Wenceslau Geraldes Teixeira, Lucinda Carneiro Garcia, Luadir

Gasparotto, Marcos Vinicius Bastos Garcia, Ricardo Lopes e Francisco Célio Maia

Chaves. – Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009.

1 CD-ROM; 4³ pol.

ISBN 978-85-89111-07-2

1. Pesquisa. 2. Desenvolvimento. I. Teixeira, Wenceslau Geraldes. II. Garcia,

Lucinda Carneiro. III. Gasparotto, Luadir. IV. Garcia, Marcos Vinicius Bastos. V.

Lopes, Ricardo. VI. Chaves, Francisco Célio Maia. VII. Título.

CDD 501

Autores

Adrian Martin Pohit

Químico, D.Sc., Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Manaus, AM.

Adriana Costa Gil de Souza

Graduanda do curso de Ciências Biológicas, Centro Universitário do Norte (Uninorte), bolsista CNPq/Pibic/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Ana Cristina da Silva Pinto

Doutoranda em Biotecnologia, Universidade Federal do Amazonas (Ufam), bolsista Paic-Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

André Luiz B. da Cunha

Graduando do curso de Agronomia, Universidade Federal do Amazonas (Ufam), bolsista CNPq/Pibic/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Andréa Ramires de Souza

Graduanda do curso de Ciências Biológicas, Escola Superior Batista do Amazonas (Esbam), bolsista CNPq/Pibic/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Antônia Lima Silva

Engenheira agrônoma, M.Sc. em Produção Vegetal, bolsista CNPq/Pibic/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Aparecida das Graças Claret de Souza

Engenheira agrônoma, D.Sc. em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, aparecida.claret@cpaa.embrapa.br

Camila C. Mestrinho

Mestranda do curso de pós-graduação em Agronomia Tropical, Universidade Federal do Amazonas (Ufam), bolsista CNPq/Pibic/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, milamest@hotmail.com

Carla Caroline Leite Duarte

Graduanda do curso de Zootecnia, Universidade Federal do Amazonas (Ufam), bolsista CNPq/Pibic/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Cheila de Lima Boijink

Bióloga, D.Sc. em Sanidade e Manejo, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, cheila.boijink@cpaa.embrapa.br

Cíntia Castro Quaresma

Bolsista Pibic/CNPq/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Edivania da S. Carvalho

Bolsista Paic-Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Francisco Célio Maia Chaves

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Horticultura e Plantas Medicinais, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, celio.chaves@cpaa.embrapa.br

Geraldo Max Linhares

Graduando do curso de Medicina Veterinária, Centro Universitário Nilton Lins (UniNilton Lins), bolsista CNPq/Pibic/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Gilvan Coimbra Martins

Engenheiro agrônomo, M.Sc. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, gilvan.martins@cpaa.embrapa.br

Gilvan Ferreira da Silva

Biólogo, D.Sc. em Genética Molecular e de Microrganismo, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, gilvan.silva@cpaa.embrapa.br

Humberto Ribeiro Bizzo

Químico, D.Sc. em Química, pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ, bizzo@ctaa.embrapa.br.

Ivanilde Lima Mesquita

Bolsista Paic-Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Jaydione Luiz Marcon

Biólogo, D.Sc. em Biologia de Água Doce e Pesca Interior, professor-adjunto da Universidade Federal do Amazonas (Ufam), Manaus, AM.

Jeferson Luis Vasconcelos de Macêdo

Engenheiro agrônomo, M.Sc. em Sistemas Agroflorestais, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, jeferson.macedo@cpaa.embrapa.br

Josias Pedroso Queiroz

Bolsista Paic-Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Josiney Barbosa Sampaio

Graduando em Ciências Biológicas, Escola Superior Batista do Amazonas (Esbam), bolsista CNPq/Pibic/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Lauter Silva Souto

Bolsista DCR-CNPq/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Liliane dos Santos Oliveira

Graduanda do curso de Agronomia, Universidade Federal do Amazonas (Ufam), bolsista CNPq/Pibic/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Luadir Gasparotto

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, gasparotto@cpaa.embrapa.br

Lucinda Carneiro Garcia

Engenheira agrônoma, D.Sc. em Tecnologia de Sementes Florestais, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, lucinda.carneiro@cpaa.embrapa.br

Luis Antonio Kioshi Aoki Inoue

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Biologia e Melhoramento Genético, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, luis.inoue@cpaa.embrapa.br

Márcio Alexandre dos Santos Silva

Graduando em Comunicação Social – Publicidade e Propaganda, Centro Universitário do Norte (Uninorte), bolsista CNPq/Pibic/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Marcos Vinícius Bastos Garcia

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Entomologia, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, marcos.garcia@cpaa.embrapa.br

Marcus Vinicius Torres de Brito

Bolsista Pibic/CNPq/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Maria do Rosário Lobato Rodrigues

Engenheira agrônoma, D.Sc. em Fertilidade de Solos e Nutrição de Plantas, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, rosario.lobato@cpaa.embrapa.br

Maria Geralda de Souza

Engenheira florestal, D.Sc. em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, maria.geralda@cpaa.embrapa.br

Maria José Tupinambá

Jornalista, Especialista em Monitoramento e Inteligência Competitiva, analista da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, maria.tupinamba@cpaa.embrapa.br

Maria Teresa Gomes Lopes

Universidade Federal do Amazonas (Ufam/DPAV), Manaus, AM.

Natália Dayane Moura Carvalho

Bolsista CNPq/Pibic/Embrapa Amazônia Ocidental, Ciências Biológicas (Esbam), Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Nelcimar Reis Sousa

Engenheira agrônoma, D.Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, nelcimar.sousa@cpaa.embrapa.br

Patrícia Teixeira Ribeiro

Graduanda em Ciências Biológicas, Centro Universitário Nilton Lins (Uninilton), bolsista CNPq/Pibic, Manaus, AM.

Paula Cristina da Silva Angelo

Bióloga, D.Sc. em Genética e Ciências Biológicas, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, paula.angelo@cpaa.embrapa.br

Paulo César Teixeira

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, paulo.teixeira@cpaa.embrapa.br

Rafaely das Chagas Lameira

Bolsista Pibic/CNPq/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Railma Pereira Moraes

Bolsista CNPq/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Raimundo Nonato Carvalho da Rocha

Analista da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM,
raimundo.rocha@cpaa.embrapa.br

Regianny Pantoja Nogueira

Graduanda do curso de Ciências Naturais, Universidade Federal do Amazonas (Ufam),
bolsista CNPq/Pibic, Manaus, AM.

Ricardo Lopes

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Melhoramento Genético de Plantas, pesquisador da
Embrapa Amazônia Ocidental, ricardo.lopes@cpaa.embrapa.br

Roberval Monteiro B. de Lima

Engenheiro florestal, D.Sc. em Silvicultura, pesquisador da Embrapa Amazônia
Ocidental, roberval.lima@cpaa.embrapa.br

Rodrigo Santana Macedo

Graduado em Ciências Naturais, M.Sc. em Agronomia Tropical, Universidade Federal
do Amazonas (Ufam), bolsista do CNPq/Pibic/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus,
AM.

Rogério Eiji Hanada

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Biotecnologia, Instituto Nacional de Pesquisas da
Amazônia (Inpa), Centro de Pesquisas de Produtos Florestais, Divisão de Tecnologia
Aplicada, Manaus, AM.

Rogério Perin

Zootecnista, D.Sc. em Sistema de Produção Animal, pesquisador da Embrapa
Amazônia Ocidental, rogerio.perin@cpaa.embrapa.br

Silas Garcia Aquino de Sousa

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa
Amazônia Ocidental, silas.garcia@cpaa.embrapa.br

Silfran Rogério Marialva Alves

Engenheiro agrônomo, M.Sc. em Agronomia Tropical, Universidade Federal do
Amazonas (Ufam), bolsista do CNPq/Pibic/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Suzy Pinheiro

Bolsista Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Terezinha Batista Garcia

Engenheira agrônoma, M.Sc. em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa
Amazônia Ocidental, Manaus, AM, terezinha.batista@cpaa.embrapa.br

Wanderlei Antônio Alves de Lima

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa
Amazônia Ocidental, Manaus, AM, warderlei.lima@cpaa.embrapa.br

Wenceslau Gerales Teixeira

Engenheiro agrônomo, Ph. D. em Geoecologia, pesquisador da Embrapa Amazônia
Ocidental, Manaus, AM, wenceslau@cpaa.embrapa.br

William Sandro da Cunha Miranda

Bolsista Pibic/Fapeam/ Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Apresentação

Com o objetivo de despertar e incentivar a vocação científica em acadêmicos vinculados a cursos de graduação, o Programa de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental, em parceria com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), vem, ao longo dos anos, proporcionando aos estudantes bolsistas a aprendizagem de técnicas e métodos científicos, necessários ao desenvolvimento de um projeto de pesquisa, sob a orientação de um pesquisador da Unidade.

Como forma de valorizar e divulgar essa atividade estudantil, o Comitê de Bolsistas e Estagiários (Cibe) realiza anualmente o Seminário de Iniciação Científica, que proporciona aos bolsistas Pibic/CNPq e Paic/Fapeam a oportunidade de apresentar e discutir os resultados obtidos em seus trabalhos, ampliar o conhecimento sobre as diversas áreas de atuação da Unidade e o intercâmbio com outros estudantes e pesquisadores.

Como registro da Quinta edição desse evento, resultado de muito empenho, dedicação, seriedade e compromisso dos estudantes e pesquisadores orientadores, este documento reúne os resultados de 19 trabalhos desenvolvidos pelos bolsistas.

Por fim, a qualidade dos trabalhos nesta publicação representa, além dos conhecimentos gerados, a colaboração da Embrapa Amazônia Ocidental na formação de recursos humanos no Amazonas, contribuindo efetivamente para iniciação científica, formação acadêmica e profissional dos estudantes.

Wenceslau Gerales Teixeira
Coordenador do Programa de Iniciação Científica

Sumário

Seção I – Entomologia

- Toxicidade Crônica de Fungicida para Minhocas (*Eisenia fetida*).....13**
Susy Pinheiro; Marcos Vinícius Bastos Garcia; Marcus Torres de Brito; Camila Mestrinho

Seção II – Fitopatologia

- Obtenção e cultivo de isolados de *Moniliophthora perniciosa* Oriundos de Tecidos Infectados de *Theobroma spp.*.....19**
Adriana Costa Gil de Souza; Maria Geralda de Souza; Aparecida das G. Claret de Souza

- Construção de um Banco de Isolados: Padronização da Técnica de ISSR em *Mycosphaerella fijiensis*, Agente Causal da Sigatoka-Negra.....23**
Andréa Ramires de Souza; Luadir Gasparotto; Rogério Eiji Hanada; Nelcimar Reis Sousa; Gilvan Ferreira da Silva

Seção III – Fitotecnia

- Influência do Uso de Auxinas na Estaquia de *Bertholletia excelsa* H. B. K.....33**
Railma Pereira Moraes; Lucinda Carneiro Garcia

- Análise Financeira Comparativa entre o Custo de Produção do Dendezeiro em Monocultivo e Intercalado com Culturas Semiperenes em Áreas Degradadas da Amazônia Ocidental.....39**
Josiney Barbosa Sampaio; Raimundo Nonato Carvalho da Rocha; Maria do Rosário Lobato Rodrigues; Ricardo Lopes

- Produção de Biomassa de *Pothomorphe peltata* Miq., em Função de Fontes de Adubo Orgânico, nas Condições de Manaus, AM.....45**
Josias P. Queiroz; Francisco Celio M. Chaves; Rafaely das C. Lameira; Lauter Silva Souto ; Ana Cristina da Silva Pinto; Adrian Martin Pohlit; Paulo Cesar Teixeira

- Produção de Biomassa, Relação Folha/Caule e Teor de Óleo Essencial de Pimenta-de-Macaco, em Função de Espaçamentos e Épocas de Corte, nas Condições de Manaus, AM.....49**
Rafaely das Chagas Lameira; Francisco Celio M. Chaves; Lauter Silva Souto; Antônia Lima Silva; Josias Pedroso Queiróz; Humberto Ribeiro Bizzo

- Produção de Mandioca em Cultivos Consorciados com Plantas Leguminosas no Estado do Amazonas.....59**
Paulo César Teixeira; Wanderlei Antônio Alves Lima; Ivanilde Lima Mesquita

- Seleção de Genótipos de Pimenta-de-Cheiro.....69**
Liliane dos Santos Oliveira; Ricardo Lopes; Francisco Célio M. Chaves; Silfran Rogério; Marialva Alves; Raimundo Nonato Carvalho da Rocha; Maria Teresa Gomes Lopes

Seção IV – Floresta

Avaliação Silvicultural do Mogno (*Swietenia macrophylla*) em Plantios Mistos.....75

Regianny Pantoja Nogueira; Silas Garcia Aquino de Sousa

Determinação do Estoque de Carbono Acima do Solo da Espécie *Eucalyptus var. urophylla x grandis* (Eucalipto) na Amazônia Ocidental.....79

Roberval M. B. Lima; André Luiz B. da Cunha

Seção V – Imagem Institucional

Melhoria da Imagem Institucional da Embrapa Amazônia Ocidental por meio da Homepage.....89

Márcio Alexandre dos Santos Silva; Jeferson Luis Vasconcelos de Macêdo; Maria José Tupinambá

Seção VI – Piscicultura

Avaliação da Atividade Anti-helmíntica de Banhos Terapêuticos com Eugenol em Tambaqui (*Colossoma macropomum*) Infectados com Monogenoides.....95

William Sandro da Cunha Miranda; Cheila de Lima Boijink; Edivania Carvalho

O Uso de Alho na Ração para Tambaqui (*Colossoma macropomum*) para Prevenção de Parasitas.....103

Patrícia Teixeira Ribeiro; Edivânia Carvalho; William Miranda; Cheila de Lima Boijink; Luis Antonio Kioshi Aoki Inoue

O Uso do Eugenol para o Bem-Estar Durante o Transporte do Tambaqui (*Colossoma macropomum*).....107

Carla Leite Duarte; Jaydione Luiz Marcon; Luis Antonio Inoue

Toxicidade Aguda do Fungicida Oxicloreto de Cobre para o Tambaqui (*Colossoma macropomum*).....113

Marcus V. T. de Brito; Terezinha B. Garcia; Marcos V. B. Garcia

Seção VII – Plantas Medicinais

Análise Preliminar da Diversidade entre Plantas de Crajiru Mantidas na Coleção de Plantas Medicinais Aromáticas e Condimentares da Embrapa Amazônia Ocidental.....119

Natália Dayane Moura Carvalho; Paula Cristina da Silva Angelo; Francisco Célio Maia Chaves

Seção VIII – Solos

Avaliação das Características Químicas e Físicas do Solo e da Produção de Pastagem de Várzea Submetida a um Sistema de Pastejo Rotacionado no Estado do Amazonas.....127

Geraldo Max Linhares; Rogério Perin; Gilvan Coimbra Martins

Comparação de Métodos para Determinação da Densidade do Solo das Principais Classes de Solo na Amazônia Central.....133

Cíntia Castro Quaresma; Wenceslau Geraldes Teixeira; Rodrigo Santana Macedo

Seção I – Entomologia

Toxicidade Crônica de Fungicida para Minhocas (*Eisenia fetida*)

Susy Pinheiro
Marcos Garcia
Marcus Torres de Brito
Camila Mestrinho

Resumo

Os fungicidas à base de cobre são amplamente usados nas várzeas próximas de Manaus, para controle de doenças em plantas cultivadas. Agrotóxicos à base de cobre, quando usados de modo intensivo, podem se acumular no ambiente e causar toxicidade aos organismos do solo. Além disso, o cobre em excesso pode comprometer alguns processos biológicos fundamentais para o uso agrícola a longo prazo. Diante disso, faz-se necessário o conhecimento do potencial ecotoxicológico desse elemento para o solo. Neste estudo foi avaliada a toxicidade crônica do fungicida oxicloreto de cobre para a fauna de solo, utilizando a minhoca (*Eisenia fetida*) como organismo indicador. O parâmetro avaliado foi o crescimento dos juvenis de *E. fetida* quando expostos a concentrações subletais de oxicloreto de cobre. Os ensaios de toxicidade foram feitos em laboratório, com substrato composto de esterco bovino. Ao contrário do que foi confirmado por outros autores, no presente estudo não foi observado efeito do oxicloreto de cobre sobre o desenvolvimento de minhocas.

Termos para indexação: ecotoxicologia, cobre, risco ambiental.

Introdução

A atividade agrícola na Amazônia, em geral, requer o uso intensivo de produtos químicos devido à grande diversidade de pragas e doenças. Embora a agricultura nessa região seja em sua maioria baseada na agricultura familiar, em pequenas áreas cultivadas, o uso de agrotóxicos, sobretudo de fungicidas, faz parte da rotina dos sistemas de cultivo. Vários fatores têm sido apontados como risco à diversidade biológica das regiões tropicais, mas o efeito de poluentes químicos sobre a biodiversidade do solo tem sido pouco considerado. Apesar de a fauna do solo ter papel importante na decomposição da matéria orgânica no ciclo de nutrientes e estrutura física no solo, apenas recentemente têm-se realizados estudos sobre a toxicologia de pesticidas para organismos do solo. As minhocas são componentes importantes da comunidade de decompositores no solo e, juntamente com outros organismos, têm papel crucial na atividade de decomposição, mineralização de nutrientes e estrutura do solo. Entretanto, as minhocas são incapazes de desempenhar essa função essencial se expostas a solos contaminados por substâncias químicas, orgânicas e inorgânicas (EDWARDS e BOHLEN, 1997). Além de consideradas como potenciais indicadores da qualidade do solo e do ecossistema, as minhocas também são usadas amplamente como indicadoras da contaminação de solos e dos impactos ambientais de substâncias potencialmente tóxicas (EDWARDS et al., 1996). As populações de minhoca podem ser influenciadas quando o solo é contaminado por substâncias químicas estranhas (xenobióticos), tais como pesticidas, metais pesados, hidrocarbonetos de petróleo, o que evidentemente impede sua ação benéfica no solo, refletindo no funcionamento de todo o ecossistema.

O fungicida à base de cobre é amplamente utilizado nas várzeas próximas de Manaus para controle de doenças em plantas cultivadas (WAICHMAN et al., 2002). Esses defensivos, quando usados sem critérios, podem se acumular no ambiente e causar toxicidade aos organismos do solo. Além disso, solos com excesso de elementos como o cobre podem comprometer alguns de seus processos biológicos, fundamentais para o uso agrícola a longo prazo.

Geralmente, estudos de toxicidade de substâncias químicas para minhocas baseiam-se na avaliação da mortalidade. Esses são feitos em ensaios de toxicidade aguda (mortalidade) e, em geral, os organismos são expostos durante curtos períodos e em concentrações muitas vezes mais altas que a encontrada no ambiente natural contaminado. No ambiente natural, as minhocas são normalmente expostas a concentrações mais baixas do contaminante (às vezes subletais) e durante longo período de tempo. Portanto, apenas o efeito letal não é medida adequada da sensibilidade de minhocas aos xenobióticos. O estresse causado pela presença de contaminante pode afetar o crescimento e a maturação reprodutiva das minhocas mesmo antes de ocorrer mortalidade na população (HELLING et al., 2000).

Portanto, os parâmetros indicadores de exposição subletal são de extrema importância na avaliação de risco de substâncias químicas para minhocas. Neste estudo, foi avaliado o efeito do cobre no crescimento de minhocas. Estudos toxicológicos de fungicidas, bem como de outros agrotóxicos sobre a biota do solo, são bases para a elaboração de uma análise de risco ambiental.

Material e Métodos

Seleção da espécie indicadora

Eisenia fetida (Oligochaeta, Lumbricidae)

Espécie de minhoca comum em criações para produção de húmus e compostagem. Atualmente é o organismo recomendado em protocolos internacionais para ser usado em testes padronizados de toxicidade de substâncias químicas para o solo, em regiões temperadas (OECD, 1984) e tropicais (IBAMA, 1990).

Neste trabalho, foram utilizadas culturas de *E. fetida* previamente estabelecidas no Laboratório de Entomologia da Embrapa Amazônia Ocidental, originalmente adquiridas de criadores de minhocas nos arredores de Manaus. As minhocas foram mantidas em caixas de plástico (25 cm x 36 cm área, 12 cm de altura) com um substrato que consiste de esterco bovino, em temperatura ambiente (25 °C a 30 °C; média = 28 °C), umidade relativa do ar próximo de 80%, e expostas a um ciclo luminoso natural (12h luz /12h escuro). As minhocas foram alimentadas uma a duas vezes por semana com esterco bovino seco, triturado e isento de urina ou de qualquer contaminação por substâncias químicas.

Seleção do fungicida

Testes de toxicidade foram feitos com a formulação comercial de fungicida à base de oxicloreto de cobre. Trata-se de um fungicida de ação de contato, do grupo químico cúprico, que contém 588 g/kg do ingrediente ativo oxicloreto de cobre, correspondendo a 35% de cobre metálico. Possui amplo espectro de controle das doenças fúngicas em várias culturas, principalmente na horticultura e fruticultura.

Procedimento experimental

O sistema para determinação da toxicidade crônica (efeito sobre crescimento) do fungicida oxicloreto de cobre para *E. fetida* foi baseado em Helling et al. (2000). As diferentes concentrações desse fungicida foram preparadas com base na massa seca (ms) do substrato, i.e., cada concentração representa a quantidade do ingrediente ativo em mg/kg do substrato (por ex.: 3,16 mg i.a./kg). Em cada réplica experimental, o ingrediente ativo foi diluído em água destilada, adicionado e misturado em 300 g de massa seca de substrato, em frasco de vidro (vol.1,3 L) com tampas de plástico, perfuradas. A umidade do substrato foi ajustada para 35% ± 5% de massa seca. Após contaminação em diferentes concentrações, amostras foram retiradas para cálculo da umidade e pH do substrato, em uma réplica de cada tratamento. Em seguida 10 indivíduos juvenis (não clitelados) de *E. fetida* pesando entre 100 mg e 200 mg foram colocados no substrato e incubados à temperatura de 28 °C ± 2 °C sob fotoperíodo de 12h / 12h. Após 28 dias foi feita avaliação da biomassa e do número de indivíduos que alcançaram a maturidade sexual (presença de clitelo) em cada tratamento. As concentrações foram definidas em função da recomendação de aplicação (kg do ingrediente ativo/hectare) fornecida pelo fabricante. Além disso, foram utilizadas faixas de concentração que representam a concentração de exposição prevista no ambiente, cuja estimativa é feita com base no número de aplicações que os agricultores utilizam durante o ciclo de cultivo.

O efeito de concentrações subletais dos fungicidas sobre a taxa de crescimento dos juvenis foi avaliado em experimento com delineamento inteiramente casualizado em cinco tratamentos (cinco concentrações) e controle, com quatro repetições, conforme o seguinte procedimento:

- Preparação do substrato: esterco bovino seco e livre de contaminação.
- Preparação de frascos contendo 300 g do substrato (peso seco).
- Aplicação da mistura da solução do fungicida para cada tratamento.
- Seleção de juvenis pesando entre 100 mg e 200 mg.
- Distribuição de 10 juvenis em cada réplica.

A umidade nos recipientes foi mantida através do controle do peso, a cada semana, i.e., o peso inicial foi corrigido com adição de água destilada.

Resultados e Discussão

Ao contrário do que foi relatado por Helling et al. (2000), neste estudo, os juvenis de *E. fetida* submetidos a doses subletais de oxiclreto de cobre não tiveram seu crescimento reduzido. Mesmo nas concentrações maiores, o crescimento foi superior ao do controle (Tabela 1 e Fig. 1). Entretanto a idade dos juvenis utilizados nesse experimento foi maior que aquela usada nos experimentos de outros autores. Além disso, os ensaios foram feitos em maior temperatura de incubação. Tais diferenças podem explicar a ausência de efeito no presente estudo.

Tabela 1. Toxicidade crônica de oxiclreto de cobre (baseado na concentração de cobre) para *E. fetida* em substrato orgânico.

Tratamento mg Cu/kg	Biomassa (mg) 0° Dia	Biomassa (mg) 28° Dia	% crescimento	Mortalidade [%] 28° Dia	Biomassa (mg) 56° Dia	% crescimento	Mortalidade [%] 56° Dia	pH
Controle	150±4,7	275,4±43,3	82,6	2,5	467,2±47,8	209,7	5	8,06
3,5	153,2±	264,1±60,6	72,5	5,0	477,0±99,9	211,5	4	7,44
14	151,2±3,2	221,8±22,4	46,7	5,0	437,9±21,3	189,6	6	7,75
35	162,5±4,8	287,5±31,2	76,9	7,5	510,3±33,7	214,1	10	7,69
140	149,0±18,0	286,5±7,6	92,4	15,0	536,2±54,6	260,0	15	7,68
350	149,8±17,5	276,7±38,7	84,4	2,5	544,2±52,3	263,4	2,5	7,75

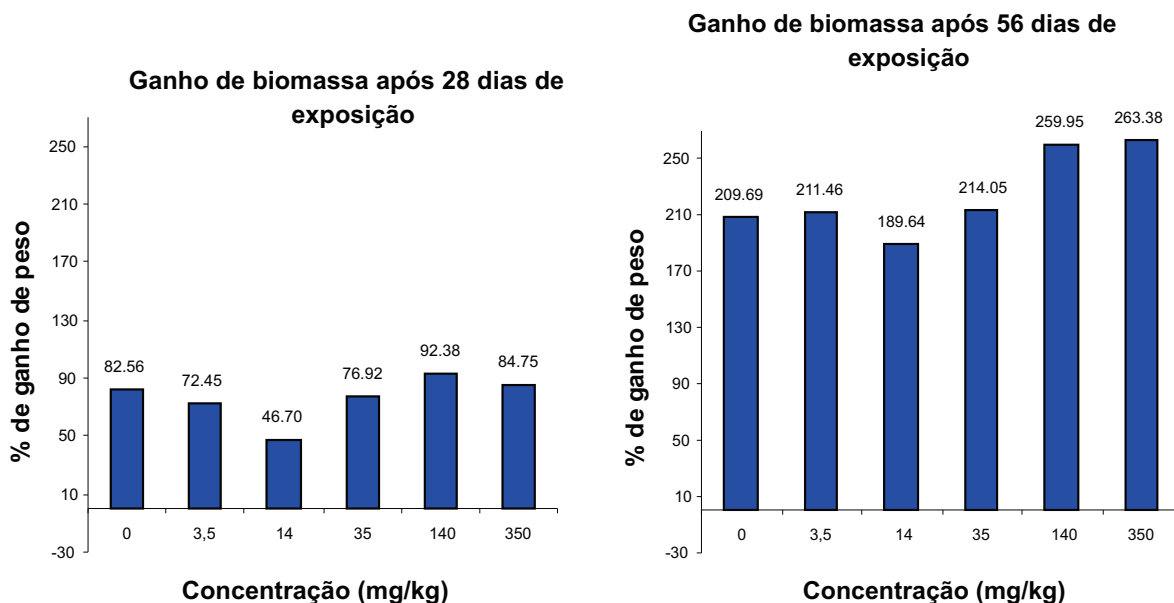


Fig. 1. Efeito de oxiclreto de cobre no crescimento de *E. fetida*.

Conclusões

Mais estudos a respeito do efeito crônico de oxicloreto de cobre sobre minhocas precisam ser realizados, para melhor compreensão da sensibilidade desses organismos ao fungicida testado.

Agradecimentos

Os autores são gratos à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), pela concessão da bolsa de iniciação científica.

Referências

EDWARDS, C.A. & BOHLEN, P.R. **Biology of Earthworms**. London: Chapman & Hall. 276 pp., 1997.

EDWARDS, C.A.; SUBLER, S.; CHEN, S.K.; BOGOMOLOV, D.M.. Essential criteria for selecting bioindicator species, processes, or systems to assess the environmental impact of chemicals on soil ecosystems. In: VAN STRAALLEN, N.M.; KRIVOLUTSKY, D.A. (Ed.). **Bioindicator systems for soil pollution**. Kluwer Academic Publishers, 1996, p. 67-84.

HELLING, B., REINECKE, S.A., REINECKE, A.J. Effects of the fungicide copper oxychloride on the growth and reproduction of *Eisenia fetida* (Oligochaeta). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 46, 108116, 2000.

IBAMA. **Manual de testes para avaliação da ecotoxicidade de agentes químicos**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis, 2ª. ed. Brasília, 1990. 351p.

OECD. **Organisation for economic cooperation and development: OECD-Guideline for testing of chemicals No. 207. Earthworm acute toxicity test**, Paris, 1984.

WAICHMAN, A.V.; RÖMBKE, J.; RIBEIRO, M.O.A.; NINA, N.C.S. Use and fate of pesticides in the Amazon state, Brazil: Risk to human health and the environment. **ESPR - Environmental Science and Pollution Research**, v. 9, n. 6, p. 423-428, 2002.

Seção II – Fitopatologia

Obtenção e Cultivo de Isolados de *Moniliophthora perniciosa* Oriundos de Tecidos Infectados de *Theobroma* spp.

Adriana Costa Gil de Souza
Maria Geralda de Souza
Aparecida das Graças Claret de Souza

Resumo

A doença vassoura-de-bruxa do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa*, é um dos principais fatores limitantes à expansão da cultura no Estado do Amazonas. Objetivou-se, neste trabalho, obter isolados de *M. perniciosa* oriundos de cupuaçuzeiro e de *Theobroma* spp. de diferentes locais para estudos futuros de patogenicidade e relacionados ao melhoramento genético do cupuaçuzeiro visando à resistência. Os isolados foram obtidos a partir de tecido infectado (vassoura verde) e de basidiósporos liberados de basidiocarpos, em meio ágar-água, produzidos em vassouras secas. As amostras foram cultivadas nos meios BDA (batata, dextrose e agar), repicadas para MGLA (malte, glicerol, levedura e agar). Foram obtidos 19 isolados de *M. perniciosa* dos quais 15 foram de cupuaçuzeiro e 4 de diferentes espécies de *Theobroma*, coletados nos estados do Amazonas, do Amapá, do Pará e de Roraima.

Termos para indexação: vassoura-de-bruxa, *Theobroma* sp., marcadores moleculares.

Introdução

A vassoura-de-bruxa, causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* (AIME e PHILLIPS-MORA, 2005), é a principal doença do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Wilt ex. Spreng), sendo um dos principais fatores limitantes à expansão da cultura no Estado do Amazonas (LIMA et. al., 1997). A doença é endêmica na região amazônica. Os sintomas ocorrem nos tecidos meristemáticos em crescimento ativo provocando a hipertrofia dos tecidos infectados. Quando a infecção ocorre no início do desenvolvimento, os frutos paralisam o crescimento, secam e permanecem pendurados na planta. Nas infecções tardias, os frutos maduros exibem manchas escuras e em alguns casos protuberâncias na casca. A produção de basidiocarpos ocorre em vassouras secas e necróticas, mais frequentemente a partir de maio, com pico em junho (BECHIMOL et al., 2001).

A doença ocorre em outros hospedeiros, além do cupuaçuzeiro e do cacauzeiro (*T. cacao*), como: *T. bicolor*, *Herrania* spp., *Bixa orellana*, alguns cipós da família Bignoniaceae e Malpighiaceae (LUZ et al., 1997; BASTOS et al., 1998). A ocorrência de hospedeiros alternativos contribui para o aumento da variabilidade genética do fungo, que vem passando por processos evolutivos constantes, o que possibilita a ocorrência de diferenciação genética entre esses isolados (GRAMACHO et al., 2008). Assim, a obtenção de diferentes isolados, oriundos de hospedeiros e regiões diferentes, é o primeiro passo para que trabalhos possam ser realizados, uma vez que o conhecimento da diversidade genética de *M. perniciosa* tem grande importância em estudos de patogenicidade e relacionados ao melhoramento genético visando à resistência. Vale ressaltar a importância de misturas representativas de populações do fungo de diferentes regiões e hospedeiros, para a utilização em estratégias eficientes e duradouras de resistência que possam ser empregadas

nos programas de melhoramento genético. Sendo assim, objetivou-se neste trabalho obter isolados de *M. perniciosa* oriundos de cupuaçuzeiro e de *Theobroma* spp. de locais diferentes, para estudos futuros de patogenicidade e relacionados ao melhoramento genético visando à resistência.

Material e Métodos

O isolamento do fungo foi realizado por meio de método indireto e direto. No método indireto foram utilizadas partes de tecido infectado (vassoura verde) que após assepsia foram colocadas em meio BDA (250 g de batata, 15 g de ágar, 20 g de dextrose e 1.000 ppm de tiofanato metílico). O método de isolamento direto foi realizado a partir da coleta de basidiocarpos em vassouras secas no campo, mantidas sob condições artificiais com 8 horas de molhamento, os quais foram tratados com estreptomicina 150 µg.mL⁻¹ e, em seguida, lavados em água destilada esterilizada. Posteriormente eles foram fixados pela sua face dorsal no centro da tampa de placas de petri com pasta de vaselina, permanecendo a face inferior livre para ejeção de basidiósporos, que foram coletados na face inferior da placa de petri contendo meio ágar-água (AA) a 2%. Após deposição os basidiósporos foram transferidos para meio enriquecido MLGA (1,7 g de extrato de malte, 5 g de extrato de levedura, 50 g de glicerol e 20 g de ágar).

Resultados e Discussão

Foi obtido um total de 19 isolados, destes, 8 foram do Amazonas, 8 do Amapá, 1 do Pará e 2 de Roraima. Os isolados foram obtidos de 4 diferentes hospedeiros, 15 de cupuaçu (*T. grandiflorum*), 0 de cacau (*T. cacao*) 1 de cacau azul (*T. spruceanum*) e 1 de cupuí (*T. subincanum*) (Tabela 1). Houve produção de basidiocarpos em vassouras secas de cacau e cupuaçu em condições controladas com períodos intermitentes de umidade e seca. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por diversos autores

(BECHIMOL, 2000; OLIVEIRA e LUZ, 2005; ROCHA e WHEELER, 1985), os quais submetem vassouras secas a regime de 8 horas de molhamento para a produção de basidiocarpos.

Estes resultados são preliminares, e os trabalhos para obtenção de novos isolados e avaliação da diversidade de *M. pernicioso* será a próxima fase deste trabalho.

Tabela 1. Relação de isolados de *M. pernicioso* obtidos do hospedeiro *Theobroma* sp. de algumas regiões na Amazônia.

Isolados	Local da coleta	Código
<i>Theobroma grandiflorum</i>	Campo Exp. Embrapa Amazônia Ocidental	Mp* 01
<i>Theobroma cacao</i>	Ceplac/AM	Mp 02
<i>Theobroma grandiflorum</i>	Cantá/RR, vicinal – Confiança	Mp 03
<i>Theobroma grandiflorum</i>	Campo Exp. Embrapa Roraima	Mp 04
<i>Theobroma cacao</i>	Campo Exp. do Caldeirão, AM	Mp 05
<i>Theobroma spruceanum</i>	Campo Exp. Embrapa Amazônia Ocidental	Mp 06
<i>Theobroma subincanum</i>	Campo Exp. Embrapa Amazônia Ocidental	Mp 07
<i>Theobroma grandiflorum</i>	Embrapa/Viveiro/AM	Mp 08
<i>Theobroma grandiflorum</i>	Amapá	Mp 09
<i>Theobroma grandiflorum</i>	Amapá	Mp 10
<i>Theobroma grandiflorum</i>	Amapá	Mp 11
<i>Theobroma grandiflorum</i>	Amapá	Mp 12
<i>Theobroma grandiflorum</i>	Amapá	Mp 13
<i>Theobroma grandiflorum</i>	Amapá	Mp 14
<i>Theobroma grandiflorum</i>	Amapá	Mp 15
<i>Theobroma grandiflorum</i>	Amapá	Mp 16
<i>Theobroma grandiflorum</i>	Manacapuru, AM	Mp 17
<i>Theobroma grandiflorum</i>	Rio Preto da Eva, AM	Mp 18
<i>Theobroma grandiflorum</i>	Pará	Mp 19

*Mp = *M. pernicioso*.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq pela bolsa de iniciação científica; à Embrapa Amazônia Ocidental; à pesquisadora Maria Geralda de Souza; à equipe do laboratório de Fitopatologia; e a Michelly Cristo.

Referências

AIME, M. C.; PHILLIPS-MOURA, W. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. **Mycologia**, v. 97, p. 1.012-1.022, 2005.

BASTOS, C. N.; FONSECA, S. E. A.; MELO, W. F. (1998). Mascagniacf. sepium, native liana of the Brazilian Amazon, as host of *Crinipellis pernicioso*. **Fitopatologia Brasileira**, 23:504. (Resumo).

BECHIMOL, R. L. (2000). **Doenças do cupuaçuzeiro causadas por fungos**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 50p.

BECHIMOL, R. L.; ALBUQUERQUE, F. C.; NASCIMENTO, R. M. (2001). Aspectos epidemiológicos da vassoura-de-bruxa do cupuaçuzeiro na microrregião de Belém, PA. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 36, n. 2, pp. 279-283.

GRAMACHO, K. P.; PIRES, J. L.; LOPES, U. V.; BEZERRA, J. L. (2008). **Vassoura-de-bruxa, evolução do fungo e necessidade de remoção das partes afetadas em clones resistentes**. Boletim Técnico-Centro de Pesquisa do Cacau, Ilhéus, BA. 12p. n°191.

LIMA, M. I. M.; SOUZA, A. das G. C. **Diagnose das principais doenças do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) (Wild ex. Spreng.) e seu controle**. Manaus: Embrapa-CPPA, 1997. 18 p. (Embrapa-CPPA. Documentos, 9).

LUZ, E. D. M. N.; BEZERRA, J. L.; REZENDE, M. L. V. de; OLIVEIRA, M. L. de. (1997). **Doenças do cacauzeiro**. In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. (Eds.) Controle de doenças de plantas. Viçosa: UFV/Imprensa Universitária. pp.611-616.

OLIVEIRA, M. L.; LUZ, E. D. M. N. **Identificação e manejo das principais doenças do cacauzeiro no Brasil**. Ilhéus: CEPLAC/CEPEC/SEFIT, 2005. 132 p.

ROCHA, H. M.; WHEELER, B. E. J. Factors influencing the production of basidiocarps and the deposition and germination of basidiospores of *Crinipellis pernicios*, the causal agent fungus of witches' broom on cocoa (*Theobroma cacao*). **Plant Pathology**, 34:319-328. 1985.

Construção de um Banco de Isolados: Padronização da Técnica de ISSR em *Mycosphaerella fijiensis*, Agente Causal da Sigatoka-Negra

Andréa Ramires de Souza
Luadir Gasparotto
Rogério Eiji Hanada
Nelcimar Reis Sousa
Gilvan Ferreira da Silva

Resumo

A banana constitui parte importante da alimentação e renda dos pequenos produtores rurais. No entanto, vários fatores são limitantes da produção, como manejo inadequado e ataque de doenças, entre as quais a sigatoka-negra, causada pelo fungo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, que ataca a bananeira. Essa tem sido considerada a doença mais importante na maioria das regiões produtoras do mundo. O estudo da diversidade, juntamente com a busca de estratégias para o controle da doença, principalmente por meio de melhoramento visando à resistência, é a forma mais econômica e ambientalmente correta. Desse modo, este trabalho teve por objetivo construir um banco de isolados e padronizar a técnica de ISSR em *M. fijiensis*. Os isolados foram obtidos a partir dos ascósporos ou conídios e mantidos em meio BDA. Para extração de DNA, os isolados foram crescidos sob agitação em meio líquido usando maltose como única fonte de carbono. A partir de 15 diferentes cultivares de bananeira, foram obtidos 82 isolados de três estados (Amazonas, Mato Grosso e São Paulo), destes, 63 são do Amazonas, 14 do Mato Grosso e 5 de São Paulo. Para triagem dos *primers* de ISSR, foi extraído DNA de 12 isolados e testado com dez diferentes *primers*.

Termos para indexação: bananicultura, diversidade genética, fitopatógeno, marcadores moleculares, ISSR.

Introdução

No Brasil, *M. fijiensis* foi detectado inicialmente no Amazonas em 1998, no Município de Tabatinga, fronteira do Brasil com a Colômbia e o Peru. Desde então, o fungo se alastrou rapidamente em todos os municípios do estado e tem se expandido rapidamente pelo País. A alta capacidade destrutiva do patógeno faz com que a doença adquira grande importância econômica e social (GASPAROTTO et al., 2006).

De modo geral, os esporos são disseminados a longas distâncias, pelo vento, por embalagens usadas no transporte de bananas, pelo caminhão transportador, pela água, por mudas infectadas e até por pessoas que tenham contato direto com o cultivo de banana. Por esse motivo, Hanada et al. (2004) estudaram formas de inibir a germinação de conídios.

Em virtude da recente introdução de *M. fijiensis* no Brasil e das condições climáticas aqui encontradas, é de salutar importância obter mais conhecimento sobre variações genéticas da população do patógeno. O estudo da diversidade, juntamente com a busca de estratégias para o controle da doença, principalmente por meio de melhoramento visando à resistência, é a forma mais econômica e ambientalmente correta. Por esse motivo, a análise molecular da diversidade é crucial para a determinação da estrutura genética da população. E conseqüentemente auxilia no direcionamento de estratégias de melhoramento e até mesmo no manejo de fungicida em agroecossistemas (MCDONALDS e LINDE, 2002).

A estrutura genética de uma população é a quantidade e distribuição das variações genéticas dentro e entre populações. Estas são conseqüências das interações entre diferentes forças que afetam a evolução da população e permitem inferências a respeito da

capacidade de dispersão do patógeno, taxa de mutações, forma de reprodução, grau de variabilidade genética, tamanho populacional efetivo, potencial de causar epidemias, distribuição dos genes de virulência e patogenicidade. O conhecimento dessas variações genéticas permite a compreensão dos processos evolutivos ocorridos e suas perspectivas futuras (BURDON e SILK, 1997; MCDONALDS e LINDE, 2002; ANDERSON et al., 2004).

O estudo da diversidade por meio de marcadores moleculares possui como vantagem o fato de esses marcadores permitirem ampla amostragem do genoma. Várias ferramentas moleculares têm sido disponibilizadas para o estudo de diversidade em fungos, entre as quais podemos destacar: Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD), Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP), Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP), Single Nucleotide Polymorphisms (SNPs), Simple Sequence Repeats (SSR), Inter simple sequence repeat (ISSR), ITS (Internal Transcribed Spacer) e mais recentemente a técnica chamada de Diversity Arrays Technology-DarT (WITTENBERG, 2007; YANG et al., 2006), entre várias outras ferramentas disponíveis.

Os microssatélites, também chamados de SSR, são regiões no genoma eucarioto que possuem repetições em tandem de mono-, tri-, tetra-, penta- ou até mesmo hexanucleotídeos, que se repetem várias vezes de maneira idêntica (motivos). As sequências de DNA que flanqueiam os microssatélites são geralmente conservadas entre os indivíduos de uma mesma espécie, ou até mesmo entre espécies relacionadas, permitindo a confecção de *primers* específicos que as amplificam, via PCR (POWELL et al., 1996; FISHER et al., 1996; HITE et al., 1996; PRIMMER et al., 1997; FERREIRA e GRATTAPAGLIA, 1998; TÓTH et al., 2000; HAYDEN e SHARP, 2001). Os genomas cloroplástico e mitocondrial também possuem SSR, mas

em geral se trata de repetições mononucleotídicas (POWELL et al., 1996; FERREIRA e GRATTAPAGLIA, 1998).

Os ISSR são produtos de PCR obtidos usando-se *primers* com repetição de di- tri- tetra- ou pentanucleotídeos. Esse marcador é baseado na amplificação entre regiões de microssatélite e vem sendo extensivamente usado nos últimos anos em diferentes organismos, inclusive fungos: *Acromyrmex* ssp. (ABRIL e BUCHER, 2007), *Fusarium pseudograminearum* (MISHRA et al., 2006), *Bouveria bassiana* (ESTRADA et al., 2006), entre vários outros.

Este trabalho teve como principal objetivo construir um banco de isolados de *M. fijiensis*, agente causal da sigatoka-negra. Esse banco será de fundamental importância para estudos da estrutura genética da população do patógeno, por meio de marcadores moleculares e análise de virulência ou patogenicidade. Além de contribuir de maneira efetiva para a caracterização genética desse fitopatógeno, esses estudos permitirão aperfeiçoar o manejo de genes de resistência e durabilidade dos métodos de controle empregados no cultivo de banana, que é um alimento de grande importância para todo o País.

Material e Métodos

Isolamento de *M. fijiensis*

Foi inicialmente realizado o método de isolamento direto de esporos das lesões foliares (GASPAROTTO et al., 2006) e isolamento por meio de conídios. O isolamento foi realizado a partir de material infectado coletado no Mato Grosso, em São Paulo e nos municípios de Manaus, Presidente Figueiredo, Rio Preto da Eva, Itacoatiara, Manacapuru e Novo Airão, no Amazonas.

Para o isolamento a partir de ascósporos, após a seleção do material com alta quantidade de peritécio, discos de 1,7 cm de diâmetro do tecido lesionado foram grampeados em papel filtro de 11 cm de diâmetro (4 discos por papel filtro), a desinfecção foi realizada em álcool 70% por um minuto, hipoclorito 2% por três minutos e água autoclavada por quatro minutos. Após esse tratamento, os discos foram colocados em placa com ágar-água com a superfície adaxial para cima, exposta ao meio de cultura por 24h; depois, identificados na placa e colocados na câmara de crescimento para que ocorra a ejeção de ascósporos no meio de cultura. O isolamento monospórico é obtido através da coleta de um único ascósporo ejetado dos peritécios existentes na parte adaxial da folha da bananeira infectada (Fig. 1). O isolamento de conídios foi realizado com uma alça de repicagem, com o auxílio de microscópio estereoscópico. Os isolados são mantidos em placa de petri e em tubo contendo BDA.

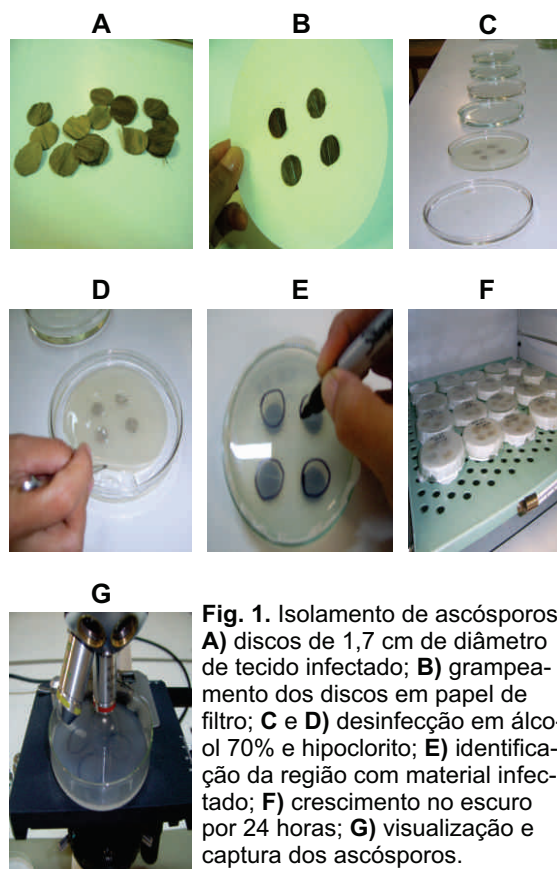


Fig. 1. Isolamento de ascósporos: **A)** discos de 1,7 cm de diâmetro de tecido infectado; **B)** grampeamento dos discos em papel de filtro; **C e D)** desinfecção em álcool 70% e hipoclorito; **E)** identificação da região com material infectado; **F)** crescimento no escuro por 24 horas; **G)** visualização e captura dos ascósporos.

Extração de DNA

Os isolados foram crescidos em meio malte líquido sob agitação para obtenção de massa micelial. O micélio foi coletado por filtração, lavado em água destilada e autoclavada, seco com papel toalha e estocado a 20 °C para posterior extração. As extrações de DNA foram feitas segundo Goodwin et al. (2001), quantificados por espectrofotometria, e a qualidade, analisada em gel de agarose a 0,8%.

Amplificação da região ITS (Internal Transcribed Spacers)

Um segmento do gene do RNA ribossomal no DNA nuclear compreendendo o ITS um e dois (ITS1 e ITS2) a e subunidade ribossomal 5,8S (coletivamente chapada de região ITS) foi amplificada usando os *primers* ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') e ITS5 (5'-GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG-3') As reações de PCR foram realizadas em volume de 20 µL usando 1X de tampão IB (Phoneutria contendo 1,5 mM de MgCl²), 0,5 µM de cada primer, 0,2 µM de dNTPs, 2 ng/µL do DNA genômico e 1 unidade de Taq DNA polimerase (Phoneutria). As condições de amplificação foram um ciclo inicial de 2 minutos a 94 °C, 40 ciclos de 94 °C por um min, 52 °C por 30s e 72 °C por 1 min, como um passo final de 7 min a 72 °C.

Caracterização usando ISSR (Inter Simple Sequence Repeat)

A sequência dos *primers* usados para amplificação das regiões ISSR foram baseadas na lista set#9 (*primers* 801-900) da University of British Columbia (UBC). Para triagem dos *primers* polimórficos e padronização das condições de amplificação, foram usados 12 isolados, os produtos amplificados separados por eletroforese em gel de agarose 1,5% contendo 0,3 µg de brometo de etídio por mL.

Para padronização das condições de PCR, analisou-se a concentração de *primers* (de 0,3 ng a 1,0 ng), de DNA (10 ng a 100 ng), magnésio (1,5 mM a 3,0 mM) e unidades de enzimas Taq polimerase (1U a 2,5U) dos fabricantes Phoneutria, Invitrogen e GoTaq do fabricante Promega. Os *primers* utilizados nesses testes foram: UBC : **801**-ATA TAT ATA TAT ATA T, **802**- ATATATATA TAT ATATG **803**-ATA TAT ATA TAT ATA **804**-TAT ATA TAT ATA TAT AA **805**-TAT ATA TAT ATA TAT AC **806**-TAT ATA TAT ATA TAT AG **807**- AGA GAG AGA GAG AGA GT **808** AGA GAG AGA GAG AGA GC **809** AGA GAG AGA GAG AGA GG **810** GAG AGA GAG AGA GAG AT. As condições de amplificação foram: um ciclo a 94 °C por 3 minutos; 40 ciclos a 94 °C 30 s, 45 °C por 1 min e 72 °C por 2 min, extensão final a 72 °C por 7 min, as reações foram amplificadas usando o termociclador Veriti™ (Applied Biosystems).

Para testar possível problema na síntese dos *primers* disponíveis na Embrapa CCAA, os oligos UBC 812 (GAG AGAG AGA GAG AGA A), 827 (ACA CAC ACA CAC ACA CG), 841 (GAG AGAG AGA GAG AGA YC), 888 (BDB CAC ACA CAC ACA CA), 890 (VHV GTG TGT GTG TGT GT) e 891 (HVH TGT GTG TGT GTG TG) oriundos de duas diferentes sínteses foram testados. A reação de PCR foi preparada num volume de 15 µL contendo tampão 1X GoTaq green, dNTP Mix 0,2 mM, *primer* 0,4 µM, DNA 1 ng/µL e 1 unidade de GoTaq DNA polimerase (Promega). As condições de amplificação foram: um ciclo a 94°C por 3 minutos; 40 ciclos a 94 °C por 30 segundos, 52 °C por 1 min e 72 °C por 2 min, extensão final a 72 °C por 7 min. Todas as reações foram amplificadas usando o termociclador Veriti™ (Applied Biosystems).

Resultados e Discussão

Isolamento de *M. fijiensis* de material infectado

O isolamento a partir de ascósporos foi realizado como descrito na metodologia. Entretanto, devido às dificuldades para isolamento da fase sexuada, foi necessário modificar o processo de coleta de material infectado e também a estratégia de isolamento, que passou a ser realizada a partir dos conídios. Essa modificação mostrou-se eficiente, uma vez que apenas 7 isolados foram obtidos durante período de fevereiro a abril, e 75 durante três meses, utilizando o isolamento a partir do conídio.

Constituição do banco de isolados

Um total de 82 isolados de *M. fijiensis* foi obtido a partir de amostras coletadas nos estados do Mato Grosso, São Paulo e Amazonas (Figura 2). No Estado do Amazonas, as coletas de material para isolamento foram oriundas dos municípios de Manaus, Presidente Figueiredo, Manacapuru, Rio Preto da Eva, Novo Airão

e Itacoatiara (Fig. 3).

A população de isolados obtida foi oriunda de 15 diferentes cultivares de bananeira pertencentes a grupos genômicos distintos. Em virtude da amplitude geográfica do Estado do Amazonas, foram realizadas coletas nos municípios de Manaus, Itacoatiara, Manacapuru, Rio Preto da Eva e Novo Airão (Figura 3). Desse modo, maior número de isolados pode ser observado quando se compara a população de isolados por unidades da Federação (Figura 2).

Quando analisadas as diferentes cultivares de bananeira em relação ao número total de isolados obtidos, a maioria pertence aos grupos: Maçã (20 isolados), Pacovan (18 isolados) e Prata (27 isolados), que são cultivares suscetíveis à sigatoka-negra. Isolados das cultivares FHIA 18, Thap Maeo e Figo Cinza, consideradas resistentes ou altamente resistentes, também foram obtidos. Esse número de menor isolados nas cultivares consideradas resistentes se deve ao fato de a infecção acontecer em menor grau, o que dificulta a obtenção de ascósporos ou conídios.

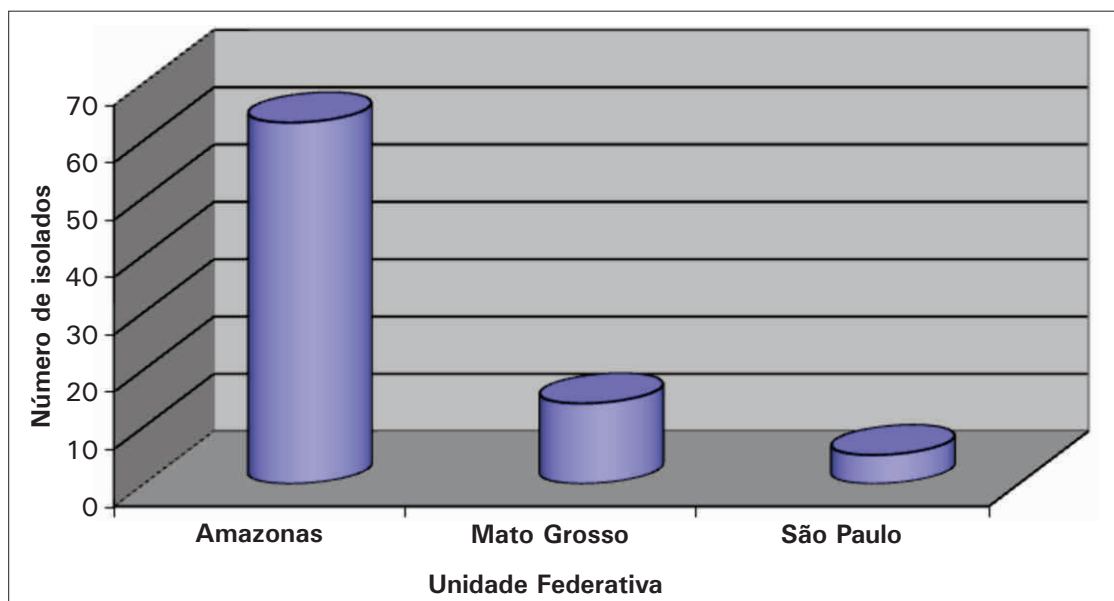


Fig. 2. Isolados de *M. fijiensis* por estados da Federação.

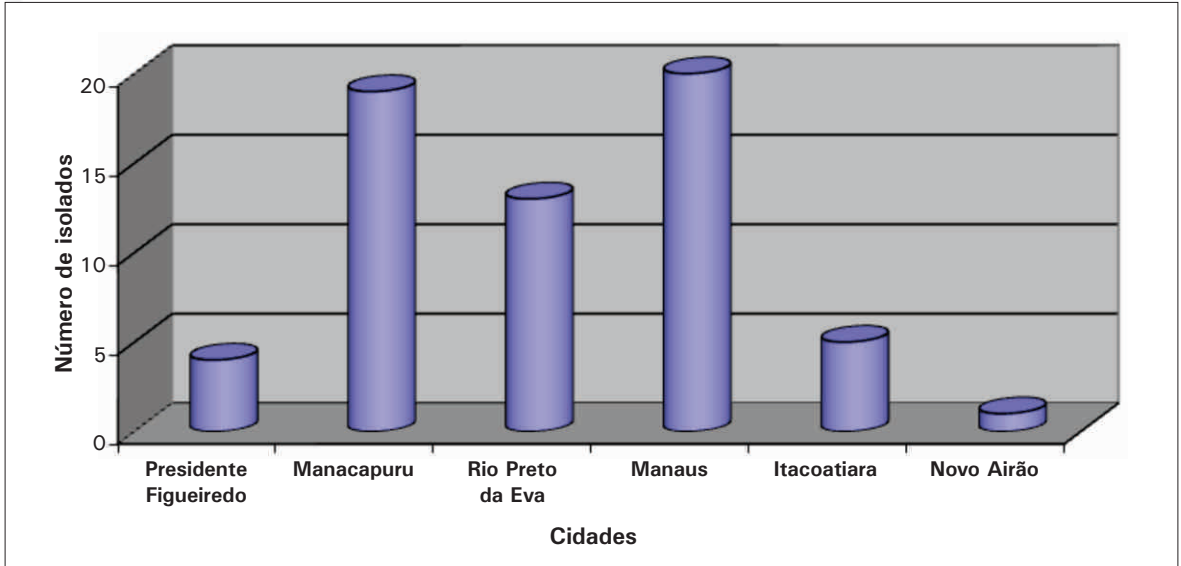


Fig. 3. Isolados de *M. fijiensis* obtidos no Estado do Amazonas.

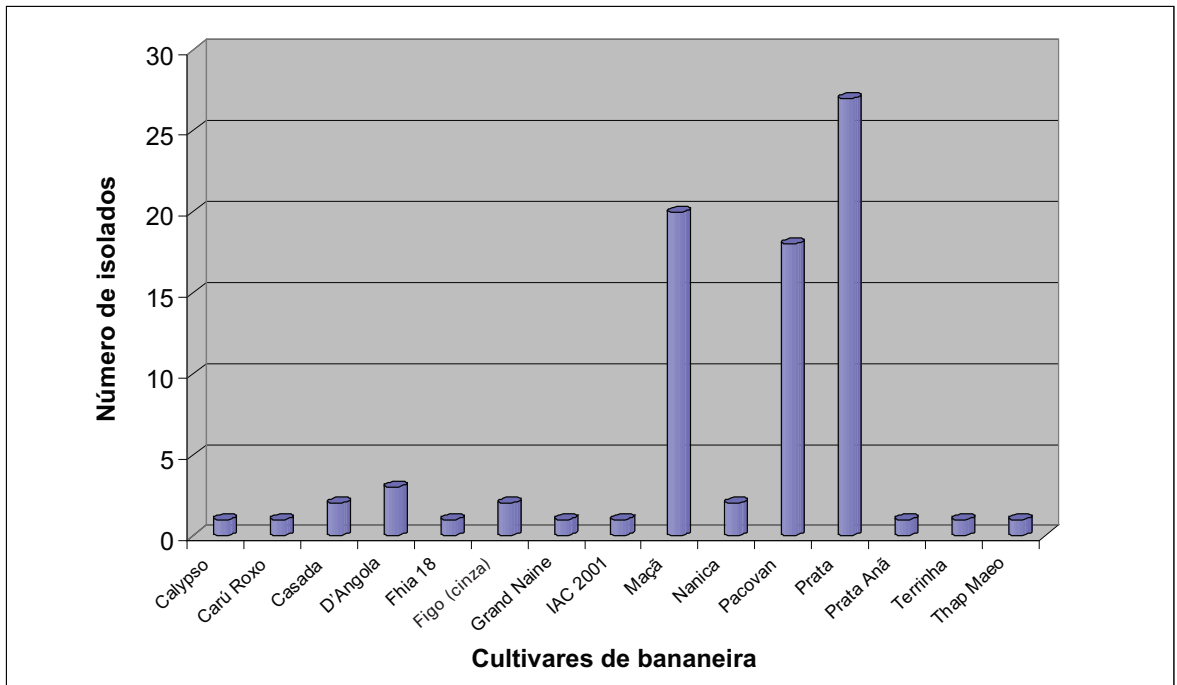


Fig. 4. Relação de isolados de *M. fijiensis* por cultivares de bananeira.

Caracterização usando ISSR (Inter Simple Sequence Repeat)

Foi extraído o DNA de 12 isolados para a padronização da técnica de ISSR e caracterização do polimorfismo entre regiões de microssatélite. Para determinar a fonte de carbono com maior taxa de crescimento do fungo, foram testados os meios de cultura BDA e malte. Maior massa micelial foi verificada quando a maltose foi utilizada como única fonte de carbono, desse modo o meio malte foi utilizado para crescimento e obtenção de massa celular para extração de ácido nucleico.

Para realizar a quantificação e chegar à qualidade do DNA extraído, um microlitro (1 μL) de cada amostra foi aplicado em gel de agarose 0,8% (Figura 5). Como está descrito na literatura, a extração de ácidos nucleicos, tanto DNA como RNA, de *M. fijiensis* apresenta como

uma das dificuldades a alta quantidade de melanina. A melanina é um pigmento de elevado peso molecular, produzida naturalmente por grande parte dos fungos, e está associada à patogenicidade. Durante a homogeneização do micélio no processo de extração, a melanina geralmente se liga ao ácido nucleico, além de coprecipitar com o DNA ou RNA, dificultando a quantificação por espectrofotometria. A contaminação com melanina também pode interferir na síntese de cDNA e na Reação em Cadeia da Polimerase (PCR). Para checar problemas na amplificação das amostras, foi utilizado o PCR da região ITS do rDNA por ser um sistema já padronizado em nosso laboratório. As amostras de DNA extraídas amplificaram a banda de tamanho esperado.

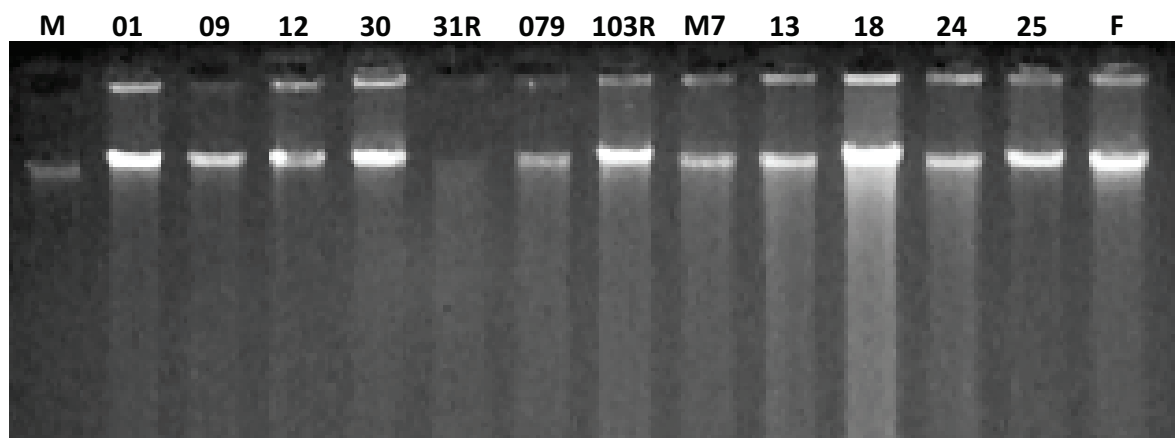


Fig. 5. DNA genômico de *M. fijiensis* em gel de agarose a 0,8%, de 01 a 25 amostras de isolados de diferentes cultivares de bananeira. M representa o marcador Lambda contendo 100 ng; F representa *M. fijiensis* isolado de *Helicônia* ssp.

Com o intuito de padronizar a técnica de ISSR em *M. fijiensis*, foram realizados testes de concentração de *primers* (de 0,3 a 1,0 μ M), de DNA (10 a 100 ng), magnésio (1,5 a 3,0 mM) e unidades de enzimas Taq polimerase (1 a 2,5U) dos fabricantes Phoneutria, Invitrogen e GoTaq do fabricante Promega. Em nenhum dos testes houve amplificação, exceto o controle positivo. Após essa bateria de testes, hipotetizou-se que um possível problema estaria na síntese dos *primers* de ISSR set#9 (*primers* 801-900) cujas sequências são disponibilizadas no site da University of British Columbia (UBC). Para testar essa hipótese, dos 100 *primers* de

ISSR disponíveis no laboratório de biotecnologia da Embrapa Amazônia Ocidental os *primers* 812 (GAGAGAGAGAGAGAGAA), 827 (ACACACACACACACACG), 841 (GAGAGAGAGAGAGAGAYC), 888 (BDBCACACACACACACA), 890 (VHVGTGTGTGTGTGTGT) e 891 (HVHTGTGTGTGTGTGTG) foram comparados com os *primers* UBS 812, 827, 841, 888, 890 e 891 sintetizados pela Wmed (alíquotas gentilmente doadas pela pesquisadora Tânia Maria Fernandes Salomão – UFV). Os resultados mostrados na Figura 6 confirmam a hipótese de um possível problema de síntese dos *primers*.

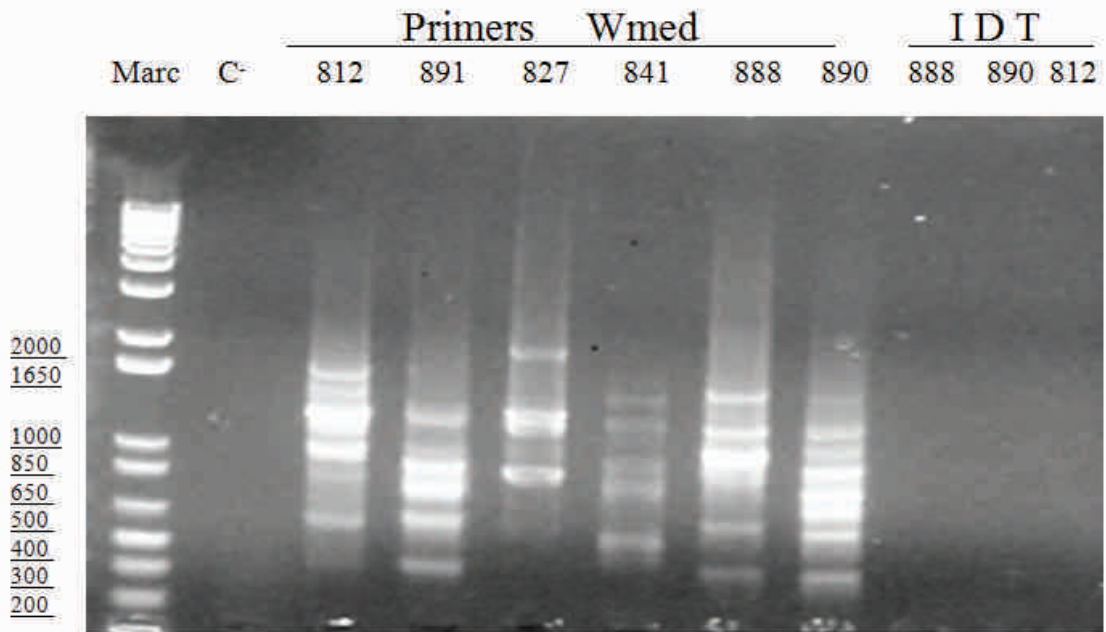


Fig. 6. Análise da amplificação de ISSR usando dois lotes diferentes de *primers*. O lote IDT adquirido pela Embrapa Amazônia Ocidental e os mesmos *primers* sintetizados pela Wmed. Marc representa o marcador 1 kp plus (invitrogen), C⁻ controle negativo e os *primers* UBC 812, 827, 841, 888, 890 e 891.

Conclusões

A partir dos dados apresentados, podemos concluir que o banco de isolados de *M. fijiensis*, mesmo contando com 82 isolados, precisa ser ampliado de modo que se obtenha uma população mais representativa. A análise e a padronização usando o marcador ISSR precisam ser refeitas utilizando-se um novo lote de *primers*. Vale ressaltar que o presente trabalho é um passo fundamental de um longo caminho a ser percorrido no estudo da estrutura genética da população desse fitopatógeno, por meio de marcadores moleculares e análise da virulência ou patogenicidade. Contribuirá, assim, de maneira efetiva para os estudos que, no futuro, otimizarão manejo e durabilidade dos genes de resistência e métodos de controle empregado no cultivo de banana.

Agradecimentos

Agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, em especial aos técnicos do Laboratório de Fitologia e Biologia Molecular da Embrapa Amazônia Ocidental e ao Dr. Hanada, pela ajuda indispensável.

Referências

- ABRIL, A. B.; BUCHER, E. H. Genetic diversity of Fungi occurring in nests of three *Acromyrmex* leaf-cutting ant species from Cordoba, Argentina. **Microbial Ecology**, apr. 2007.
- ANDERSON, P. K. et al. Emerging infectious diseases of plants: pathogen pollution, climate change and agrotechnology drivers. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 19, n. 10, p. 535-544, 2004.
- BURDON, J. J.; SILK, J. Sources and patterns of diversity in plant-pathogenic fungi. **Phytopathology**, v. 87, p. 664-669, 1997.
- ESTRADA, M. E.; CAMACHO, M. V.; BENITO, C. The molecular diversity of different isolates of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. as assessed using intermicrosatellites (ISSRs). **Cellular and Molecular Biology Lett.** v. 12, n. 2, p. 240-252, 2006.
- FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 3. ed. Brasília, DF: EMBRAPA-CERNAGEN, 1998. 220 p.
- FISHER, P. J.; GARDNER, R. C.; RICHARDSON, T. E. Single locus microsatellites isolated using 5'anchored PCR. **Nucleic acids Research**, v. 24, n. 21, p. 4369-4371, 1996.
- GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R.; HANADA, R. E.; MONTARROYOS, A. V. V. **Sigatoka-negra da bananeira**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2006. 177 p.
- GOODWIN, S. B.; ZISMANN, V. L. Phylogenetic analyses of the ITS region of ribosomal DNA reveal that *Septoria passerinii* from barley is closely related to the wheat pathogen *Mycosphaerella graminicola*. **Mycologia**, v. 93, n. 5, p. 934-946, set./out. 2001.
- HANADA, R. E.; GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R. Efeitos dos desinfestantes na germinação de conídios de *Mycosphaerella fijiensis*, agente causal da Sigatoka Negra da bananeira. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 29, n. 1, p. 94-96, 2004.
- HAYDEN M. J.; SHARP, P. J. Targeted development of informative microsatellite (SSR) markers. **Nucleic Acids Research**, v. 29, n. 8, 2001.

HITE, J. M.; ECKERT, K. A.; CHENG, K. C. Factors affecting fidelity of DNA synthesis during PCR amplification of D(C-A)_n D((G-T)_n Microsatellite repeats. **Nucleic Acids Research**, v. 24, n. 12, p. 2429-2434, 1996.

MCDONALDS, B. A.; LINDE, C. Pathogen population genetics, evolutionary potential, and durable resistance,. **Annual Review of Phytopathology**, v. 40, p. 349-379, 2002.

MISHRA, P. K. et al. Genetic diversity and recombination within populations of *Fusarium pseudograminearum* from western. **International Microbiology**, v. 9, n. 1, p. 65-68, mar. 2006.

POWELL, W.; MACHRAY, G. C.; PROVAN, J. Polymorphism revealed by simple sequence repeats. **Trends in Plant Science**, v. 1, n. 7, jul. 1996.

PRIMMER, C. R., et al. Low frequency of microsatellites in the avian genome. **Genome Research**, v. 7, p. 471-482, 1997.

TÓTH, G.; GÁSPÁRI, Z.; JURKA, J. Microsatellite in different eukaryotic genome survey and analysis. **Genome Research**, v. 10, p. 967-981, 2000.

WITTENBERG, A. H. J. **Genetic mapping using the Diversity Arrays Technology (DarT): application and validation using the whole-genome sequences of Arabidopsis thaliana and the fungal wheat pathogen *Mycosphaerella graminicola***. 2007. Thesis (PhD) - Wageningen University, Netherland.

YANG, S. et al. Low level of genetic diversity in cultivated Pigeonpea compared to its wild relatives is revealed by diversity arrays technology. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 113, n. 4, p. 585-595, 2006.

Seção III – Fitotecnia

Influência do Uso de Auxinas na Estaquia de *Bertholletia excelsa* H. B. K.

Railma Pereira Moraes
Lucinda Carneiro Garcia

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo verificar os efeitos da aplicação das seguintes auxinas: ácido naftaleno-acético (ANA) e ácido indolbutírico (AIB), no enraizamento de estacas de mudas de castanheira. O ensaio foi conduzido no viveiro da Embrapa Amazônia Ocidental, e as mudas foram cedidas pela Fazenda Aruanã. A base das estacas recebeu os seguintes tratamentos: 1) água; 2) ANA 500 ppm líquido; 3) AIB 200 ppm líquido, por 24 horas; e 4) AIB 200 pó. O plantio ocorreu em tubetes, contendo substrato de areia, barro e terriço (1:1:1). O viveiro tem cobertura de tela sombrite (50%) e nebulizadores. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 20 estacas por tratamento. Foram avaliados os percentuais de estacas com primórdios de raízes, calos e mortalidade. Verificou-se que, nos tratamentos 200 ppm de AIB pó e 500 ppm de ANA, a percentagem de sobrevivência das estacas foi superior a 90%, enquanto que os primórdios apresentaram desenvolvimento acima de 30% em todos os tratamentos, atingindo o maior índice a 500 ppm de ANA líquido.

Termos para indexação: ácido indolbutírico, ácido naftaleno-acético e castanheira.

Introdução

A espécie *Bertholletia excelsa* H. B. K. pertence à família Lecythidaceae e destaca-se na Amazônia não somente por seu grande porte, mas também pelo aspecto social e econômico para as famílias que vivem do extrativismo (GOMES-SILVA, 2003). Além disso, tem importância madeireira e sobressai como excelente alternativa para o reflorestamento de áreas degradadas de pastagens ou de cultivos anuais (LOUREIRO et al., 1979).

Atualmente, a espécie está incluída na “Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção”, devido à exploração ilegal de madeira em castanhais nativos (MÜLLER et al., 1995). Destacam-se, ainda, estudos que apontam algumas dificuldades a quem deseja cultivar essa espécie, tais como: interrupção do ciclo de renovação da espécie, dormência tegumentar, processo germinativo lento, baixo e desuniforme, fácil perda de viabilidade e especificidade por polinizador (SILVA et al., 2006; NOGUEIRA e CABRAL, 2006; OHASHI et al., 1995).

Uma alternativa para a produção de mudas de castanheira pode ser a propagação vegetativa, via estaquia e com uso de fito-hormônios. De acordo com Floriano (2004), um dos fatores favoráveis à aplicação dessa prática é que a espécie possui capacidade de emissão de rebrotas em tecidos jovens, apresentando alto nível de auxinas.

Muroya (2000) trabalhou com a propagação vegetativa via estaquia da castanheira e, apesar de obter resultados baixos, afirma que novos estudos poderão maximizar o potencial desse método para multiplicação da espécie. Informações sobre essa técnica de propagação poderão auxiliar nos processos de formação de mudas e estabelecimento de plantios,

visando ao reflorestamento e conseqüentemente contribuindo para a preservação da espécie. Por isso, este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito das auxinas ácido naftaleno-acético (ANA) e ácido indolbutírico (AIB) sobre o enraizamento de estacas de *B. excelsa* H. B. K.

Material e Métodos

Para realização deste trabalho, foram estudadas estacas de mudas de *B. excelsa* H. B. K., cedidas pela Fazenda Aruanã, localizada no Km 215 da Rodovia AM-010, Município de Itacoatiara. Foram utilizadas mudas com aproximadamente 5 a 6 meses de idade.

O ensaio foi implantado no viveiro da Embrapa Amazônia Ocidental, nas seguintes condições: cobertura de tela sombrite (50%), com irrigação por nebulizadores em sistema intermitente; as estacas foram colocadas diretamente em tubetes, contendo o substrato areia + terriço + barro, na proporção 1:1:1 (Fig. 1A e 1C).

As mudas foram cortadas, resultando em estacas de aproximadamente 15 cm, com 1 par de folhas (Fig. 1B), em seguida essas estacas foram imersas em solução de fungicida derosal, na concentração de 4 mg/L, por 6 min.

Os indutores de enraizamento utilizados foram a auxina sintética ANA na forma líquida (solução), concentração de 500 ppm, e o AIB na forma líquida e pó, na concentração de 200 ppm.

As avaliações ocorreram durante o período de seis meses, tempo em que as estacas permaneceram no viveiro. Os parâmetros avaliados foram: porcentagem de estacas vivas (de 2 em 2 meses), porcentagem de brotações (mensal), porcentagem de enraizamento (ao final do experimento) e matéria seca das raízes e das brotações (ao final do experimento).

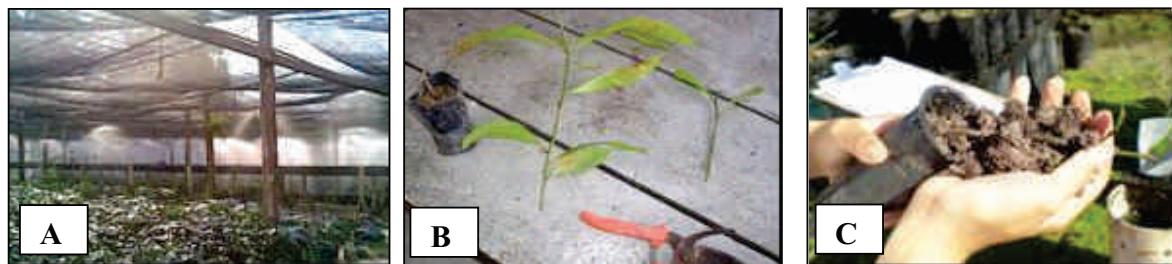


Fig. 1. Condições do viveiro da Embrapa Amazônia Ocidental (A); corte das mudas e preparação das estacas (B); substrato (C).

Na verificação de diferenças significativas entre os tratamentos, usou-se o teste de Tukey, a 5% de significância, para comparação das médias dos diferentes tratamentos. Para uniformidade dos dados, estes sofreram a seguinte transformação: $x^{0,5}$. As análises estatísticas foram realizadas pelo software SISVAR (FERREIRA, 2003).

Resultados e Discussão

Durante análise preliminar (1 mês), pôde-se constatar que as estacas apresentaram primórdios de raiz, estando em processo de formação de raízes (Fig. 2). Segundo Ono e Rodrigues (1996), para que ocorra o enraizamento a estaca passa por quatro fases, sendo a terceira a formação de primórdios radiciais e a quarta o desenvolvimento dos primórdios radiciais e emergência das raízes adventícias. Baseado nesse contexto, a próxima etapa será a emissão das raízes.

De acordo com a Figura 2, todos os tratamentos apresentaram alta percentagem de sobrevivência, sendo a mais baixa encontrada no tratamento AIB 200 ppm líquida, alcançando somente 80% de sobrevivência; para os demais, a mortalidade foi de 5%, os quais diferem estatisticamente do anterior (Tabela 1).

Embora estudos indiquem que o meio líquido age mais efetivamente no enraizamento (CHONG et al., 1992, citado por ENDRES et al., 2007), a forma de aplicação de AIB em pó (talco) mostrou-se

mais eficaz do que a aplicação sob a forma de solução (nas condições deste experimento). Em estacas semilenhosas de *Rubus imperialis* (Cham.) Schlecht, (amorinha-branca) coletadas no verão, encontrou-se maior mortalidade quando tratadas com auxina sob a forma de solução do que sob a forma de talco (ZUFFELLATO-RIBAS et al., 2002 citado por BORTOLINI, 2006).

Neste ensaio verificou-se que todos os tratamentos induziram a formação de primórdios de raiz. Contudo, os valores mais baixos foram encontrados quando usado AIB 200 ppm na forma líquida seguida da testemunha. Enquanto o melhor foi ANA 500 ppm, quando a percentagem foi igual a 75%, sendo este também superior estatisticamente aos outros tratamentos (Tabela 1). Endres et al. (2007), trabalhando com estacas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) tratadas com AIB e ANA, obtiveram melhores resultados em tratamento com ANA na forma líquida.

Tabela 1. Análise estatística dos parâmetros avaliados: primórdios de raiz (PR), com calos (C) e vivas (V), enraizamento das estacas sobreviventes.

Tratamentos	PR	C	V
Água (controle)	40 d	15 b	95 a
AIB 200 ppm em pó	30 c	45 a	95 a
AIB 200 ppm em líquido	50 b	0 c	80 b
ANA 500 ppm	75 a	0 c	95 a

Letras diferentes diferem em uma mesma coluna, a 5% de significância pelo teste Tukey.

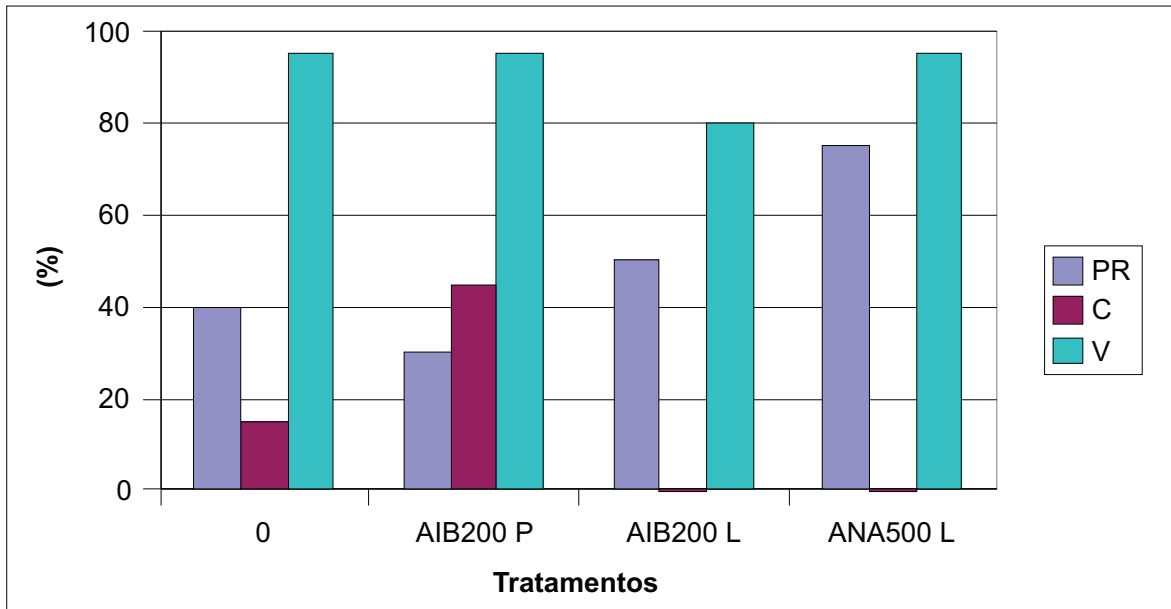


Fig. 2. Porcentagem de estacas com primórdios de raiz (PR), com calos (C) e vivas (V), para castanheiras-do-brasil, submetidas a diferentes tratamentos.

Segundo Fachinello et al. (1995), o calo aparece após o preparo das estacas, quando ocorre lesionamento dos tecidos do xilema e do floema, resultando em posterior formação de um tecido de cicatrização. A presença de calos na base das estacas indica a possibilidade de estímulo natural de enraizamento que pode ser potencializada com a utilização de fitorreguladores. Esses calos só foram observados na testemunha e no tratamento AIB 200 ppm em pó. Os demais tratamentos induziram a formação de raízes, sem formação de calos.

Moraes et al. (2007), trabalhando com estacas de rebrota da mesma espécie, concluíram que as brotações, ainda no primeiro mês, possivelmente causavam o esgotamento das reservas nutricionais da estaca, visto que não havia raízes, ocasionando a morte das estacas. Dessa forma, a ausência de brotações e a formação de primórdios de raiz são fatores positivos no enraizamento da espécie. Conforme Fachinello (1995), a brotação antes do enraizamento é prejudicial à formação de raízes.

As emissões de primórdios radiculares indicam que poderá haver o enraizamento, devendo ser o ANA objeto de novos estudos, devido ao seu potencial analisado neste ensaio.

Conclusões

O tratamento com ácido ANA proporcionou o melhor resultado quanto à indução de emissões de primórdios radiculares.

Agradecimento

À Embrapa Amazônia Ocidental, à Fazenda Aruanã e ao CNPq, pela oportunidade concedida para realização de mais este trabalho; aos meus queridos orientadores e aos amigos e funcionários, pela prestigiosa colaboração para execução deste trabalho.

Referências

- BORTOLINI, M. F. **Uso de ácido indol butírico na estaquia de *Tibouchina sellowiana* (Cham.) Cogn.** 2006. 85 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba .
- ENDRES, L. et al. Enraizamento de estacas de pau-Brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) tratadas com ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 886-889, mai-jun. 2007.
- FACHINELLO, J. C. et al. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: UFPel, 1995. 178 p.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR** versão 4.3 (Build 45). Lavras: DEX/UFLA, 2003.
- FLORIANO, E. P. **Produção de mudas florestais por via assexuada**. Santa Rosa, 2004. 37 p. (Caderno Didático, n. 3).
- GOMES-SILVA, D. A. P. et al. **Relação entre cipós e a produtividade da castanheira (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) no Estado do Acre**. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6., 2003, Fortaleza, CE. **Anais de trabalhos completos**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2003. p. 51-52.
- LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F. da; ALENCAR, J. da C. **Essências madeiras da Amazônia**. Manaus: INPA, 1979. p. 121-125.
- MORAES, R. P.; ALMEIDA, O. N.; GARCIA, L. C.; LIMA, T. R. Avaliação da propagação vegetativa de rebrotas de *Bertholletia excelsa* H. B. K., por estaquia. Universidade Federal do Amazonas, Monografia. Manaus, 2007. 49 p.
- MÜLLER, C. H. et al. **Castanha-do-brasil**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1995. 65 p. (Coleção Plantar, 23).
- MUROYA, K. **Propagação vegetativa da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) e da sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn) pelo método de estaquia**. 2000. 71 p. Dissertação (Mestrado) - INPA/UA, Manaus.
- NOGUEIRA, K.; CABRAL, W. S. **Quebra de dormência da castanha do brasil (*Bertholletia excelsa*)**. Disponível em: <www.adaltech.com.br> . Acesso em: 21 jul. 2006.
- OHASHI, S. T.; OMAR, D.; COSTA, L. G. da S. **A castanha-do-brasil - *Bertholletia excelsa*, H.B.K.** Belém, PA: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 1995. 17 p.
- ONO, E. O.; RODRIQUES, J. D. **Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 83 p.
- SILVA, J. A. A. da; PEREIRA, F. M. Enraizamento de estacas herbáceas de nespereira (*Eriobotrya japonica* Lindl.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol. 26, N.2. Jaboticabal. 2004.
- SILVA, W. R.; NEPSTAD, D. C.; BRANDO, P. M. **Germinação e predação de sementes da castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) Lecythidaceae e fatores que condicionam sua regeneração**. Disponível em: <<http://www.lbaconferencia.org/>>. Acesso em: 02 set. 2006.

Análise Financeira Comparativa entre o Custo de Produção do Dendzeiro em Monocultivo e Intercalado com Culturas Semiperenes em Áreas Degradadas da Amazônia Ocidental

Josiney Barbosa Sampaio
Raimundo Nonato Carvalho Rocha
Maria do Rosário Lobato Rodrigues
Ricardo Lopes

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade econômica do dendzeiro em monocultivo e intercalado com banana, mandioca e abacaxi em áreas degradadas da Amazônia Ocidental. A avaliação econômica de qualquer empreendimento exige a observância quanto a rentabilidade, segurança e liquidez. O experimento foi implantado em 2004 no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, Distrito Agropecuário da Suframa (DAS), Manaus, AM. Foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, e os tratamentos foram constituídos de: dendê em monocultivo, dendê x banana, dendê x mandioca e dendê x abacaxi. Para análise financeira, foram utilizados os seguintes indicadores: Fluxo de Caixa, Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno. Para o cálculo das receitas, foram considerados os preços de mercado pagos pela produção das culturas intercalares aos produtores durante os quatro anos de cultivo. Dentre os sistemas analisados, dendê x abacaxi e dendê x banana apresentaram os melhores desempenhos, sendo que o sistema dendê x abacaxi proporcionou amortização de 100% do custo agrícola até o terceiro ano e o sistema dendê x banana amortizou 100% do custo agrícola a partir do terceiro ano, enquanto o sistema dendê x mandioca amortizou 87,2% do custo agrícola até o quarto ano. Os sistemas de cultivo do dendzeiro consorciado com banana, abacaxi e mandioca mostraram-se economicamente viáveis. Portanto, são recomendados como alternativa econômica para produção de dendê no âmbito da agricultura familiar.

Termos para indexação: *Elaeis guineensis* Jacq., consórcio, análise econômica, revitalização de áreas.

Introdução

O grande desafio para a pesquisa agrícola nos trópicos úmidos é desenvolver sistemas de produção ecologicamente adequados à região (ALVIM, 1976). O cultivo do dendê atende às premissas de que, nas condições edafoclimáticas da Amazônia, deve-se cultivar espécies perenes, por oferecerem maior proteção ao solo, por apresentarem menor impacto ao ambiente e por melhor se adaptarem a sua baixa fertilidade natural. As práticas culturais adotadas na dendeicultura propiciam uma reconstituição do ambiente florestal, possibilitando ainda sua implantação em áreas alteradas ou degradadas, com as vantagens de se ter um sistema altamente produtivo, intensivo e permanentemente valorizado.

A cultura do dendê ocupa lugar de destaque entre as oleaginosas por sua regularidade e elevado potencial de produção, que pode atingir de 6 a 8 toneladas de óleo/ha/ano, pela versatilidade de empregos e composição química de seu óleo, que se destaca como o primeiro óleo mais produzido entre os 17 principais óleos vegetais, totalizando perto de 33% da produção mundial dos corpos graxos (MPOC, 2005). Essa cultura apresenta, portanto, características que a tornam opção geradora de empregos em todos os níveis da agroindústria, apresentando excelente desempenho como atividade principal em programas de interiorização e fixação do homem no campo, como são os projetos de colonização, reforma agrária, cooperativas e de outros modelos de assentamento rural.

A preocupação com as alterações de clima, em nível mundial, e as pressões contra a diminuição da biodiversidade de ecossistemas tropicais têm favorecido a expansão dos cultivos perenes como estratégia de combate ao desmatamento e como alternativa econômica para absorver a mão de obra engajada na agricultura

itinerante, na exploração predatória de madeira e na indústria de invasões de reservas e áreas florestadas. Soma-se a isso a grande quantidade de matéria vegetal elaborada anualmente pelo dendezeiro (300 a 500 kg/planta), contribuindo de forma expressiva para reciclagem e sequestro de carbono e para o balanço hídrico do sistema.

A associação do dendê com outras culturas tem sido praticada com sucesso em outras regiões do mundo. Kolade (1986) observou efeito positivo em experiências com dendê e outras culturas perenes, como o cacau. O dendê pode ser favorecido pelas culturas perenes, como foi observado por Sparnaaj (1970) na África Ocidental, onde a produção de dendê aumentou em 8% quando associado com café. De modo semelhante, Egbe e Adenikinju (1990) encontraram efeito positivo da associação do dendê sobre a produção de cacau, indicando a boa compatibilidade do dendê com frutíferas que suportam certo grau de sombreamento.

Mora et al. (1985) demonstraram a viabilidade econômica dos cultivos intercalados com dendê em solos da Venezuela. A análise de rentabilidade dos diversos sistemas de cultivo adotados mostrou que a associação dendê x banana x mandioca gerou não somente os maiores ingressos brutos, cobrindo 87% dos custos totais de implantação já no primeiro ano, como também promoveu melhor desenvolvimento do dendê.

No Estado do Amazonas, testou-se o consórcio do guaraná x abacaxi (CORRÊA et al., 1981), concluindo-se que o produtor de guaraná pode beneficiar-se desse sistema e ressarcir as despesas de implantação do guaranazal. O aproveitamento da área do consórcio pelo abacaxi foi de 70%, obtendo-se rendimento de 32,8 t/ha.

Material e Métodos

O experimento foi implantado em 2004, no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental - Distrito Agropecuário da Suframa (DAS), localizado na BR-174, Km 54, nas proximidades do Município de Presidente Figueiredo. A área compreende 4,02 ha de Latossolo Amarelo álico muito argiloso que foi utilizado como pastagem durante aproximadamente 10 anos e abandonado a partir de 1990. Foi utilizado delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições, e os tratamentos, com e sem calagem, foram constituídos de:

- **Sistema 1:** dendê em monocultivo (testemunha).
- **Sistema 2:** dendê associado com banana.
- **Sistema 3:** dendê associado com macaxeira.
- **Sistema 4:** dendê associado com abacaxi/maracujá.

Cada bloco foi constituído de 8 parcelas, e estas, por sua vez, foram constituídas de 24 plantas de dendê (4 linhas de 6 plantas), sendo 8 úteis. Sistema 1 – O plantio do dendê em monocultivo seguiu o dispositivo em triângulo equilátero de 9 m de lado (9 m dentro da linha e 7,80 m entre linhas de plantio), perfazendo população de 143 plantas/hectare. Sistema 2 – Uma linha de banana foi plantada nas entrelinhas de dendê no espaçamento de 1,5 m entre plantas (1.650 plantas/ha). Sistema 3 – Cinco linhas de mandioca foram plantadas nas entrelinhas de dendê no espaçamento de 1,0 m dentro da linha e 1,0 m entre as linhas (10.000 plantas/ha). Sistema 4 – O abacaxi foi plantado nas entrelinhas de dendê no espaçamento de 1,0 m x 0,4 m x 0,4 m sendo 0,4 entre linhas e 0,4 entre plantas na linha e 1,0 m entre fileiras duplas (35.714 plantas/ha). As mudas de dendê da variedade BRS 2501 foram fornecidas pelo Campo Experimental do Rio Urubu, da Embrapa Amazônia

Ocidental. Foi usada a variedade de banana Thap Maeo, resistente à sigatoka-negra. As manivas de mandioca, variedade Aipim Manteiga, foram fornecidas pela Embrapa Amazônia Ocidental, e as de abacaxi, variedade Regional, foram fornecidas por produtores do Município de Rio Preto da Eva, AM.

A quantidade de calcário aplicada nos diferentes sistemas de cultivo foi determinada em função da análise preliminar de avaliação da fertilidade do solo. O dendezeiro e as culturas intercalares (banana, mandioca e abacaxi) foram adubadas de acordo com recomendações da Embrapa, para cada espécie.

Neste estudo foi avaliada a viabilidade financeira de quatro sistemas de cultivo consorciados, tendo o dendê como cultura principal. A finalidade foi verificar qual o arranjo produtivo mais atrativo financeiramente para a implantação de projetos envolvendo a dendeicultura no âmbito da agricultura familiar.

Para essa análise financeira foram utilizados os seguintes indicadores:

- **Fluxo de caixa** – Em cada sistema foram isolados os fluxos de receitas e o custo agrícola das culturas, que foram avaliados a partir da aplicação simultânea de métodos de avaliação financeira, utilizando-se como referência um único momento no horizonte de tempo, para o qual todos os valores foram atualizados mediante fórmulas financeiras de acumulação ou desconto de juros. Foi calculado o valor atualizado do fluxo de caixa, usando a taxa básica de atratividade do capital de 6% ao ano, utilizada pelo Pronaf.
- **Valor presente líquido (VPL)** – Avaliou-se a viabilidade econômica de cada sistema pelo VPL, que é indicado pela diferença positiva entre receitas e custos atualizados para determinada taxa de desconto. O VPL será compreendido

como a quantia equivalente, na data zero, do fluxo financeiro, descontando-se a taxa de juros determinada pelo mercado.

- **Taxa Interna de Retorno (TIR)** – Por definição, a TIR é a taxa de retorno do projeto de investimento. O método da TIR não tem como finalidade a avaliação da rentabilidade absoluta a determinado custo do capital, como o VPL; ao contrário, seu objetivo é encontrar uma taxa intrínseca de rendimento.

Para o cálculo dos custos, foram levados em consideração os seguintes itens: a) operações manuais (implantação dos sistemas, adubação, tratamentos culturais e colheita); b) operações mecanizadas (limpeza da área); c) insumos (adubo orgânico e inorgânico, calcário, sementes, mudas e defensivos); d) equipamentos e ferramentas.

O custo da mão de obra foi calculado considerando-se a remuneração diária durante os quatro anos de cultivo dos sistemas. Para os demais itens dos custos, foram considerados os preços médios dos insumos, dos equipamentos e ferramentas, cotados no mercado de Manaus, no período de 2004 a 2007.

Para o cálculo das receitas, foram considerados os preços de mercado pagos pela produção das culturas intercalares aos produtores durante os quatro anos de cultivo.

Resultados e Discussão

Os custos agrícolas por hectare, nos quatro anos de cultivo dos sistemas dendê x banana, dendê x macaxeira, dendê x abacaxi e dendê em monocultivo, foram da ordem de R\$ 15.098,20, R\$ 11.652,40, R\$ 13.129,19 e R\$ 8.849,99, respectivamente.

Analisando conjuntamente o custo agrícola dos sistemas, observou-se que os itens relacionados com mão de obra foram os que mais se destacaram pelo maior

volume de recursos alocados, ficando em torno de 57%. Os resultados apresentados neste trabalho estão de acordo com os obtidos por Lima et al. (2000), estudando os custos agrícolas do dendezeiro. Os autores observaram que a categoria de custo “operações agrícolas” representa o maior percentual, variando de 27% a 67% dos custos agrícolas em praticamente todas as fases do ciclo do dendezeiro.

O custo agrícola do sistema dendê x banana no período de quatro anos foi de R\$ 6.806,75; R\$ 2.398,38, R\$ 3.524,32 e 3.178,90 para o 1º, 2º, 3º e 4º, respectivamente. A contribuição da cultura da banana na amortização do custo agrícola do sistema se verificou somente a partir do segundo ano. Com a venda da banana em palmas a valores médios de R\$ 0,55/kg, obteve-se receita bruta total de R\$ 16.211,70 nos quatro primeiros anos, receita suficiente para amortizar 100% do custeio agrícola do sistema.

No sistema dendê x mandioca, observou-se que o custo agrícola/hectare foi de R\$ 4.779,64, R\$ 1.891,76, R\$ 2.747,34 e 2.233,35 para o 1º, 2º, 3º e 4º anos, respectivamente. A receita bruta gerada pela comercialização de raízes frescas a preço médio de R\$ 0,40/kg, no período de quatro anos, foi de R\$ 10.169,40, suficiente para amortizar 87% do custo agrícola do sistema.

No sistema dendê x abacaxi, observou-se que o custo agrícola/hectare foi de R\$ 7.448,24; R\$ 2.075,96, R\$ 1.771,27 e 1.833,72 para o 1º, 2º, 3º e 4º anos, respectivamente. A cultura do abacaxi teve seu ciclo variando de 16 a 18 meses, assim só foi possível cultivar um ciclo. Obteve-se receita bruta total de R\$ 11.636,00, proveniente da comercialização da produção de 6.766; 4.115 e 750 frutos de abacaxi de 1ª, 2ª e 3ª categorias, vendidos a R\$ 1,20, R\$ 0,80 e R\$ 0,30 a unidade, respectivamente. A receita bruta total obtida pela venda do abacaxi amortizou 100% o custo agrícola do sistema até o 3º ano, e

ainda proporcionou receita líquida de R\$ 340,53 no transcorrer de três anos, ficando para custeio do sistema no 4º ano.

Para o sistema dendê em monocultivo, o custo agrícola de um hectare foi de R\$ 4.063,24; R\$ 1.181,77; R\$ 1.771,27; e R\$ 1.883,70, para o 1º, 2º, 3º e 4º anos, respectivamente. Esses custos estão de acordo com os apresentados por Lima et al. (2000) e FNP (2005), cuja região referencial é o Estado do Pará.

A análise dos fluxos de caixa dos sistemas constatou que o sistema dendê x abacaxi e dendê x banana foram os únicos que apresentaram VPL positivo. Para o sistema dendê x abacaxi, o VPL foi de R\$ 1.914,00 e R\$ 346,00, o que se verificou no 2º e 3º anos após implantação do sistema, respectivamente. Podemos inferir que, com apenas um ciclo do abacaxizeiro, este sistema foi altamente positivo, contribuindo significativamente para o custeio agrícola do sistema. Para o sistema dendê x banana, o VPL apresentou resultado positivo de R\$ 2.001,20 no 4º ano de produção. Esse resultado positivo contribuiu significativamente para o custeio do sistema.

Os resultados obtidos no sistema dendê x abacaxi corroboram os encontrados por Coelho (1991), estudando consórcio de laranja x abacaxi na Embrapa Mandioca e Fruticultura. Em arranjo espacial que permitiu uma ocupação da área consorciada equivalente a 60% de um hectare, a cultura do abacaxi proporcionou uma produtividade de 20 mil frutos por hectare de consórcio. A rentabilidade da cultura do abacaxi com apenas um ciclo de cultivo correspondeu ao custo de implantação de dois hectares de laranja.

Trabalhos semelhantes feitos no Estado do Amazonas por Corrêa et al. (1981), testando o consórcio de guaraná com abacaxi Smooth Cayenne, concluíram que o produtor de guaraná pode beneficiar-se desse sistema e ressarcir as despesas de implantação do guaranazal. O

aproveitamento da área do consórcio pela cultura do abacaxi foi de 70%, com uma população de 20 mil plantas/ha de consórcio e produtividade de 32,8 t/ha de frutos de abacaxi.

Estudos realizados por Mora et al. (1986) demonstraram a viabilidade econômica dos cultivos intercalados com dendê em solos da Venezuela. A análise de rentabilidade dos diversos sistemas de cultivo adotados mostrou que a associação dendê x banana x mandioca gerou não somente os maiores ingressos brutos, cobrindo 87% dos custos totais de implantação já no primeiro ano, como também promoveu melhor desenvolvimento do dendê.

Os sistemas que apresentaram taxa interna de retorno (TIR) durante o período de avaliação foram apenas dendê x abacaxi com TIR calculada de 5,9% até o 3º ano e dendê x banana com TIR calculada de 11,8% a partir do 3º ano. O sistema dendê x mandioca não apresentou TIR positiva durante o período em que foi avaliado. Para o dendê em monocultivo, só será possível analisar a TIR com início da produção, e com os resultados de produtividade e custos. Em uma análise atual, as culturas do abacaxi e da banana apresentaram, no consórcio com dendezeiro, resultados econômicos altamente satisfatórios.

Conclusões

Dentre os sistemas analisados, o dendê x abacaxi e dendê x banana apresentaram os melhores desempenhos, sendo que o sistema dendê x abacaxi proporcionou amortização de 100% dos custos agrícolas até o 3º ano e o sistema dendê x banana amortizou 100% dos custos agrícolas no período de 4 anos, enquanto o dendê x mandioca amortizou 87,2% do custo agrícola até o 4º ano.

Os sistemas de cultivo do dendezeiro consorciado com banana, abacaxi e mandioca mostraram-se economicamente viáveis. Portanto, recomendados como alternativa econômica para produção de dendê voltada para agricultura familiar.

Referências

ALVIM, P. T. The balance between conservation and utilization in the humid tropics with special reference to the Amazon Region of Brazil. Paper presented at the Biocentennial Symposium by the New York Botanical Garden on "Threatened and Randangered Species of Plants in the Americ and Their significance in Ecosystems Today and in the Future. New York, USA, may, 1976. p. 10-13.

CORRÊA, M. P. F.; CANTO, A. C.; CUNHA, G. A. P. **Consórcio de guaraná com abacaxi**. Manaus: EMBRAPA-UEPAE de Manaus, 1981. 2 p. (EMBRAPA-UEPAE de Manaus. Comunicado Técnico, 27).

EGBE, N. E.; ADENIKINJU, A. EFFECT of intercropping on potential yield of cacao in South Western Nigeria. **Café Cacao Thé**, v. 34, n. 4, p. 281-284, oct-déc. 1990.

KOLADE, J. A. Influence of different densities of cocoa and oil palm on yield performances of cocoa. **Turrialba**, v. 36, n. 3, p. 345-353, 1986.

LIMA, S. M. V. et al. Desempenho da cadeia produtiva do dendê na Amazônia Legal. In: MULLER, A. A.; FURLAN JUNIOR, J. **Agronegócio dende**: uma alternativa social, econômica e ambiental para o desenvolvimento sustentável da Amazônia. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. p. 251-288.

MALAYASIAN PALM OIL PROMATION COUNCIL - MPOC, 2005. Disponível em: <<http://www.mpopc.org.my>>.

MORA, O. G. et al. Cultivos intercalados con palma africana en el sur del lago de maracaibo Estado Zulia. **Coco y Palma**, Caracas, n. 36, p. 8-12, 1985.

SEBRAE. **Criando o seu próprio negócio**: como desenvolver o potencial empreendedor. Brasília: Sebrae, 1995.

SPARNAAJ, L. D. Mixed cropping in oil palm cultivation. **Journal of Western African**, Institute Oil Palm Research, v. 217, p. 244-264, 1970.

Produção de Biomassa de *Pothomorphe peltata* Miq., em Função de Fontes de Adubo Orgânico, nas Condições de Manaus, AM

Josias P. Queiroz
Francisco Celio M. Chaves
Rafaely das C. Lameira
Lauter Silva Souto
Ana Cristina da Silva Pinto
Adrian Martin Pohlit
Paulo César Teixeira

Resumo

Melhor época de colheita (em torno de 250 dias após o plantio), melhor espaçamento (de 1,0 m x 1,0 m até 1,5 m x 1,5 m) e melhor dose de adubo orgânico ($7,5 \text{ kg/m}^2$) para *Pothomorphe peltata*, espécie medicinal amazônica, já foram determinados. O objetivo deste estudo foi, portanto, determinar qual o efeito de fontes de adubo orgânico (casca de guaraná – $4,0 \text{ kg/m}^2$, composto – $5,0 \text{ kg/m}^2$, esterco de aves – $7,5 \text{ kg/m}^2$, esterco de gado – $10,0 \text{ kg/m}^2$, húmus – $3,0 \text{ kg/m}^2$ e ausência (Testemunha), na produção de biomassa de caapeba, nas condições de Manaus, AM. O experimento foi em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, usando-se espaçamento de 1,0 m x 1,0 m. As parcelas foram compostas por 16 plantas, sendo avaliadas as 4 centrais (área útil). O solo que recebeu os tratamentos possui baixa fertilidade. Aos 200 dias após o transplântio (DAT) avaliaram-se: altura de plantas, número de folhas, número de hastes, produção de folhas, caules, raízes e inflorescências e relação folha/caule. Em cada parte da planta avaliou-se a matéria seca. Verificou-se que o esterco de aves foi a melhor fonte no cultivo de caapeba.

Termos para indexação: *Pothomorphe peltata*, nutrição, planta medicinal, Amazônia.

Introdução

A oferta de matéria-prima de boa qualidade ao longo do ano requer práticas fitotécnicas adequadas a cada espécie de planta medicinal, a qual está sob a influência das estações climáticas, da época de colheita, da capacidade de rebroto, da absorção de nutrientes disponíveis no solo, da secagem, da luminosidade, etc.

O uso de substâncias sintéticas é cada dia mais restrito (NOLASCO, 1996), pois o interesse dos pesquisadores de fitoterápicos volta-se para o estudo do comportamento dos metabólitos secundários das plantas. Apesar de estes serem controlados geneticamente (TRAPP e CROTEAU, 2001), os componentes ambientais influenciam em sua quantidade e concentração, destacando-se a luz (intensidade e fotoperíodo), a latitude, a temperatura (mínima, máxima e média), o solo (propriedades químicas e físicas, através da fertilidade macro e micronutrientes), os ventos, a disponibilidade de água, etc., ou mesmo esses fatores em conjunto, como é o caso da sazonalidade. Portanto é necessário considerar as condições ambientais ideais para obtenção de máxima produção.

Práticas agrônomicas também estão estreitamente relacionadas a esses fatores, visto que preparo do solo, irrigação, tratamento da semente, espaçamento, reguladores vegetais, adubação, data de plantio, época de colheita, secagem, entre outros, devem ser levados em conta quando se deseja produção de biomassa e de produtos naturais.

Nas condições brasileiras, a maioria das plantas medicinais não é ainda cultivada, mas coletada através do extrativismo, e grande parte das espécies cultivadas encontra-se no estágio inicial de domesticação, não estando sistematicamente investigada. Esse extrativismo

dispensa esforços e despesas do cultivo, porém provoca degradação do ecossistema, baixa qualidade do material e diversificação de produto.

Esses fatores que condicionam as plantas a tal situação requerem do homem uma busca incessante na tentativa de lançar estratégias para obtenção e maximização do produto a ser adquirido. Inúmeras são as formas que ele pode lançar para conseguir esse objetivo, como submeter as plantas a diferentes condições, na tentativa de conseguir maior retorno e controle sobre os seus derivados secundários.

A Amazônia, maior ecossistema de floresta tropical, é considerada a maior reserva de plantas medicinais do mundo, cuja exploração ocorre de forma desordenada, comprometendo todo o seu potencial de recursos genéticos, principalmente medicinais, dos quais apenas 5% do total de espécies tem sido objeto de pesquisa (MATOS, 1990), em sua maioria na área química e farmacológica, tanto para as espécies nativas como para as introduzidas, sem levar em conta o devido suporte da área agrônômica, que pode aliviar a pressão extrativista desorganizada sobre o ecossistema e permitir a obtenção de material de qualidade superior.

Entre as espécies nativas encontra-se a *Pothomorphe peltata* Miq. (Piperaceae), erva bianual ou perene, usada na medicina popular de quase todo o Brasil, empregando-se suas folhas, hastes e raízes. Alguns metabólitos secundários já foram identificados, tais como óleos essenciais, esteroides, mucilagens, substâncias fenólicas, pigmentos e também o 4-nerolidilcatecol (substância mista formada de uma cadeia lateral terpênica ligada a um anel aromático). É considerada diurética, antiepiléptica, antipirética, usada contra doenças do fígado, inchaços e inflamações das pernas, contra erisipela e filariose (LORENZI e MATOS, 2002). Somente para

o composto 4-nerolidilcatecol foi demonstrado também atividade antimalárica, antitumoral, prevenção espontânea de peroxidação de lipídios do cérebro e também potencial antioxidante através de aplicação em formulações cosméticas (PINTO, 2002).

Em função do exposto, objetivou-se avaliar diferentes fontes de matéria orgânica no cultivo de *P. peltata* na Amazônia Brasileira.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Embrapa Amazônia Ocidental durante os anos de 2007 e 2008. Sementes de espigas caapeba foram colhidas de plantas da coleção da Unidade, maceradas, lavadas, filtradas e secas em ambiente de laboratório, em outubro de 2007. Depois foram semeadas em bandejas de poliestireno expandido (72 células) contendo substrato comercial. O desbaste das plantas foi feito 15 dias após a emergência, deixando a planta mais vigorosa. Permaneceram em condição de viveiro durante 60 dias até serem plantadas em Latossolo Amarelo, no espaçamento de 1,0 m x 1,0 m. Os tratamentos continham fontes de adubo orgânico, assim distribuídos: casca de guaraná – 4,0 kg/m²; composto – 5,0 kg/m²; esterco de aves – 7,5 kg/m²; esterco de gado – 10,0 kg/m²; húmus – 3,0 kg/m²; e ausência (Testemunha), em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada parcela era composta de 16 plantas. Avaliaram-se as quatro centrais como úteis. Os materiais estavam curtidos e foram incorporados ao solo de cada parcela 10 dias antes do plantio (dezembro/2007). Devido à diferença de umidade dos adubos, estes foram padronizados em função da relação volume/peso. O solo que recebeu os tratamentos possui baixa fertilidade, de acordo com análise de solo do Laboratório de Solos e Plantas. Ao final de 200 dias, as plantas foram avaliadas em função da altura, número de folhas, número de hastes, produção de folhas, caules, raízes

e inflorescências. Em cada parte da planta avaliou-se a matéria seca, através de duas amostras secas em estufa por quatro dias, a 65 °C, com os resultados expressos em g/pl. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias, ao Teste Tukey, a nível de 5% de probabilidade. Utilizou-se o Programa ESTAT para as análises estatísticas.

Resultados e Discussão

As fontes de adubo orgânico influenciaram significativamente as variáveis respostas em caapeba nas condições de Manaus, AM (Tabela 1). Os maiores valores foram observados para o esterco de aves, seguido da fonte esterco bovino. Ausência e fontes de fertilizante ficaram demonstradas como limitantes para o desenvolvimento dessa espécie, pois para a altura houve aumento de quase 100 cm em relação ao esterco de aves. Para número de hastes, a resposta foi semelhante para ausência, húmus, casca de guaraná e composto. Enquanto o número de hastes representa até seis vezes mais, o número de folhas chega a três e inflorescências quase oito vezes para esterco de aves. Os componentes de produção da planta também foram afetados pelas fontes de adubo orgânico. O caule representa a maior contribuição na espécie, com aproximadamente 300 g/planta, na fonte esterco de aves. A produção total, por ser função direta dos vários componentes da planta, também sofreu influência do tipo de adubo. A maior produção foi observada em esterco de aves, com 745 g/pl. Soares et al. (2006) verificaram que caapeba pode ser cultivada com adubo orgânico e esterco de aves, na dose de até 7,5 kg/m². Filgueira (2003) menciona as vantagens de uso de adubação orgânica nas culturas anuais, notadamente nas olerícolas, pois aumenta a capacidade de penetração e retenção de água, melhora a estrutura, o arejamento e a porosidade, aumenta a vida microbiana do solo e favorece a absorção de nutrientes. Considerando as fontes usadas neste estudo, os estercos de ave e bovino foram os de melhor resposta nessa espécie.

Tabela 1. Variáveis respostas de caapeba em função de fontes de adubo orgânico nas condições de Manaus, AM. Embrapa Amazônia Ocidental, 2008.

Fonte de adubo	Altura	Hastes	Folhas	Inflorescências	Folhas	Caulas	Raízes	Inflorescências	Total
Testemunha	48,68c	1,87c	10,43b	9,45d	29,49e	15,62d	12,92c	8,22c	66,27d
Húmus	59,12bc	1,87c	15,06b	10,12cd	44,03de	21,78cd	19,55c	13,23c	98,59cd
Casca de guaraná	70,87bc	1,81c	18,87b	15,37cd	55,14cd	37,24c	28,13c	22,27c	142,8c
Composto	64,69b	2,31c	19,00b	17,37c	60,99c	35,74c	23,34c	17,17c	139,76c
Esterco bovino	115,62a	4,25b	33,87a	46,37b	140,92a	149,13b	115,05b	80,63b	485,99b
Esterco de aves	127,25a	7,81a	38,10a	71,37a	111,57b	298,17a	196,35a	139,46a	745,56a
CV (%)	9,49	18,51	17,50	11,16	9,87	8,00	15,25	17,50	7,84
DMS	17,69	1,41	9,12	7,27	16,70	17,11	23,11	18,49	50,43

Médias seguidas de mesma letra na coluna não são significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste Tukey.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), pela concessão da bolsa, e à Embrapa Amazônia Ocidental, pela realização da pesquisa.

Referências

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003. 412 p.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais brasileiras**: nativas e exóticas. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2002. 543 p.

NOLASCO, F. **Deficiências nutricionais em manjeriço (*Ocimum* sp.), sob hidroponia**. 1996. 9 p. Monografia (Graduação) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PINTO, A. C. S. **Estudo fitoquímico e biológico de *Pothomorphe peltata* (L.) Miquel (Piperaceae)**. 2002. 156 p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

SOARES, J. V. C. et al. Produção de caapeba em função de doses de adubo orgânico. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 3., 2007, Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007. 1 CD ROM. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 53).

TRAPP, S. C.; CROTEAU, R. D. Genomic organization of plant terpene synthesis and molecular evolutionary implications. **Genetic**, v. 158, p. 811-832, 2001.

Produção de Biomassa, Relação Folha/Caule e Teor de Óleo Essencial de Pimenta-de-Macaco, em Função de Espaçamentos e Épocas de Corte, nas Condições de Manaus, AM

Rafaely das Chagas Lameira
Francisco Celio M. Chaves
Lauter Silva Souto
Antônia Lima Silva
Josias Pedroso Queiróz
Humberto Ribeiro Bizzo

Resumo

O trabalho foi realizado na Embrapa Amazônia Ocidental, onde se avaliaram 7 espaçamentos (0,5 m x 0,5 m; 1,0 m x 0,5 m; 1,0 m x 1,0 m; 1,0 m x 1,5 m; 1,5 m x 1,5 m; 1,5 m x 2,0 m, 2,0 m x 2,0 m) e 3 épocas de corte. As mudas foram produzidas de sementes da população natural existente na área da coleção. Após germinação, feito o desbaste, o plantio ocorreu quando as plantas alcançaram altura média de 15 cm, em uma área que recebeu calcário para correção de acidez. Em dezembro de 2006, foi realizado o plantio, selecionando-se, para isso, as mudas mais uniformes. Foram feitas as seguintes avaliações: produção de folhas, caules, inflorescências, relação folha/caule e teor de óleo essencial. Duas amostras de 20,0 g de cada componente da planta foram colocadas em estufa a 65 °C, para obtenção da matéria seca. O teor de óleo essencial foi obtido através de aparelho tipo Clevenger, com duas amostras de 100,0 g de material fresco para folhas. A massa de óleo essencial obtida foi pesada e dividida pela matéria seca de cada material. Neste estudo, verificou-se que espaçamentos a partir de 1,0 m entre plantas e entre linhas podem representar um bom arranjo espacial para essa espécie. Para idade da planta em função do rebroto, é necessário acompanhamento das condições nutricionais.

Termos para indexação: *Piper aduncum*, sazonalidade, óleo essencial, planta medicinal, Amazônia.

Introdução

Piper aduncum, também conhecida como jaguarandi, aperta-ruão, pimenta-longa, distribui-se através da América do Sul e em todo o Brasil, e possivelmente por toda a Amazônia, bem como Peru e Bolívia (YUNCKER, 1975). Ocorre em áreas abertas, capoeiras ou bordas de florestas, formando aglomerados, mostrando ser uma espécie heliófila. É uma planta da família Piperaceae, de caráter arbustivo, ramificado, nodoso, com inflorescências em forma de pedúnculo, com cerca de 1 cm a 3 cm; folhas pubescentes (dependendo dos diferentes ecotipos encontrados no Brasil), podendo apresentar pontuações glandulares e tricomas glandulares do tipo fusiforme, providos de glândula globosa e unicelular, pedicelo curto unicelular e célula do pescoço em cunha (VIANNA et al., 1997). É possível verificar diferenças morfológicas na espécie, por observação de campo, dependendo do local de ocorrência; alguns indivíduos apresentam caules mais avermelhados; outros apresentam folhas mais ásperas; outros, folhas menos ásperas. Essa planta é de uso das populações locais, sendo que seu uso popular se dá por meio de “banhos medicinais”, que possuem propriedades revigorantes. Além disso, essa espécie surge como fonte de safrol, constituinte do óleo essencial. Segundo Yuncker (1975), é uma planta nodosa, arbustiva ou arboreta, alcançando de 3 a 6 metros de altura; apresenta folhas novas pouco pubescentes e folhas velhas mais ou menos ásperas, demonstrando pontuações glandulares entre as nervuras. Possui sementes pequenas (cerca de 0,5 mm de diâmetro) e em grande número, apresenta crescimento bastante rápido, dominando facilmente o ambiente. Pode ser classificada ecofisiologicamente como planta pioneira, devido a sua ocorrência exclusiva em campos e barrancos abertos, com incidência de luz solar direta e abundante. Seu fruto é acre e picante, útil internamente como incisivo (antiblenorrágico e estimulante digestivo) e externamente

como resolutivo, muito conveniente para o tratamento de úlceras crônicas. As raízes são usadas externamente no combate à erisipela e internamente como desobstruente do fígado e estimulante. As folhas são adstringentes e tônicas do útero, eficazes na cura do prolapso uterino (CORRÊA, 1984).

Em trabalhos etnobotânicos sobre a utilização de diversas espécies do gênero *Piper* pela comunidade indígena Kaxinawá, no Estado do Acre, foram isolados de *P. aduncum* diferentes compostos secundários, entre os quais o safrol, o pseudo-dilapiol, o dilapiol e a miristicina. Maia et al. (1998), analisando o óleo essencial de *P. aduncum* da região amazônica, verificaram a presença de safrol, além de dilapiol, piperitona e terpineol. Rocha & Ming (1999), em ensaio realizado com indivíduos da mesma espécie coletada no Estado de São Paulo, verificaram a presença de safrol no óleo essencial extraído das folhas, sendo que a percentagem variou de 12,4 a 17,4. Tais informações confirmam o grande potencial farmacológico do óleo essencial da espécie e a presença do safrol no óleo essencial, associado com outros componentes indica que este pode ser um dos responsáveis por tal atividade, além de sua importância como fixador.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na área experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, situada no Km 29 da Rodovia AM-010 (Manaus / Itacoatiara), onde foram avaliados 7 espaçamentos (0,5 m x 0,5 m; 1,0 m x 0,5 m; 1,0 m x 1,0 m; 1,0 m x 1,5 m; 1,5 m x 1,5 m; 1,5 m x 2,0 m, 2,0 m x 2,0 m) e 3 épocas de corte, em esquema fatorial 7x3x4. A área útil de cada parcela foi constituída por 4 plantas, cortadas a 30 cm do solo. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com 4 repetições.

As mudas foram produzidas a partir de sementes colhidas de plantas de população natural existente na área de Coleção de Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares da Unidade da Embrapa. Após lavagem das espigas maduras, as sementes foram colocadas para secar no Laboratório de Plantas Medicinais e Fitoquímica durante cinco dias. Decorrido esse tempo, foram semeadas em 12 bandejas de poliestireno expandido (128 células), contendo substrato composto de terço e esterco (2:1), onde cada célula recebeu quatro sementes.

Após a germinação, foi feito desbaste, para deixar a planta mais vigorosa. Essas mudas permaneceram em viveiro, recebendo irrigação diária até a data de plantio definitivo no campo. O plantio foi realizado quando as plantas alcançaram a altura média de 10 cm-15 cm em uma área que recebeu calcário para correção da acidez. No dia 16 de dezembro de 2006, foi realizado o plantio, selecionando-se para isso as mudas mais uniformes. Foram realizadas capinas manuais de acordo com a necessidade.

Por ocasião da época de corte, realizada nos meses de junho e dezembro de 2007 (C1 e C2) e junho de 2008 (C3), foram feitas as seguintes avaliações: produção de folhas, caules, inflorescências, relação folha/caule e teor de óleo essencial. Duas amostras de 20,0 g de cada componente da planta foram colocadas em estufa a 65 °C, por seis dias, para obtenção da matéria seca. O teor de óleo essencial foi obtido através de aparelho tipo Clevenger, com duas amostras de 100,0 g de material fresco para folhas. A massa de óleo essencial obtida foi pesada e dividida pela matéria seca de cada material e o resultado foi expresso em percentagem (base seca).

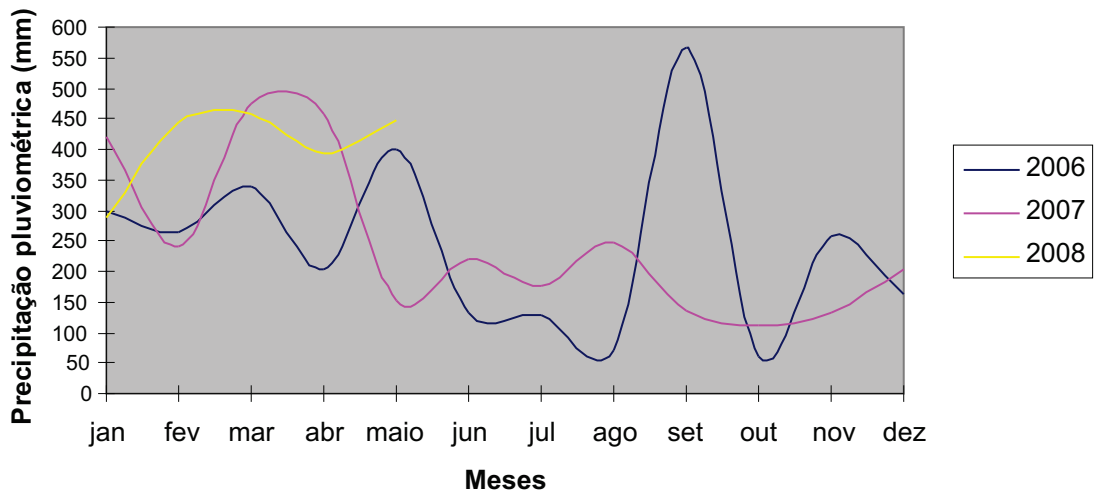
O programa utilizado para análise estatística foi o Sisvar 4.3, no qual os dados foram submetidos à análise de variância e testes de média (Tukey 5%). As variáveis respostas estão apresentadas em equações de regressão.

Resultados e Discussão

A altura não foi significativa para a primeira época de corte, quando as plantas apresentaram média de 93,8 cm. Para as demais houve variação significativa, com a segunda época apresentando resposta linear e crescente com o aumento no espaçamento e superior àqueles obtidos no terceiro corte (segundo rebroto). Por outro lado, na última colheita/corte, houve aumento na altura da planta até o espaçamento 1,5 m x 1,5 m. Os demais espaçamentos favorecem uma maior área para exploração por parte da espécie, demonstrando, dessa forma, que ela pode investir em ramos laterais, pois não houve limite de espaço para seu crescimento (Fig. 1).

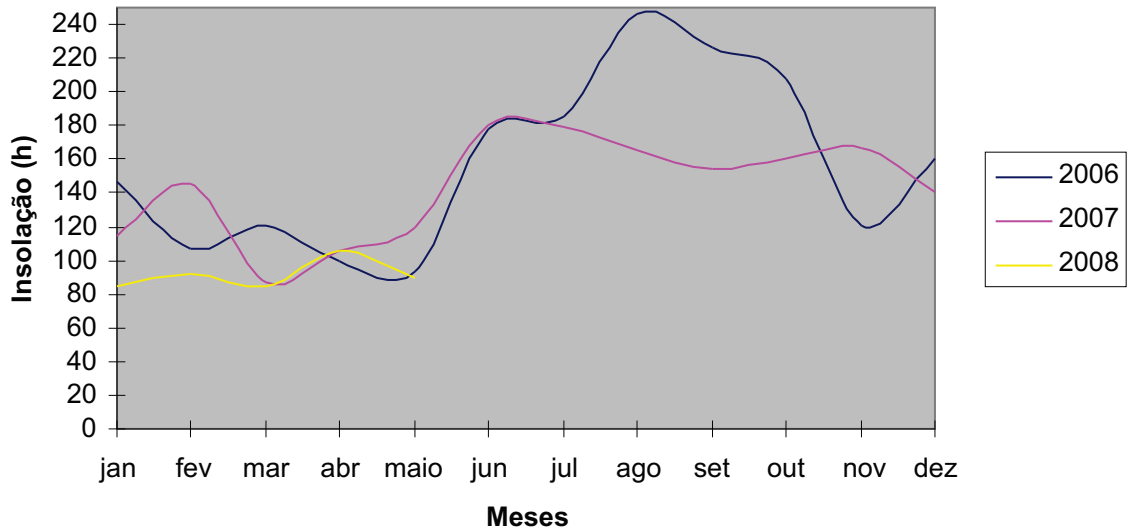
A maior produção de folhas foi verificada por ocasião do segundo corte, o que corresponde ao primeiro rebroto. Embora no terceiro corte (C3) as plantas já estivessem no campo há aproximadamente dois anos, só a partir do sexto espaçamento (1,5 m x 2,0 m) houve maior resposta a essa variável. A produção de folhas foi provavelmente mais afetada pela insolação do que pela precipitação pluviométrica (Fig. 1 e 2), pois, no segundo semestre de 2007, verificou-se maior quantidade de horas de sol. Ainda pode ser mencionado que a produção de folhas, mesmo daqueles menores espaçamentos, foi superior à do terceiro corte.

Para o componente caule, verificou-se também que a maior produção foi obtida no segundo corte. Enquanto o maior valor para folhas situou-se em torno de 480 g/planta; para o caule, esse valor foi mais expressivo, pois alcançou até 520 g/planta, no maior espaçamento. Observa-se também que embora o C3 tenha sido realizado em plantas com maior número de dias, os menores espaçamentos não conseguiram investir no sistema radicular (Fig. 4).



Fonte: Laboratório de Agroclimatologia da Embrapa Amazônia Ocidental.

Fig. 1. Precipitação pluviométrica verificada ao longo do experimento. Manaus, AM, Embrapa Amazônia Ocidental, 2008.



Fonte: Laboratório de Agroclimatologia da Embrapa Amazônia Ocidental.

Fig. 2. Insolação verificada ao longo do experimento. Manaus, AM, Embrapa Amazônia Ocidental, 2008.

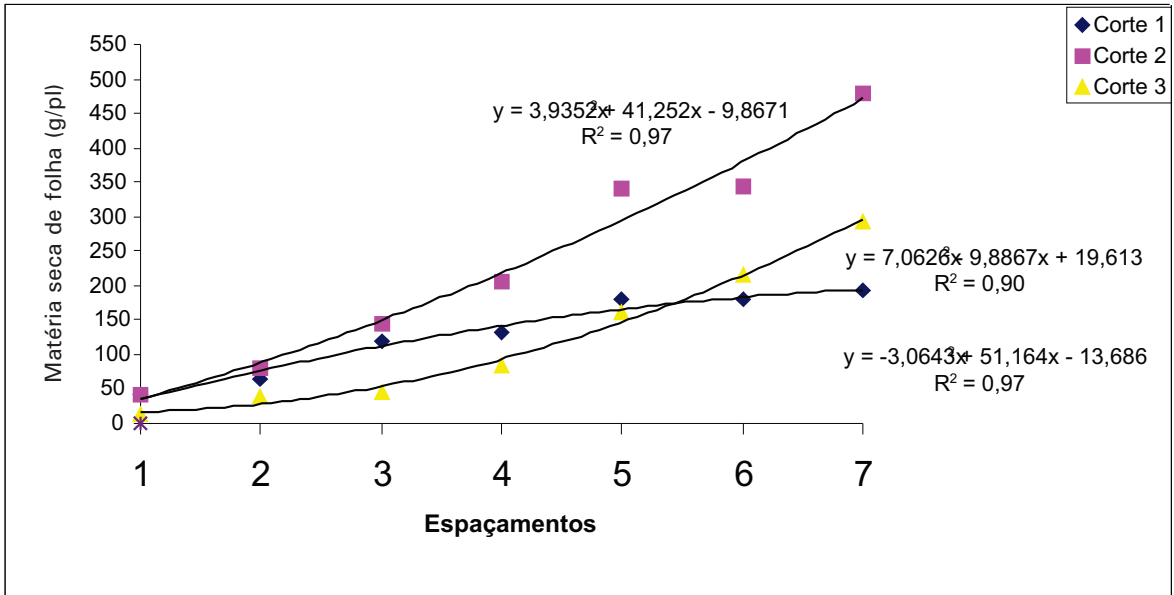


Fig. 3. Massa seca de folhas de pimenta-de-macaco em função de diferentes espaçamentos e épocas de corte. Manaus, AM, Embrapa Amazônia Ocidental, 2008.

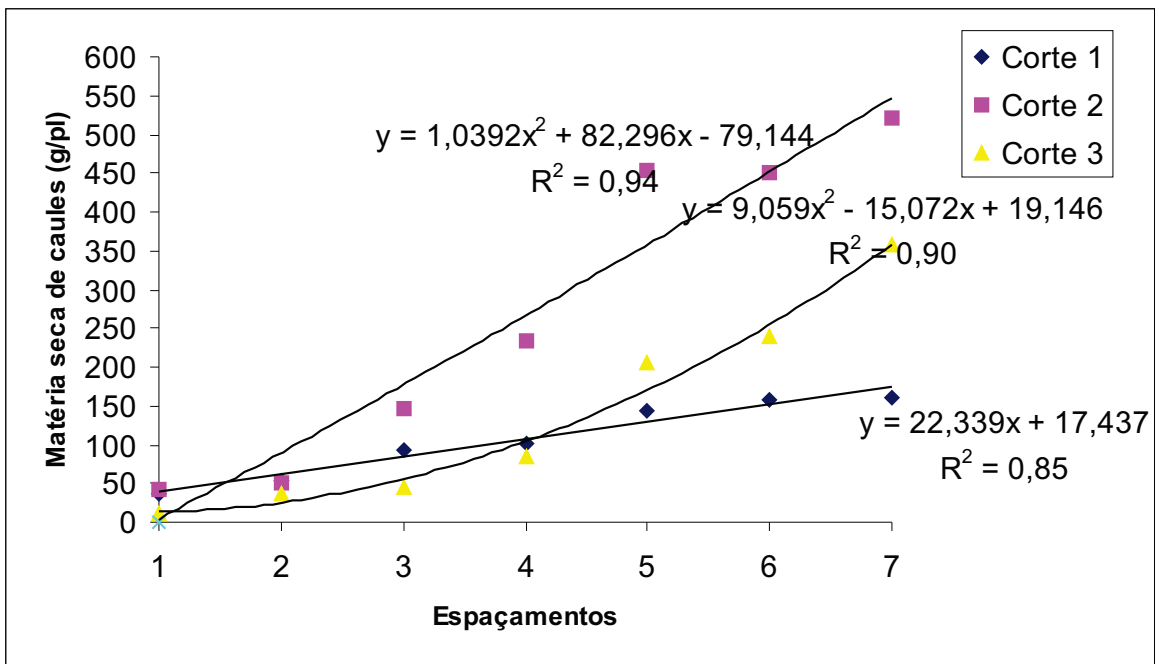


Fig. 4. Massa seca de caules de pimenta-de-macaco em função de diferentes espaçamentos e épocas de corte. Manaus, AM, Embrapa Amazônia Ocidental, 2008.

O componente que teve menor contribuição na produção de biomassa foram as inflorescências, com o valor máximo de 22,5 g/planta, obtido por ocasião do segundo corte. Grande parte das espécies do gênero *Piper* são plantas pioneiras e estão envolvidas em processos de regeneração e manutenção da diversidade de matas. Algumas espécies também crescem em áreas fechadas (THIES e KALKO, 2004) e tendem a apresentar maior abundância em áreas de borda de mata e no interior de clareiras naturais ou causadas por humanos (GREIG, 1993). Além disso, indivíduos de *Piper* que recebem mais luz são capazes de gerar mais inflorescências, provavelmente como estratégia no investimento na reprodução sexuada, devido às vantagens evolutivas desse tipo de reprodução (MELLO, 2002).

A relação folha/caule reflete a capacidade da planta de investir e armazenar, em função da sua idade. Embora os maiores valores tenham sido observados no primeiro corte, a produção dos dois componentes não ocorreu exatamente nessa fase. Vale mencionar que, por ocasião do primeiro corte, as

plantas tinham a menor idade, investindo tanto em caule como em folhas, pois é o órgão de produção de fotoassimilados. Nessa fase, os maiores espaçamentos foram favorecidos com melhor aproveitamento de uso da luz, pois o espaço não foi limitante para tal.

Dois fatores estão associados diretamente neste estudo. A eficiência fotossintética das folhas é dependente da quantidade de luz que chega até o dossel da planta e os espaços disponíveis para o crescimento da espécie. Quanto maior o espaçamento, mais luz disponível para a planta, mais fotoassimilados produzidos e distribuídos até a raiz. Por outro lado, um maior adensamento confere competição por luz, nutrientes, reduzindo, dessa forma, a disponibilidade de fotoassimilados para armazenamento. Também merece destaque que o terceiro corte foi realizado quase dois anos da aplicação de calcário. Em geral, a aplicação de correção da acidez deve ser realizada a cada dois anos, pois a sua eficiência decresce, disponibilizando menos nutrientes, com aumento da acidez do solo. O índice pluviométrico amazônico também pode contribuir para isso, pois até 2.000 mm de chuva são valores normais em um ano.

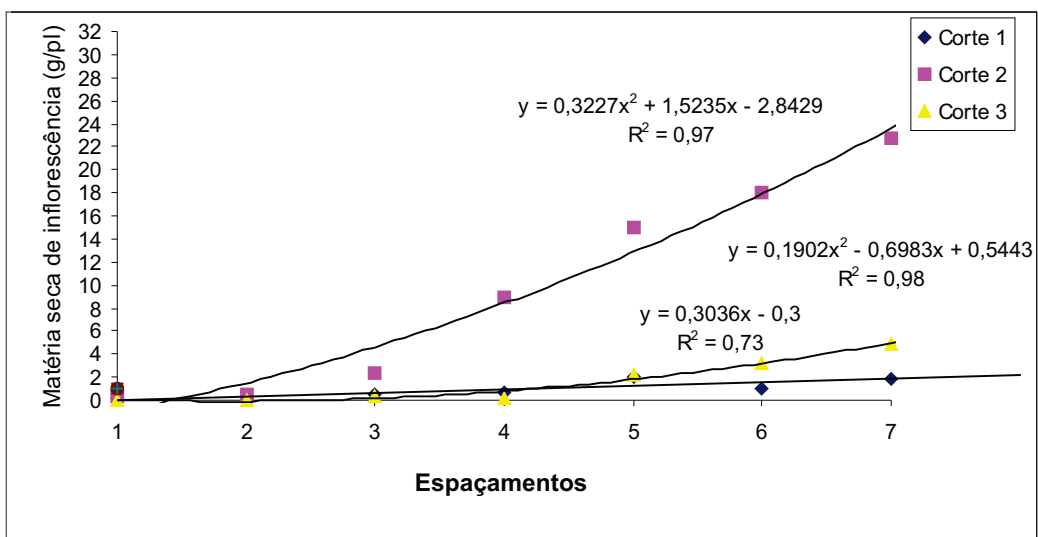


Fig. 5. Massa seca de inflorescências de pimenta-de-macaco em função de diferentes espaçamentos e épocas de corte. Manaus, AM, Embrapa Amazônia Ocidental, 2008.

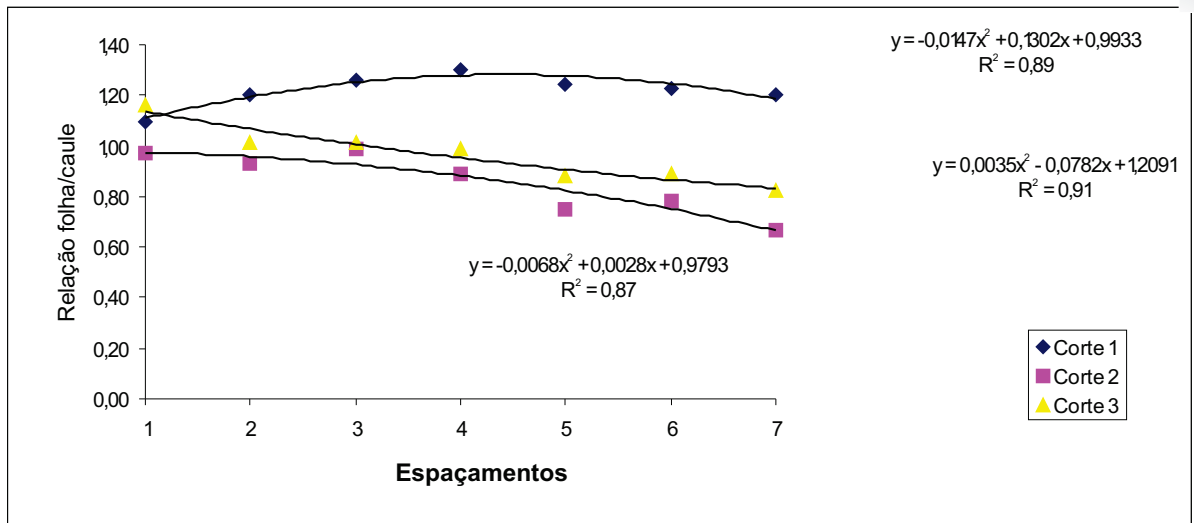


Fig. 6. Relação folha/caule em pimenta-de-macaco em função de diferentes espaçamentos e épocas de corte. Manaus, AM, Embrapa Amazônia Ocidental, 2008.

O teor de óleo essencial foi maior no terceiro corte, decrescendo com os espaçamentos maiores. Em seguida, os maiores valores foram observados para o primeiro corte. O óleo essencial é função de associações que ocorrem entre metabolismo primário e secundário, embora a formação dos óleos essenciais seja devida ao secundário. Especula-se, por meio de teorias, que o óleo essencial, assim como os outros produtos do metabolismo secundário, sejam em função de condições de estresse a que estão submetidos os vegetais. O corte realizado na terceira época, em função das condições já mencionadas (tempo de aplicação de calcário, insolação no segundo semestre de 2007, menor disponibilidade de área nos espaçamentos menores, dentre outros), pode ter conferido, em associação, condições de estresse, revelados em maior rendimento de óleo essencial. Embora ocorra menos horas de luz no primeiro semestre de cada ano, o primeiro corte foi realizado quando

plantas tinham menor tempo no campo, pois até então estava ocorrendo o estabelecimento da cultura nos primeiros dias.

Piper aduncum é uma espécie pioneira, que se adapta bem em áreas abertas, com alta incidência de luz, e responde bem ao corte, resposta observada em função de dois cortes anuais poderem ser realizados nas condições amazônicas. O melhor espaçamento deve ser aquele que permita conjugar produção de folhas e caules, se considerar que toda a planta pode ser destinada a obtenção de óleo essencial. Neste estudo verificou-se que espaçamentos a partir de 1,0 m entre plantas e entre linhas pode representar um bom arranjo espacial para essa espécie. Para idade da planta em função do rebroto, há a necessidade de acompanhamento das condições nutricionais, considerando as condições nos quais o estudo está sendo realizado, principalmente se forem amazônicas.

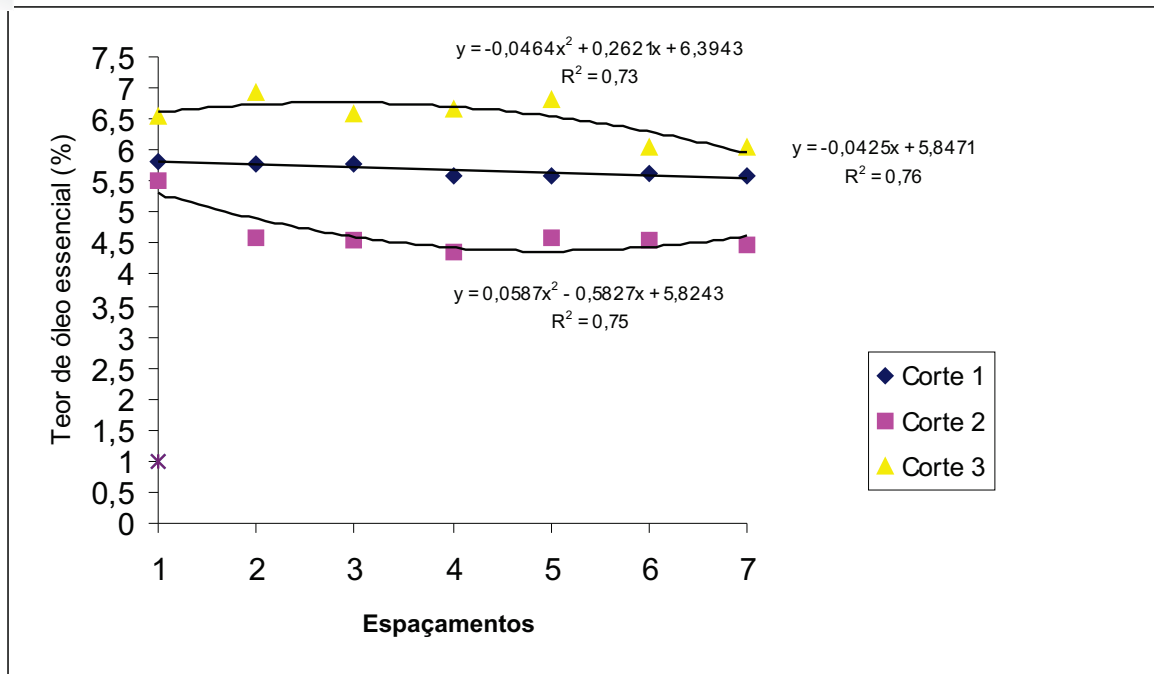


Fig. 7. Teor de óleo essencial de pimenta-de-macaco em função de diferentes espaçamentos e épocas de corte. Manaus, AM, Embrapa Amazônia Ocidental, 2008.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), pela concessão da bolsa, e à Embrapa Amazônia Ocidental, pela realização da pesquisa.

Referências

CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1984. v. 1. p. 138.

COSTA, I. O. V. L.; CHAVES, F. C. M.; PENA, E. A. Produção de biomassa (folhas e caules) e rendimento de óleo essencial de *Piper aduncum* L., em função de épocas de colheita, nas condições de Manaus AM. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 3., 2006, Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007. 1 CD ROM. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 52).

GREIG, N. Regeneration mode in neotropical *Piper*: habitat and species comparisons. **Ecology**, v. 74, p. 2125-2135, 1993.

MAIA, J. G. et al. Constituintes of the essential oil of *Piper aduncum* L. growing wild in the Amazon region. **Flavour and Fragrance Journal**, n. 13, p. 269-72, 1998.

MELLO, M. A. R. **Interações entre morcego *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) (Chiroptera: Phyllostomidae) e plantas do gênero *Piper* (Linnaeus, 1737) (Piperales: Piperaceae) em uma área de Mata Atlântica**. 2002. Tese (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ROCHA, S. F. R.; MING, L.C. **Óleos essenciais de *Piper aduncum* do Estado de São Paulo**: relatório de pesquisa. São Paulo: FAPESP, 1999. 15 p.

THIES, W.; KALKO, E. K. V. Phenology of neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two shorttailed fruit bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea* (Phyllostomidae). **Oikos**, v. 104, p. 326-376, 2004.

VIANNA, W. O. et al. Morphological characterization of *Piper aduncum* L. **Lecta**, v. 15, n. 1-2, p. 11-62, 1997.

YUNCKER, T. G. The Piperaceae of Brazil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 2, p. 99-102, 1975.

Produção de Mandioca em Cultivos Consorciados com Plantas Leguminosas no Estado do Amazonas

Paulo César Teixeira
Wanderlei Antônio Alves Lima
Ivanilde Lima Mesquita

Resumo

Na Amazônia, fatores socioeconômicos, culturais e geopolíticos não têm colaborado com um cenário favorável à transição da agricultura migratória para uma atividade econômica incorporada aos anseios de qualidade de vida da sociedade. O resultado é a predominância de um sistema de uso da terra com elevado custo ambiental e baixo nível de competitividade, quantitativa e qualitativa, da produção. Este trabalho teve como objetivo principal avaliar o crescimento vegetativo e a produtividade de duas variedades de mandioca em diferentes sistemas de cultivo associados a leguminosas e plantas espontâneas, com e sem calagem, e adubação com adubos e corretivos permitidos para a adubação orgânica. O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial, sendo: dois níveis de correção + adubação (com e sem adubo + calcário), duas variedades de mandioca (BRS Purus e uma variedade tradicionalmente utilizada pelos agricultores da comunidade), seis tipos de sistema de cultivo (mandioca consorciada com flemíngia (*Flemingia macrophylla*), crotalária (*Crotalaria mucronata*), feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) e quandu (*Cajanus cajan*); mandioca solteira com capina, mandioca solteira sem capina, apresentando um total de 24 tratamentos e 96 parcelas experimentais. A mandioca foi plantada em filas duplas no espaçamento de 2,0 m x 0,6 m x 0,6 m e as plantas consorciadas foram plantadas nas entrelinhas maiores da mandioca. Adubação e calagem proporcionaram elevação de aproximadamente 24% e 34% no crescimento em altura, 22% e 30% na produção de raízes frescas e 28% e 61% na matéria seca total para as variedades BRS Purus e tradicional, respectivamente. A relação raiz/parte aérea foi desfavorecida com a adubação e a calagem, diminuindo em relação aos tratamentos sem adubação 28% e 34% para as variedades BRS Purus e tradicional, respectivamente, pois as plantas alocaram proporcionalmente mais matéria seca para a parte aérea em detrimento das raízes. Em média, a variedade BRS Purus apresentou maior massa de matéria fresca (19%) e seca (34%) de raízes e maior relação raiz/parte aérea em relação à variedade tradicionalmente usada pelos agricultores.

Termos para indexação: *Manihot*, adubação verde, adubação orgânica.

Introdução

O gênero *Manihot*, originário da América do Sul, difundiu-se no Brasil, na América Central e no México, especialmente pelos indígenas, encontrando-se hoje em praticamente todas as regiões de clima subtropical e tropical do mundo, e reúne cerca de 98 espécies descritas, dentre as quais destaca-se *M. esculenta*, por ser de maior valor agrônômico.

A mandioca é cultivada em muitos países compreendidos por uma extensa faixa do globo terrestre, que vai de 30 de latitude norte a sul e em altitudes inferiores a 2.000 m (COCK, 1985). Dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) indicam produção mundial de raízes de mandioca da ordem de 163 milhões de toneladas anuais. O Brasil apresentou, em 2006, produtividade média de 14 t/ha de raízes e o Estado do Amazonas, 9 t/ha (IBGE, 2007).

Embora o Brasil ocupe posição de um dos maiores produtores mundiais, a produtividade brasileira de mandioca é uma das mais baixas do mundo. Dois fatores têm contribuído de modo decisivo para a estagnação dessa cultura no País. O primeiro deles diz respeito à política agrícola brasileira e seus reflexos no setor mandioqueiro, caracterizado por grande pulverização da produção, predominantemente minifundiária, com mercados restritos e pouco assistidos pelos mecanismos de crédito. O segundo fator está relacionado às limitações de ordem tecnológica, as quais interferem mais no rendimento da cultura.

A exploração da cultura de mandioca sem adubação pode comprometer o processo de reforma dos plantios, pois, segundo Howeler (1984), na produção de raízes de mandioca ocorre grande extração de nutrientes do solo. Segundo Embrapa (2007), dois aspectos devem ser

considerados na conservação do solo em mandioca: 1) protege pouco o solo contra erosão, pois o crescimento inicial é muito lento e o espaçamento é amplo, fazendo com que demore a cobri-lo e assim protegê-lo da degradação de sua estrutura pelas chuvas e enxurradas; 2) é esgotante do solo, pois quase tudo que produz (raízes, folhas e manivas) é exportado da área, para produção de farinha e alimentação.

Apesar de a cultura ser plantada com baixa adoção de tecnologia e ter pouca demanda, a pesquisa tem disseminado sua importância na economia da região Meio-Norte brasileira, bem como na nutrição da população. Contudo, essa cultura, de maneira incipiente, vem se revitalizando com a entrada, no mercado, de produtores que utilizam novas variedades e sistema de produção diversificado, cultivando essa tuberosa com adoção de novas tecnologias (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2005).

O desenvolvimento de recomendações tecnológicas, visando principalmente o agricultor familiar, para aumentar a produtividade dessa cultura, é dependente de uma compreensão lógica de importantes princípios ecológicos. Na Amazônia, onde predomina a ocupação indígena e de pequenos agricultores, a carência de informações sobre a cultura ainda é grande. A produção orgânica, que poderia ser uma alternativa para a região, de maneira geral, baseia-se no melhoramento e na conservação da fertilidade do solo, no uso apropriado de energia e no estímulo à biodiversidade vegetal e animal, promovendo um manejo integrado mediante técnicas e insumos compatíveis.

A nutrição e a adubação de culturas, sob o paradigma orgânico, pressupõem que a fertilidade do solo deve ser mantida e melhorada por meio da utilização de recursos naturais. Na medida do possível, deve-se utilizar recursos locais, bem como subprodutos que proporcionem o fornecimento de nutrientes à cultura de

forma ampla e diversificada, por meio de produtos de baixa solubilidade e concentração, quelatizados ou não. Portanto, trata-se de área do conhecimento em que o envolvimento da pesquisa se faz necessário, para se ter uma avaliação científica de tais práticas e de seus benefícios quanto à produtividade, à estabilidade da produção, ao seu custo/benefício e ao desenvolvimento da tecnologia.

A produção de mandioca orgânica é uma alternativa para os agricultores familiares do Estado do Amazonas (centro de origem da mandioca). Em geral, seus sistemas de produção são diversificados e existe a preocupação com a distribuição de trabalho no tempo e no espaço. Alguns custos poderiam ser reduzidos pela produção de parte de insumos na propriedade, como estercos, compostos, adubos verdes, etc. Assim, os agricultores familiares estariam também contribuindo para a recuperação e preservação dos recursos naturais, aumentariam seus lucros pela agregação de valor ao produto e fornecimentos de novos mercados de produtos diferenciados (mandioca orgânica) para consumidores mais exigentes.

O uso de adubos verdes intercalados na linha de plantio da cultura de mandioca, acrescentando a prática de roçada e a cobertura morta sob os pés de mandioca, além de contribuir para a melhoria da fertilidade do solo, retenção de água no solo, proteção do solo contra erosão e redução do crescimento de plantas invasoras, ajuda a solucionar a problemática da insuficiência de material orgânico. Na maioria das vezes, são necessárias grandes quantidades, por exemplo, de esterco para a adubação orgânica. As leguminosas usadas como adubo verde, além de todas as vantagens citadas acima, são espécies capazes de se associar ou de formar simbiose com organismos fixadores de nitrogênio com posterior liberação para a cultura da mandioca.

Quando se fala em adubação verde, logo se pensa no plantio de leguminosas, porém faz-se necessário também estudar a potencialidade de espécies nativas (plantas espontâneas) como responsáveis pela ciclagem de nutrientes e manutenção da matéria orgânica. Por serem nativas, podem ser mais eficientes que espécies introduzidas. A forma mais simples de se fazer adubação verde é através do manejo correto das plantas espontâneas.

Diante do exposto, faz-se necessário testar diferentes espécies para esse fim, considerando que, em função das características particulares do Estado do Amazonas, haveria diferentes respostas das leguminosas, e talvez das espontâneas, quanto a adaptação, produção de biomassa, capacidade de fixação, conservação de macronutrientes, imobilização e velocidade de decomposição após seu corte. Tudo isso associado à produtividade e à qualidade da mandioca para o Estado do Amazonas, o que pode, conseqüentemente, contribuir para a melhoria da qualidade de vida, principalmente dos agricultores familiares do estado.

Este trabalho teve como objetivo principal avaliar o crescimento vegetativo e a produtividade de duas variedades de mandioca em diferentes sistemas de cultivo associados a leguminosas e plantas espontâneas, com e sem calagem e adubação com adubos e corretivos permitidos para a adubação orgânica.

Material e Métodos

Este trabalho foi realizado no Sítio Ganessa, na comunidade rural de terra firme e de agricultura familiar Nossa Senhora de Fátima, localizada às margens do Igarapé Tarumã-Mirim, com acesso precário por via terrestre pela vicinal Pau-Rosa, a 38 quilômetros da Rodovia Federal BR-174, no início do Km 21, ou por via fluvial, modo mais fácil. A área utilizada para o plantio caracteriza-se pela extratificação em relação ao seu uso, no qual $\frac{1}{4}$ da

área, referente a um bloco, era anteriormente usado com plantios de mandioca sem adubação por dois ciclos e o restante da área ($\frac{3}{4}$) era de capoeira com aproximadamente 3 anos de idade. A capoeira foi cortada e queimada antes do plantio, conforme tradicionalmente feito pela maioria dos agricultores da região (Fig. 1).

O experimento foi instalado no delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial, sendo: dois níveis de correção + adubação (com e sem adubo + calcário), duas variedades de mandioca (BRS Purus e uma variedade tradicionalmente utilizada pelos agricultores da comunidade), seis sistemas de cultivo [mandioca consorciada com: a) flemíngia (*Flemingia macrophylla*); b) crotalária (*Crotalaria mucronata*.); c) feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp); e d) guandu (*Cajanus cajan*); mandioca solteira com duas capinas, mandioca solteira com uma capina], apresentando um total de 24 tratamentos e 96 parcelas experimentais. A mandioca foi plantada em filas duplas no espaçamento de 2,0 m x 0,6 m x 0,6 m e as plantas consorciadas foram plantadas nas entrelinhas maiores da mandioca. Cada parcela experimental foi constituída de três fileiras duplas de mandioca com nove plantas cada, totalizando uma área de 42,12 m² (Figura 2). A área útil foi constituída pelas 10 plantas centrais nas duas linhas centrais da parcela (cinco por linha), correspondendo a 7,8 m²/parcela. Os blocos 1, 2 e 3 foram instalados em área recentemente desmatada e queimada (Fig. 1A) e o bloco 4 em área anteriormente plantada (Fig. 1B).

A adubação e a correção da mandioca nos tratamentos correspondentes foram feitos com adubos e corretivos permitidos para a adubação orgânica e consistiram da aplicação de 2 t/ha de calcário dolomítico antes do plantio, 80 kg/ha de P₂O₅ no plantio (250 kg/ha de Arad = 19,5 g/planta) e 60 kg/ha de K₂O aos

três meses de idade (125 kg/ha de sulfato de potássio = 10 g/planta).



Fig. 1. Área de instalação do experimento, destacando a aplicação do calcário, em área recentemente desmatada e queimada (A) e anteriormente usada com plantios de mandioca (B).

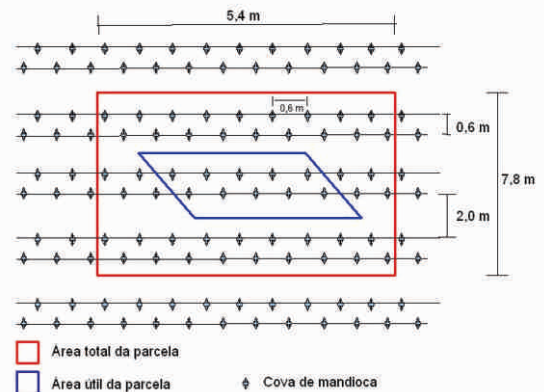


Fig. 2. Representação esquemática de uma parcela experimental contendo três filas duplas de mandioca com nove plantas cada.

Tabela 1. Características químicas médias da área experimental antes do plantio em diferentes profundidades.

Prof cm	pH	C		P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al		SB	t	T	V	m	Fe	Zn	Mn	Cu
		g/kg	M.O.							cmol _c /dm ³										
0-5	4,27	24,27	41,75	2	23	6	0,20	0,11	1,83	11,54	0,39	2,22	11,94	3,30	82,22	121	0,65	2,20	0,13	
5-10	4,34	14,48	24,91	2	14	6	0,06	0,05	1,26	8,74	0,17	1,44	8,91	1,90	88,03	156	0,26	0,69	0,11	
10-20	4,24	14,68	25,24	1	11	6	0,05	0,05	1,15	7,42	0,15	1,31	7,57	2,00	88,21	214	0,20	0,55	0,10	
0-10	4,23	20,86	35,88	2	17	5	0,10	0,07	1,55	11,50	0,24	1,78	11,74	2,00	86,81	142	0,40	1,56	0,11	
0-20	4,25	13,11	22,54	1	11	4	0,06	0,05	1,21	7,49	0,16	1,37	7,64	2,00	88,63	227	0,23	0,82	0,09	

Tabela 2. Características físicas médias da área experimental antes do plantio em diferentes profundidades.

Prof cm	Areia Grossa		Areia Fina		Areia Total		Silte		Argila		Classificação Textural
	2,00 cm-0,20 mm	0-0,20 mm	0,20-0,05 mm	0-0,05 mm	2,00 cm-0,05 mm	0,05-0,002 mm	0,05-0,002 mm	>0,002 mm	g/kg	g/kg	
0-5	519,94	154,09	674,03	88,98	237,0	237,0	237,0	237,0	237,0	237,0	Franco-Argilo Arenoso
5-10	505,85	165,76	671,61	134,40	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0	194,0	Franco-Arenoso
10-20	472,62	156,22	628,84	120,16	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	251,0	Franco-Argilo Arenoso
0-10	511,99	167,76	679,74	83,76	236,5	236,5	236,5	236,5	236,5	236,5	Franco-Argilo Arenoso
0-20	498,48	155,78	654,26	92,24	253,5	253,5	253,5	253,5	253,5	253,5	Franco-Argilo Arenoso

O plantio das leguminosas nas entrelinhas da mandioca foi feito aos 4,5 meses após o plantio desta. Foram plantadas 3 linhas de crotalária por entrelinha de mandioca em sulcos de 2 cm de profundidade e no espaçamento de 50 cm entre linhas usando aproximadamente 35 sementes por metro linear, totalizando 9 linhas por parcela. A flemíngia e o guandu foram plantados em covas de 2 cm de profundidade e 5 sementes/cova, no espaçamento de 0,5 m x 0,5 m, correspondendo a 2 linhas por entrelinha de mandioca, no total de 6 linhas por parcela. O plantio do feijão-caupi foi feito semelhantemente ao efetuado para flemíngia, entretanto no espaçamento de 0,5 m x 0,3 m e 3 sementes por cova.

Aos 12 meses do plantio, as plantas foram colhidas avaliando-se, na área útil, altura das plantas, matéria fresca de folhas, caule e raízes de mandioca, número de raízes comerciais e não comerciais. Amostras de folhas, de caules e de raízes de cada parcela experimental foram pesadas, acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação forçada de ar para determinação da matéria seca e, então, pesadas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e a testes de Tukey.

Salienta-se que, durante o período de condução do ensaio, não foi possível realizar o corte das leguminosas flemíngia, crotalária e caupi, uma vez que houve alta incidência de ataque de pragas e doenças, praticamente eliminando essas leguminosas, mesmo tendo sido feito o replantio. Para o guandu, o ataque foi menos severo e a colheita do material vegetativo (parte aérea) foi feita no início do florescimento. O material colhido foi colocado superficialmente nas entrelinhas da mandioca nas respectivas parcelas.

Resultados e Discussão

A análise de variância dos dados obtidos ao final do experimento mostrou que, para a maioria das variáveis avaliadas, somente houve efeito significativo dos fatores bloco, adubação e variedade de mandioca, não havendo efeito significativo do sistema de manejo com leguminosas e plantas espontâneas e nem das interações (Tabela 3). A não significância do fator cobertura (diferentes sistemas de manejo com leguminosas e plantas espontâneas) foi possivelmente devida às dificuldades enfrentadas no manejo das leguminosas, o que tornou as parcelas bastante semelhantes, ou seja, praticamente sem vegetação de cobertura. Resultados obtidos no Estado de Santa Catarina apontaram que as leguminosas competem com a cultura de interesse (MONDARDO et al., 1983), fato este que não aconteceu neste trabalho.

Verificou-se que, de maneira geral, as duas variedades de mandioca responderam à calagem e à adubação para todas as variáveis, com exceção do número total de raízes (Tabela 4). A adubação proporcionou elevação de aproximadamente 24% e 34% no crescimento em altura, 22% e 30% na produção de raízes frescas e 28% e 61% na matéria seca total para as variedades BRS Purus e tradicional, respectivamente. Segundo Fidalski (1999), a adubação fosfatada aumenta a produção de raízes de mandioca e os teores de P no solo após o cultivo de mandioca. Entre os nutrientes, Gomes (2000) citou que o uso da adubação fosfatada é indispensável para a maioria dos solos onde se cultiva mandioca, mas, ainda assim, de acordo com Lorenzi et al. (2002), a associação com micorrizas faz com que a mandioca produza satisfatoriamente em solos com baixos teores de fósforo.

A relação raiz/parte aérea foi desfavorecida com adubação e calagem, diminuindo em relação aos tratamentos sem adubação 28% e 34% para as variedades BRS Purus e Tradicional, respectivamente, pois as plantas alocaram proporcionalmente mais matéria seca para a parte aérea em detrimento das raízes (Tabela 3). Segundo Embrapa (2007), maior importância adquire a aplicação de fósforo, embora este não seja extraído em grandes quantidades pela mandioca, pois os solos brasileiros em geral, e em particular os cultivados com mandioca, normalmente classificados como marginais, são pobres nesse nutriente. Por essa razão, é grande a resposta da cultura à adubação fosfatada. Quanto ao potássio, nutriente extraído em maior quantidade pela mandioca, seu esgotamento é atingido rapidamente, após dois a quatro cultivos sucessivos na mesma área. Embora a resposta à adubação potássica seja baixa, torna-se evidente após cultivos sucessivos na mesma área. Isso pode ser verificado neste trabalho com relação ao efeito de bloco, já que no bloco 4 (área anteriormente usada com plantios de mandioca) a produtividade foi mais baixa.

Em média, a variedade BRS Purus apresentou maior massa de matéria fresca (19%) e seca (34%) de raízes em relação à variedade tradicional, apesar de apresentarem resultados estatisticamente semelhantes com e sem adubação, com tendência de maior produção pela BRS Purus nos dois casos (Tabela 4). A variedade tradicional apresentou maiores valores de altura, matéria seca de caule e da parte aérea em relação à BRS Purus. Apesar de apresentarem valores de matéria seca total estatisticamente iguais, tanto com adubação como sem adubação, a variedade BRS Purus apresentou relação raiz/parte aérea bastante superior em relação à variedade Tradicional (86% superior com adubação e 71% superior sem adubação), demonstrando que ocorre proporcionalmente maior alocação de matéria seca nas raízes em relação à parte aérea, ao contrário da

Tradicional, que aloca proporcionalmente maior quantidade de matéria seca na parte aérea.

Conclusões

De maneira geral, as duas variedades de mandioca estudadas responderam positivamente à calagem e à adubação.

Apesar de proporcionar maior rendimento de raízes, a relação raiz/parte aérea foi desfavorecida com adubação e calagem, diminuindo em relação aos tratamentos sem adubação 28% e 34% para as variedades BRS Purus e Tradicional, respectivamente.

Em média, a variedade BRS Purus apresentou maior massa de matéria fresca (19%) e seca (34%) de raízes e maior relação raiz/parte aérea em relação à variedade tradicionalmente usada pelos agricultores.

Agradecimentos

Os pesquisadores agradecem ao CNPq e à Fapeam, pelo apoio financeiro.

Tabela 3. Resumo da análise de variância (Quadrado médio) para as variáveis altura, matéria fresca (MF) de raízes não comerciais (RNC), comerciais (RC) e de raízes totais (R), número de raízes comerciais (R_c), de raízes não comerciais (R-nc) e número total de raízes (RT), matéria seca (MS) de folhas (F), do caule (C), de raízes comerciais, não comerciais e de raízes, da parte aérea (PA) e total (T) e relação raiz/parte aérea em função da adubação (Adub), do sistema de manejo com diferentes coberturas do solo (Cob) e da variedade de mandioca (Var).

FV	GL	Altura	MF_RNC	MF_RC	MF_R	R _c	R _{nc}	RT
Bloco	3	1,001**	1533322 ns	229259700**	266271600**	200954000 ns	60404340 ns	469691800*
Adub	1	5,877**	309255 ns	231778100**	249020000**	390385200*	22189330 ns	598718600*
Cob	5	0,034ns	1629522*	7805183 ns	12016210 ns	43204190 ns	98770030*	183777900 ns
Var	1	3,215**	1978594 ns	114423600*	146495100*	242456800 ns	2465486 ns	293821100 ns
Ad x Cob	5	0,113 ns	598949 ns	12663900 ns	12412990 ns	42711060 ns	26175230 ns	19658800 ns
Ad x Var	1	0,324 ns	41134 ns	1193750 ns	791692 ns	20973740 ns	22189350 ns	86309150 ns
Cob x Var	5	0,070 ns	542037 ns	20189510 ns	25582130 ns	61202200 ns	33078550 ns	159862500 ns
Ad x Var x Cob	5	0,137 ns	532997 ns	20258000 ns	18692030 ns	76570400 ns	7437541 ns	72913210 ns
Resíduo	69	0,120	682194	20411240	23219670	85350230	3991819	146725300
CV (%)		18,036	49,30	36,83	34,56	34,02	38,03	27,67

FV	GL	MS_F	MS_C	MS_R-c	MS_R_nc	MS_R	MS_PA	MS_T	R/PA
Bloco	3	59345**	59933440**	23643170**	119959ns	27171750**	60972680**	126552700**	4,58**
Adub	1	122593**	95631170**	28529850**	31266 ns	30353770**	102601800**	244568300**	6,12**
Cob	5	13953ns	7989663 ns	1399403 ns	203761 ns	2051553ns	8276131 ns	13726750 ns	0,16 ns
Var	1	29022 ns	29770500*	35040060**	605709*	44976780**	31658580*	1166128 ns	14,88**
Ad x Cob	5	9098 ns	3045127 ns	1201946 ns	94791 ns	1120381 ns	3147652 ns	4333565 ns	0,35 ns
Ad x Var	1	3408 ns	20782110*	80795 ns	12555 ns	26719 ns	20253210 ns	21751210 ns	0,19 ns
Cob x Var	5	3837 ns	3953371 ns	2862049 ns	51148 ns	3435922 ns	3959507 ns	11503220 ns	0,27 ns
Ad x Var x Cob	5	24341 ns	7240031 ns	1871290 ns	106931 ns	2091003 ns	7793223 ns	8323890 ns	0,41 ns
Resíduo	69	11655	4986112	2880752	91423	3346737	5215226	12663120	0,32
CV (%)		48,25	55,53	40,87	53,46	38,78	53,80	39,71	40,15

Tabela 4. Altura, matéria fresca e seca, número total de raízes e relação raiz/parte aérea de plantas de duas variedades de mandioca, com e sem adubação, aos 12 meses de idade.

Variedade	Adubação e calagem		Média
	Com ^{1/}	Sem	
Altura das plantas (m)			
BRS Purus	1,9 bA	1,6 bB	1,7 b
Tradicional	2,4 aA	1,8 aB	2,1 a
Média	2,2 A	1,7 B	
Matéria fresca de raízes (kg/ha)			
BRS Purus	16.696 aA	13.657 aB	15.176 a
Tradicional	14.407 aA	11.004 aB	12.706 b
Média	15.552 A	12.330 B	
Matéria seca da parte aérea (kg/ha)			
BRS Purus	4.245 bA	3.096 aA	3.670 b
Tradicional	6.312 aA	3.326 aB	4.819 a
Média	5.278 A	3.211 B	
Matéria seca de raízes (kg/ha)			
BRS Purus	5.947 aA	4.855 aB	5.401 a
Tradicional	4.611 bA	3.453 bB	4.032 b
Média	5.279 A	4.154 B	
Matéria seca de raízes (kg/ha)			
BRS Purus	3.997 bA	2.931 aB	3.464 b
Tradicional	6.041 aA	3.114 aB	4.578 a
Média	5.019 A	3.023 B	
Matéria seca de raízes (kg/ha)			
RS Purus	10.192 aA	7.951 aB	9.071 a
Tradicional	10.923 aA	6.779 aB	8.851 a
Média	10.557 A	7.365 B	
Altura das plantas (m)			
BRS Purus	47.062 aA	43.964 aA	45.513 a
Tradicional	45.459 aA	38.568 aA	42.014 a
Média	46.261 A	41.266 B	
Matéria fresca de raízes (kg/ha)			
BRS Purus	1,51 aB	2,10 aA	1,81 a
Tradicional	0,81 bB	1,23 bA	1,02 b
Média	1,16 B	1,67 A	

1/ aplicação de 2 t/ha de calcário dolomítico antes do plantio, 80 kg/ha de P₂O₅ no plantio e 60 kg/ha de K₂O aos 3 meses de idade.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e de minúscula na coluna não diferem significativamente entre si a 5 % de probabilidade pelo Teste Tukey.

Referências

- COCK, J. H. **Cassava**: new potential for a neglected crop. London: Westvies Press, 1985. 191 p.
- EMBRAPA. Sistemas de produção de mandioca. 2007. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/#mandioca>>. Acesso em: 10 jul. 2008.
- FIDALSKI, J. Respostas da mandioca à adubação NPK e calagem em solos arenosos do noroeste do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 8, p. 1353-1359, 1999.
- GOMES, J. C. Calagem e adubação. In: MATTOS, P. L. P.; GOMES, J. C. **O cultivo da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. p. 19-21.
- HOWELER, R. H. Práticas culturais relacionadas ao solo na cultura de mandioca. In: SEMINÁRIO DE PRÁTICAS CULTURAIS DA MANDIOCA, 1., 1980, Salvador. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa-DDT, 1984. p. 95-112. (Embrapa-DDT. Documentos, 14).
- IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática**. 2007. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/>>. Acesso em: 11 dez. 2007.
- LORENZI, J. O. et al. Aspectos fitotécnicos da mandioca em Mato Grosso do Sul. In: OTSUBO, A. A.; MERCANTE, F. M.; MARTINS, C. S. (Ed.). **Aspectos do cultivo da mandioca em Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste/UNIDERP, 2002. p. 77-108.
- MONDARDO, E. et al. **Mandioca em fileira dupla consorciada com leguminosas no Sul de Santa Catarina**. Florianópolis: EMPASC, 1983. 7 p. (Comunicado Técnico, 63).
- OLIVEIRA JÚNIOR, J. O. et al. **Recomendações técnicas de manejo para o cultivo da mandioca em agricultura familiar no meio-norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2005. 5 p. (Embrapa Meio Ambiente. Circular Técnica, 41).

Seleção de Genótipos de Pimenta-de-Cheiro

Liliane dos Santos Oliveira
Ricardo Lopes
Francisco Célio M. Chaves
Silfran Rogério Marialva Alves
Raimundo Nonato Carvalho da Rocha
Maria Teresa Gomes Lopes

Resumo

A Bacia Amazônica é o centro da diversidade do gênero *Capsicum chinense* Jacq., muito apreciado na região e produzido por pequenos produtores familiares, que não dispõem de variedades melhoradas; por esse motivo, os plantios em geral apresentam baixa produtividade e qualidade dos frutos. Existe ampla variabilidade genética no grupo pimenta-de-cheiro quanto aos caracteres morfológicos e agrônômicos, o que permite a seleção e o melhoramento genético de genótipos superiores para obtenção de variedades com alta produtividade, qualidade de frutos, resistência a pragas e doenças, proporcionando aumento na renda do produtor e qualidade do produto. Foram avaliados 20 genótipos de pimenta-de-cheiro. O experimento foi desenvolvido no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, Km 29 da Rodovia AM-010, Manaus, AM, no delineamento blocos ao acaso, com três repetições e seis plantas por parcela. Foram avaliadas as características de fruto: peso médio de frutos (PMF), comprimento de fruto (CF), diâmetro de fruto (CF) e relação comprimento/diâmetro (RCDF). Os dados foram submetidos à Anova e teste de médias e estimados os parâmetros genéticos importantes para o melhoramento. Verificou-se efeito significativo de genótipos para todas as variáveis avaliadas e para as médias dos genótipos.

Termos para indexação: *Capsicum chinense*, seleção, melhoramento genético.

Introdução

O Brasil é um centro de diversidade do gênero *Capsicum*, onde são conhecidas mais de 20 espécies, sendo a Bacia Amazônica a área de maior diversidade da espécie *Capsicum chinense* Jacq. (REIFSCHNEIDER, 2000). As espécies de *Capsicum* são muito apreciadas na região e muito utilizadas como condimentos ou compotas, para extração de oleorresinas ou mesmo como hortaliça in natura (GREENLEAF, 1986). Embora as pimentas tenham alcançado posição de destaque na olericultura nacional, as informações sobre algumas espécies, como *Capsicum chinense* Jacq., são escassas. As pimentas são importante fonte de renda para os pequenos produtores familiares, que apresentam baixa utilização de insumos para condução do plantio e dispõem de pouca mão de obra qualificada durante as colheitas. O produtor não dispõe ainda de variedades com características definidas para o plantio, ocorrendo segregação genética que resulta em baixa produtividade e qualidade de frutos. Contudo, existe ampla variabilidade no grupo pimenta-de-cheiro quanto aos caracteres morfológicos e agrônômicos (CHAVES et al., 2006), o que possibilita a seleção e o melhoramento genético de genótipos superiores para obtenção de variedades com alta produtividade, qualidade de frutos, resistência a pragas e doenças, proporcionando aumento na renda do produtor e qualidade do produto.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de selecionar genótipos de pimenta-de-cheiro com alta produtividade e qualidade de frutos e estimar parâmetros genéticos importantes para a definição de estratégias de melhoramento genético.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, Km 29 da Rodovia AM-010, Manaus, AM. Foram avaliados 20

genótipos de pimenta-de-cheiro (Tabela 1), sendo quatorze do Amazonas: Manaus, São Gabriel da Cachoeira, Rio Preto da Eva, Tabatinga, Benjamin Constant e Manacapuru; cinco do Pará: Oriximiná; e um de Rondônia: Guajará-Mirim. Para o experimento foram introduzidos genótipos oriundos de novas coletas e de material genético proveniente de experimentos anteriores, sendo utilizado o delineamento experimental blocos ao acaso com três repetições e seis plantas por parcela. Em 20 de dezembro de 2007, as sementes dos genótipos foram semeadas em tubetes preenchidos com substrato comercial Plantmax® para hortaliças e frutos. Sete dias após a semeadura foi observada a germinação das primeiras sementes. O plantio no campo foi realizado no dia 20 de fevereiro de 2008, após 52 dias do início da germinação, quando as plantas apresentavam de seis a oito folhas definitivas e cerca de 10 cm de altura.

Foram colhidas, para análise, amostras de solo da área de instalação do experimento que passou por processo de preparo do solo, e com base nesses resultados foi feita correção da acidez do solo e recomendação de adubação.

O plantio foi realizado em covas de 20 cm x 20 cm no espaçamento de 0,80 m entre plantas e 1,0 m entre linhas. Foi aplicado 1,5 kg de esterco de galinha por cova em função do plantio, sendo a primeira adubação de cobertura realizada 10 dias após o plantio e repetidas a cada 15 dias. A área foi mantida livre de plantas invasoras através de capina manual.

A primeira colheita foi realizada no dia 22 de abril de 2008, 62 dias após o plantio, sendo realizada uma colheita a cada sete dias.

Os frutos produzidos foram pesados em balança de precisão e contados. O peso médio dos frutos foi obtido através da relação peso total de frutos/número de frutos. O comprimento e diâmetro dos

frutos foram medidos com paquímetro digital; os resultados, dados em milímetros, foram avaliados em uma amostra de 15 frutos por parcela. Foi avaliada também a relação comprimento/diâmetro de frutos.

Os dados foram submetidos à análise de variância, teste de médias (Tukey 5%), e estimados os parâmetros genéticos: variância fenotípica (V_F), genotípica (V_G), herdabilidade (h^2), calculados os coeficientes de variação fenotípica (CV_F) e genotípica (CV_G) e b_1 (CV_g/CV_t). As análises foram realizadas utilizando o programa Genes (CRUZ, 2001).

Resultados e Discussão

Com base nos dados da análise de variância foram evidenciados efeitos significativos ($P < 0,05$) de genótipos para todas as variáveis avaliadas (Tabela 2). Os coeficientes de variação (CV) foram de 13,69% (PF), 13,26% (CF), 10,27% (DF) e 11,54% (RCDF). Não existe, para pimenta-

de-cheiro, classificação de valores de coeficiente de variação, mas sabe-se que o CV das características mais influenciadas pelo ambiente são geralmente mais elevados. As estimativas dos parâmetros genéticos (Tabela 3) indicam condições favoráveis ao melhoramento genético (alta herdabilidade e coeficiente $b_1 > 1,0$), onde os valores para herdabilidade foram 88,42% (PMF), 85,79% (CF), 74,71% (DF) e 92,73% (RCDF) e para coeficiente b_1 1,60%, 1,42%, 0,99% e 2,06%, respectivamente. A característica DF obteve valor de b_1 menor que 1,0, mas isso não significa que para essa característica haverá menor resposta à seleção. Os valores de PF variaram de 10,52 g (genótipo 1) a 4,93 g (genótipo 18) e média 6,92 g, do CF de 76,02 mm (genótipo 13) a 24,19 mm (genótipo 11) e média 53,71 mm, DF 30,78 mm (genótipo 11) a 18,63 mm (genótipo 5) e média 23,94 mm e RCDF de 3,35 mm (genótipo 13) a 0,78 mm (genótipo 11) e média 2,30 mm. As médias dos genótipos são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 1. Origem dos vinte genótipos de pimenta-de-cheiro avaliados no experimento.

Genótipo	Origem	Código
1	Tabatinga, AM	TAB II
2	São Gabriel da Cachoeira, AM	B2P6P2
3	Manaus, AM	AM-010-7
4	Tabatinga, AM	TAB I
5	Oriximiná, PA	ORX II
6	Benjamin Constant, AM	BEN IV
7	Manacapuru, AM	MPR 05
8	Oriximiná, PA	ORX 02
9	Manaus, AM	B1P7P2
10	Oriximiná, PA	ORX IX
11	Manaus, AM	MAN 01
12	São Gabriel da Cachoeira, AM	B3P3P3
13	Oriximiná, PA	ORX I
14	Manaus, AM	AM-010-3
15	Tabatinga, AM	TAB III
16	Oriximiná, PA	ORX V
17	Guajará- Mirim, RO	GUA I
18	Tabatinga, AM	TAB V
19	Manacapuru, AM	MPR 03
20	Rio Preto da Eva, AM	RPE 8

Tabela 2. Análise de variância das características peso de frutos (PF), comprimento de fruto (CF), diâmetro de fruto (DF) e relação comprimento/diâmetro (RCDF) avaliadas em 20 genótipos de pimenta-de-cheiro. Embrapa Amazônia Ocidental, 2008.

Variável	QMT	QMR	F	Probabilidade	CV (%)
PMF	7,764441	0,899082	8,636	0,0000	13,69
CF	356,837104	50,698505	7,0384	0,0000	13,25
DF	23,911847	6,046795	3,9545	0,0001	10,27
RCDF	0,967899	0,070318	13,7645	0,0000	11,54

Tabela 3. Estimativas de parâmetros genéticos das características: peso de frutos (PF), comprimento de fruto (CF), diâmetro de fruto (DF) e relação comprimento/diâmetro de frutos (RCDF) avaliadas em 20 genótipos de pimenta-de-cheiro. Embrapa Amazônia Ocidental, 2008.

Variável	VF	VG	h ² (%)	Cv _g (%)	Coef. b _i
PMF	2,588147	2,288453	88,4205	21,8481	1,5954
CF	118,945701	102,046199	85,7923	18,8098	1,4187
DF	7,970616	5,955018	74,7121	10,1919	0,9924
RCDF	0,322633	0,299194	92,7349	23,8113	2,0627

Tabela 4. Médias das características: peso médio de frutos (PMF), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF) e relação comprimento diâmetro do fruto (RCDF), avaliadas em 20 genótipos de pimenta-de-cheiro. Embrapa Amazônia Ocidental, 2008⁽¹⁾.

Genótipo	PMF (g)	CF (mm)	DF (mm)	RCDF
1	10,5267 a	65,9767 a	26,0567 a	2,5333 b
14	9,4533 a	58,2033 a	26,4033 a	2,2067 c
16	9,22 a	56,1 b	25,9633 a	2,16 c
8	8,5467 b	69,65 a	23,6667 b	2,9567 a
12	8,04 b	48,3133 b	26,1867 a	1,8433 c
13	7,8633 b	76,0267 a	22,64 b	3,3567 a
10	7,4267 b	64,1133 a	23,82 b	2,67 b
3	7,1733 c	44,48 b	21,5667 b	2,0633 c
5	7,05 c	55,37 b	18,6333 b	3,0733 a
19	7,0133 c	51,38 b	25,86 a	1,99 c
2	6,4733 c	44,9367 b	27,1267 a	1,66 c
15	6,2167 c	49,15 b	23,9467 b	2,0467 c
17	6,0133 d	61,3933 a	21,4133 b	2,87 a
7	5,7433 d	49,67 b	25,05 a	1,9867 c
9	5,6933 d	47,21 b	23,5333 b	2,0333 c
4	5,6933 d	51,6333 b	23,09 b	2,2333 c
11	5,3833 d	24,19 c	30,78 a	0,7867 d
6	5,2467 d	52,9167 b	21,98 b	2,41 b
20	5,0033 d	51,0333 b	21,1167 b	2,4267 b
18	4,93 d	52,3533 b	20,0367 b	2,6367 b

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5. Correlações genéticas entre as características de fruto: peso médio de frutos (PMF), comprimento de fruto (CF), diâmetro de fruto (DF) e relação comprimento/diâmetro de fruto (RCDF), avaliadas em 20 genótipos de pimenta-de-cheiro. Embrapa Amazônia Ocidental, 2008.

	CF	DF	RCDF
PF	0,5123	0,2086	0,2721
CF		-0,6313	0,9502
DF			-0,8202

Verificou-se alta correlação genética positiva para PF e CF (0,51), CF e RCDF (0,95) e alta correlação genética negativa entre CF e DF (-0,6313) e DF e RCDF (-0,82). Os resultados indicam que, selecionando os genótipos com maior PF e CF, haverá resposta correlacionada com o aumento na média da característica RCDF e diminuição DF.

Os genótipos 1, 8, 10, 13, 14, 16, 17 tem potencial no desenvolvimento de espécies melhoradas, e por isso serão autofecundados e submetidos a novas avaliações visando à obtenção de genótipos em homozigose. Esses genótipos serão recombinados com a finalidade de obter uma população segregante, e genótipos com características superiores aos existentes na população avaliada.

Conclusões

Para todas as características avaliadas os genótipos apresentaram variabilidade genética, indicando a possibilidade de seleção.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), pela concessão da bolsa do Programa de Apoio à Iniciação Científica (Paic).

Aos funcionários do Laboratório de Dendê e Agroenergia, pelo auxílio na condução e avaliação do experimento.

Referências

- CHAVES, A. D.; LIMA, M. V. L.; LOPES, R.; CHAVES, F. C. M.; CUNHA, R. N. V.; LOPES, M. T. G.; ROCHA, R. N.; TEIXEIRA, P. C. Caracterização e divergência genética de acessos de pimenta-de-cheiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 46., 2006, Goiânia. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 1404-07, 2006. (Suplemento - CD-ROM).
- CRUZ, C. D. **Programa Genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 1997. 648 p.
- GREENLEAF, W. H. Pepper breeding. In: BASSET, M. J. (Ed.). **Breeding vegetables crops**. Gainesville: University of Florida, 1986. p. 67-134.
- REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Capsicum**: pimentas e pimentões do Brasil. Brasília, DF: Embrapa Comunicação de Transferência de Tecnologia, 2000. 113 p.

Seção IV – Floresta

Avaliação Silvicultural do Mogno (*Swietenia macrophylla*) em Plantios Mistos

Regianny Pantoja Nogueira
Silas Garcia Aquino de Sousa

Resumo

Estima-se que a área de ocorrência natural do mogno (*Swietenia macrophylla*) na Amazônia seja de 1,5 milhões de km². Destes, 22,5 estão em áreas indígenas e apenas 1/3 em áreas de reservas naturais remanescentes exploráveis, que apresentam potencial de 20,9 milhões de m³. Porém se a taxa anual de exploração (500 mil m³/tora/ano) continuar nesse ritmo, só teremos estoques para os próximos 25 a 30 anos. Pelo menos 60% dos 3,2 milhões de árvores plantadas atinjam o ponto de corte comercial (GROGAN et. al., 2002). Um dos principais problemas nos plantios de mogno (*S. macrophylla*) se deve aos ataques sucessivos da mariposa *Hypsipyla grandella*, que abre galerias no caule da planta e provoca a morte do ponteiro, estimulando o superbrotamento de galhos e depreciando a valiosa madeira dessa espécie. Na busca de alternativa para o plantio comercial do mogno, vários sistemas de plantio têm sido testados com o objetivo de retardar o ataque da praga e permitir maior volume de madeira sem ataque da broca, entre eles destaca-se a estratégia do plantio agroflorestal. Nesses sistemas, o mogno apresenta alta taxa de sobrevivência e de crescimento, e as mudas não sofrem ataques da mariposa nos primeiros anos do plantio, fato atribuído à proteção proporcionada pela barreira física e biológica da vegetação consorciada (BRIENZA et al., 1983; SOUSA et al., 1996). O presente trabalho objetivou avaliar o desempenho silvicultural, tais como: índice de sobrevivência, incremento em altura e diâmetro e incidência de pragas e doenças, em três sistemas de plantio.

Introdução

O mogno (*Swietenia macrophylla King*) da família Meliaceae, ocorre em toda a América do Sul e Central em ampla gama de condições climatológicas, hidrológicas e edáficas. No Brasil, a zona de ocorrência natural do mogno é estimada em uma extensão de 1,5 milhões de km². Na Amazônia Legal, a área de maior ocorrência é a zona de transição floresta-cerrado no sudeste do Pará, e na porção central e norte de Rondônia, sobre os ricos solos de Terra Roxa. As árvores atingem em média 30 a 40 metros de altura e podem alcançar 3,5 metros de diâmetro. É uma espécie que ocorre em baixa densidade, normalmente um indivíduo adulto/ha (GROGAN et al., 2002).

A madeira do mogno é uma das mais valiosas no mercado internacional de madeira tropical, alcançando o valor de US\$ 1.600,00/m³ (CIKEL, 2005). O preço e a qualidade da madeira exercem forte pressão sobre a exploração da espécie na Amazônia. Nesse contexto, a Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Silvestres da Fauna e Flora (Cites) considera o mogno uma espécie ameaçada de extinção, pois a ação dos madeireiros e o avanço do desmatamento da Floresta Amazônica exercem forte pressão, eliminando as plantas matrizes, reduzindo a produção de sementes e consequentemente afetando o processo de regeneração natural da espécie. Nesse sentido, o governo brasileiro decretou moratória ao corte e à comercialização do mogno no território nacional.

Nos plantios florestais com mogno, principalmente em monocultivo, um dos principais problemas deve-se ao ataque sucessivo de mariposa *Hypsipyra grandella* Zeller. A mariposa deposita seus ovos no meristema apical, e suas larvas abrem galerias no caule da planta, provocando a morte do ponteiro e estimulando o superbrotamento de galhos. Tais regenerações causam bifurcação abaixo

de dois metros de altura do fuste, depreciando o valor comercial da madeira no mercado internacional. Esse fato pode ser considerado como um dos principais motivos que desestimulam o plantio comercial de mogno na Amazônia (SOUSA et al., 1996).

Cientes da necessidade de buscar novas formas de plantio de espécies florestais madeireiras de alto valor comercial, diversas iniciativas de pesquisa vêm sendo testadas, no sentido de desenvolver tecnologia silvicultural para as espécies nativas da Amazônia. Entre outras tecnologias alternativas, destacam-se os sistemas agroflorestais, considerados sistemas baseados em princípios do manejo sustentável dos recursos naturais, por meio de práticas agroflorestais, presença de árvores e interação positiva entre os componentes (MACEDO et al., 2000).

Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar alguns aspectos silviculturais, tais como: taxa de sobrevivência, incremento do diâmetro e altura total de mogno implantado em três sistemas de plantio.

Material e Métodos

Caracterização da Área

O trabalho foi realizado em duas áreas: 1) Campo Experimental do Km 29, da Embrapa Amazônia Ocidental; 2) área de produtor no Projeto de Assentamento Tarumã-Mirim (PATM). O primeiro, no Km 29 da estrada Manaus/Itacoatiara AM-10, entre as coordenadas geográficas 2°53'33" S e 59°58'19" W. O segundo na área rural do Município de Manaus, situado paralelamente à BR-174, entre a margem oeste do Igarapé Tarumã-Açu e a leste do Igarapé Tarumã-Mirim, afluentes da margem esquerda do Rio Negro, limitando-se ao norte com as áreas do Distrito Agropecuário da Suframa e a Reserva Biológica do Ibama.

Na Embrapa Amazônia Ocidental, o mogno foi plantado na área denominada “Peladão”, preparada pelo processo do Projeto Tipitamba (corte e trituração da capoeira). Nessa área, o mogno foi plantado em consórcio com ingá (*Inga* spp.), tratamento 2, e em plantio solteiro, tratamento 1.

No PATM, o mogno foi plantado em área preparada pelo processo do Projeto Tipitamba (corte e trituração da capoeira). Nessa área, o mogno foi plantado em consórcio com ingá (*Inga* spp.), tratamento 3, e dentro da vegetação secundária (capoeirinha, dominada pelo gênero *Vismia*, com altura máxima de 2m), tratamento 4.

No plantio consorciado, o mogno e o ingá foram plantados simultaneamente. No plantio dentro da capoeira, foi aberta uma trilha de um metro de largura, e toda vegetação cortada foi deixada para a cobertura do solo. Em ambas as áreas, o plantio foi realizado no sentido norte-sul, em vez de leste-oeste e não foi utilizada nenhuma complementação de adubação de cova e cobertura.

O delineamento estatístico foi em blocos casualizados, com quatro repetições e quatro tratamentos: T1 – mogno solteiro na Embrapa Amazônia Ocidental; T2 – mogno com ingá na Embrapa Amazônia Ocidental; T3 – mogno com ingá no PATM; e T4 – mogno na capoeira no PATM.

Coleta de Dados

As variáveis avaliadas em campo foram: altura da planta, diâmetro basal e sobrevivência. Em seguida foi calculado o incremento periódico anual de altura e diâmetro.

O incremento em DAP e altura foi calculado com base nos dados coletados nos anos anteriores. E foi determinado o incremento periódico (IP).

$$IP = X_f - X_i$$

em que: X_f = diâmetro ou altura, última medição do período.

X_i = diâmetro ou altura, última medição do período.

Resultados e Discussão

Pela análise de variância, verificou-se diferença significativa para diâmetro do caule e incremento periódico anual em diâmetro. Entretanto, não foi verificado diferença significativa para a variável altura total e incremento em altura.

Observou-se que o diâmetro do caule e o incremento em diâmetro dos tratamentos 1 e 2 foram superiores aos tratamentos 3 e 4 (Tabela 1).

Foi verificada uma taxa de mortalidade de 10% no tratamento 4 e 5% no tratamento 3, nos demais tratamentos não foi verificado mortalidade de plantas em 2008.

Tabela 1. Média de diâmetro do caule DC (cm), altura total H(m) e incremento periódico do diâmetro do caule IP-DC (cm) de mogno com um ano de idade.

Tratamentos	DC (cm)	H (m)	IP DC (cm)
T1 – Mogno solteiro/CPAA	1.84 a	0.88	1.34 a
T2 – Mogno x Ingá/CPAA	1.98 a	0.78	1.40 a
T3 – Mogno x Ingá/PATM	1.46 b	0.85	0.99 b
T4 – Mogno na Capoeira/PATM	1.42 b	0.95	0.97 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Referências

BRIENZA JUNIOR, S.; KITAMURA, P. C.; DUBOIS, J. **Considerações biológicas e econômicas sobre um sistema de produção silvo-agrícola rotativo na região do Tapajós**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1983. 22 p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 50).

CIKEL. MOGNO. Agronegócios [S.l.] **Agro Exame**, n. 825, set. 2005. Disponível em: <www.cikel.com.br/noticias/?id=26>. Acesso em: 07 jul. 2008.

GROGAN, J.; BARRETO, P.; VERISSIMO, A. Mogno na Amazônia brasileira: ecologia e perspectivas de manejo. Belém, PA: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2002.

MACEDO, J. L. V.; WANDELLI, E. V.; SILVA JUNIOR, J. P. Sistemas agroflorestais: manejando a biodiversidade e compondo a paisagem rural. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 3., 2000, Manaus. **Palestras**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p. 13-16. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 17).

SOUSA, S. G. A. de; MATOS, J. C. de S.; ARCOVERDE, M.; WANDELLI, E. V.; PERIN, R. E FERNANDES, E. C. M. Comportamento do mogno (*Swietenia macrophylla* King) em sistemas agroflorestais na Amazônia Ocidental. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS, 1996, Belo Horizonte. **Forest'96: anais**. Belo Horizonte: Biosfera, 1996. p. 183-184.

Determinação do Estoque de Carbono Acima do Solo da Espécie *Eucalyptus var. urophylla x grandis* na Amazônia Central

Roberval M. B. Lima
André Luiz B. da Cunha

Resumo

A preocupação com as mudanças climáticas muito tem refletido nos efeitos que o desmatamento e a liberação de CO₂ na atmosfera podem ocasionar. Este trabalho teve como objetivo estimar o estoque de carbono presente em florestas plantadas de *Eucalyptus var. urophylla x grandis* na Amazônia Central. Foram utilizados dados obtidos em parcelas experimentais aos 9 anos de idade, implantadas na região de Manaus, AM, Brasil (03°08'S; 60°01'W) em Latossolo Amarelo Distrófico com altitude de 50 m. Foi realizado inventário florestal, pesagem da biomassa aérea (folhas, tronco e galhos) de 21 árvores, bem como análises de solo. Foram estimadas equações por regressão para determinar o peso da biomassa total e o conteúdo de carbono a partir da biomassa verde, da espécie selecionada. O resultado do trabalho, com a escolha do melhor modelo de regressão para calcular a biomassa, indicou que o total da biomassa seca foi de 123,01 t/ha e o estoque de carbono sequestrado foi estimado em 50% do valor total da biomassa seca em 61,50 t/ha.

Introdução

Atualmente um dos temas mais discutidos é o aumento do efeito estufa e suas consequências para a vida do planeta em que vivemos.

O desmatamento na Amazônia, entre agosto de 2008 e julho de 2009, estimado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), foi de 7.464 km². Esse resultado representa redução de 42% em relação ao mesmo período em 2007-2008 (INPE, 2010). Entretanto, 80% das emissões brasileiras de CO₂ ainda são provenientes de atividades de mudança no padrão de ocupação do solo (desmatamento, atividades agropecuárias, etc.), e o restante está relacionado à queima de combustíveis fósseis e ao desmatamento destinado para produção de carvão.

Este trabalho teve como principal objetivo determinar o estoque de carbono acima do solo da espécie *Eucalyptus* var. *urophylla* x *grandis* (eucalipto), em que a iniciativa de estudos do comportamento dessa espécie na Amazônia dará início ao gerenciamento das variáveis estudadas e de quanto cada espécie pode ser fundamental na relação do sequestro e de sua liberação na atmosfera, assim poderemos estimar nossa contribuição para a solução desse problema.

Material e Métodos

A área de estudo localiza-se no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental do Km 29 da Rodovia AM-010, no Município de Manaus, AM. As coordenadas são 2° 54'04" de latitude Sul e 59° 58'41" de longitude Oeste. A altitude média é de 50 metros. Segundo a classificação de Köppen, o tipo climático é o AMI, definido por uma estação menos chuvosa, porém com total pluviométrico anual elevado. A precipitação média é de 2.551 mm por ano e a temperatura média é de 25,9 °C. O solo é do tipo Latossolo Amarelo, com baixos valores de pH e CTC.

A espécie estudada foi *Eucalyptus* var. *urophylla* x *grandis*, em uma parcela com 81 árvores, distribuídas em espaçamento retangular de 3 m x 2 m. A parcela útil foi constituída de 49 plantas. O plantio das árvores deu-se no ano de 1998, com preparo da área e plantio semimecanizado. No plantio fez-se adubação com 60 gramas de superfosfato triplo.

As avaliações de altura e DAP foram realizadas anualmente, com a altura medida com uma vara graduada de 15 m e indivíduos com altura superior, com auxílio do aparelho Blume-Leiss. O diâmetro à altura do peito (DAP) foi medido com fita diamétrica.

Após o inventário, foram obtidas as variáveis altura, DAP, área basal (G) e volume (v). Foi realizada a classificação diamétrica do talhão em quatro classes (9 cm-13 cm; 13 cm-17 cm; 17 cm-21 cm; 21 cm-23 cm) e realizado um desbaste, retirando-se 40% das árvores em relação ao total da área basal.

Para determinação da biomassa, as árvores-amostra foram compartimentadas em folhas, casca, ramos principais e secundários e fuste principal. De cada compartimento foi obtido peso verde (g) e peso total e posteriormente peso seco em estufa de ventilação forçada por aproximadamente 48 h, à temperatura de 1.053 °C.

Na determinação do volume, foi utilizado o método da cubagem rigorosa pelo método de SMALIAN. Com o emprego desse método, mediram-se os diâmetros ou as circunferências nas extremidades de cada secção; estimou-se a área transversal e calculou-se o volume (V) das árvores-amostra conforme a seguinte fórmula:

$$V = \frac{(g_i + g_{i+1}) L}{2}$$

Em que:

V= volume da secção considerada

g_i = área seccional do extremo da secção

g_{i+1} = área seccional do outro extremo da secção

L= comprimento da secção

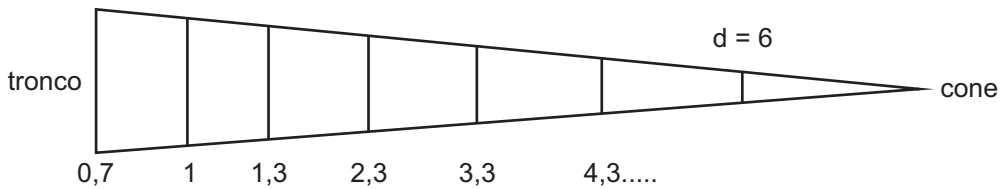


Figura 1. Desenho esquemático das secções de tronco para estimativa do volume das árvores calculado pelo método de Smalian.

Para estimar a biomassa aérea e determinar o estoque de carbono, foram ajustadas equações de regressão com utilização do programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009).

Para escolha do modelo preditivo mais adequado, foi realizada análise de regressão linear, procedendo-se o ajuste de 8 modelos (Tabela 1).

Tabela 1. Equações de simples e dupla entrada para estimar o peso da biomassa aérea das árvores.

Modelo (nº)	Formulação matemática
1	$p = \beta_0 \cdot dap \beta_1 + \epsilon$
2	$p = \beta_0 + \beta_1 \cdot dap + \beta_2 \cdot dap^2 + \epsilon$
3	$p = \beta_0 + \beta_1 \cdot dap + \beta_2 \cdot dap^2 \cdot h + \epsilon$
4	$p = \beta_0 + \beta_1 \cdot dap + \beta_2 \cdot dap^2 + \beta_3 \cdot dap^2 \cdot h + \epsilon$
5	$p = \beta_0 + \beta_1 \cdot dap^3 + \beta_2 \cdot dap^2 \cdot h + \epsilon$
6	$p = \beta_0 + \beta_1 \cdot dap + \beta_2 \cdot h + \epsilon$
7	$p = \beta_0 \cdot dap \beta_1 \cdot h \beta_2$
8	$p = \beta_0 \cdot g \beta_1 + \epsilon$

Nota:

dap = diâmetro a 1,30 m do solo.

g = área transversal individual.

h = altura total (m).

p = peso seco ou verde da árvore individual (kg).

$\beta_0, \beta_1, \beta_2$ = coeficientes de regressão.

ϵ = erro aleatório

As análises foram realizadas com a utilização do programa "R", pelo qual foram determinadas as estatísticas QMR, R^2 ajustado e VIF para cada um dos modelos.

O VIF – valor inflacionário – é uma estatística que determina o valor que está sendo inflacionado pelo acréscimo de uma nova variável regressora no modelo, calculado pela seguinte fórmula:

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2}$$

Quando os valores de VIF são maiores que 10, indicam que os coeficientes de regressão associados estão pobremente estimados devido ao efeito da multicolinearidade.

O QMres (quadrado médio do resíduo) é a variância dos resíduos. A partir da variância, calcula-se o erro padrão dos resíduos, e quanto menor esse erro, maior será a probabilidade do modelo estar bem ajustado quanto a estimar a variável dependente (peso seco total da biomassa aérea).

$$QMres = SQRes / (n-p)$$

Onde:

QMRes = quadrado médio do resíduo

SQRes = soma dos quadrados do resíduo

n = número total de observações

p = números de variáveis independentes ou regressoras

Em que a fórmula possui $(n - p)$ graus de liberdade associados, visto que “p” parâmetros são estimados no modelo de regressão. Tem-se, assim, o quadrado médio residual Q_{mres} (GIOLO, 2007).

O coeficiente de determinação – R^2 ajustado foi calculado pela seguinte fórmula:

$$R_a^2 = 1 - \frac{SQ_{res} / (n-p)}{SQ_{res} / (n-1)} = 1 - \frac{(n-1) SQ_{res}}{(n-p) SQ_{res}}$$

Resultados e Discussão

Seleção das árvores para desbaste

Os indivíduos foram selecionados para desbaste considerando o seguinte critério de escolha: retirar 40% do total de indivíduos em relação à área basal total da parcela (Tabela 2). Sendo que as árvores selecionadas foram ainda classificadas em ordem decrescente pelo tamanho do diâmetro (classificação diamétrica), dividindo a população em quatro classes (I, II, III, IV).

As árvores foram classificadas em classes de diâmetro cuja amplitude foi determinada pela média mais ou menos o desvio padrão ($\chi \pm s$, procurando-se manter um máximo de quatro classes.

Na Tabela 3 apresenta-se a distribuição dos diâmetros obtidas.

Biometria do Eucalipto

Os resultados obtidos referentes aos parâmetros dendrométricos alcançados na mensuração do eucalipto são apresentados na Tabela 4.

O somatório do volume de todas as árvores com e sem casca foram,

respectivamente, 2,2275 m³ e 2,2640 m³. A área basal (G) indica a ocupação das árvores no terreno, que é, na verdade, o somatório da área transversal (g_i) a 1.3 m (DAP) de cada árvore do terreno; onde neste estudo obteve-se um valor de 0,2403 m².

Análise de Regressão e estimativa da biomassa aérea

Análise de regressão linear múltipla pode ser vista como uma extensão da análise de regressão linear simples, que envolve somente uma variável independente, para a situação em que se tem um conjunto de variáveis independentes.

Tratar com diversas variáveis independentes simultaneamente em uma análise de regressão é, em geral, mais complexo do que com uma única variável independente, por algumas das seguintes razões: é difícil escolher um único e bom modelo; é difícil visualizar o modelo ajustado na presença de mais de duas variáveis independentes; e algumas vezes é difícil interpretar as estimativas dos parâmetros do modelo de regressão escolhido.

Em geral, o objetivo de se ajustar um modelo de regressão linear múltipla é o de prever a variável resposta por meio das variáveis independentes. Em diversas situações se concluirá que as previsões da variável resposta realizadas por meio de uma única independente são muito imprecisas e, sendo assim, modelos com mais de uma variável independente serão analisados para melhorar tais previsões.

O resultado das análises de regressão para escolha do melhor modelo (cf. Tabela 1) está apresentado na Tabela 5.

Tabela 2. Árvores selecionadas em relação à área basal (G) das árvores vivas na parcela de eucalipto (*Eucalyptus* var. *urophylla* x *grandis*), com 9 anos de idade.

Árvore	Fuste	Diâmetro	Altura	DAP (m)	G (m ² /ha)	Vol.(m ³ /ha)
39	1	7,2	14,7	0,072	0,004	0,030
38	1	7,7	15,2	0,077	0,005	0,035
21	1	7,8	15,2	0,078	0,005	0,036
33	1	8,0	16,6	0,080	0,005	0,042
41	1	8,8	16,8	0,088	0,006	0,051
71	1	8,9	15,6	0,089	0,006	0,049
52	1	8,9	19,0	0,089	0,006	0,059
22	1	9,0	13,7	0,090	0,006	0,044
17	1	9,4	18,2	0,094	0,007	0,063
69	1	11,8	20,7	0,118	0,011	0,113
50	1	12,3	19,9	0,123	0,012	0,118
47	1	13,0	21,9	0,130	0,013	0,145
29	1	13,4	25,5	0,134	0,014	0,180
43	1	13,6	24,2	0,136	0,015	0,176
56	1	13,9	26,2	0,139	0,015	0,199
24	1	13,9	22,8	0,139	0,015	0,173
67	1	14,0	23,3	0,140	0,015	0,179
31	1	14,1	26,7	0,141	0,016	0,208
59	1	16,9	27,2	0,169	0,022	0,305
13	1	17,2	28,7	0,172	0,023	0,333
61	1	17,4	30,2	0,174	0,024	0,359
Média		13,2	22,8	0,132	0,015	0,183
Máximo		23,9	30,6	0,239	0,024	0,359
Mínimo		7,2	13,0	0,072	0,004	0,030
Desvio padrão		3,3	5,1	0,035	0,008	0,129

Tabela 3. Distribuição diamétrica na parcela de eucalipto e número de árvores selecionadas.

Classes de diâmetro	Amplitude (cm)	Valor Central (cm)	Frequência	Nº de árvores selecionadas
I	7 – 10	8,5	11	9
II	10 – 13	11,5	8	2
III	13 – 16	19,5	19	7
IV	>16	-	7	3

Tabela 4. Parâmetros dendrométricos obtidos na mensuração do eucalipto.

NºArv.	DAP (cm)	Ht (m)	Vtcc (m³)	Vtsc (m³)	g _i (m²)	f _{1,3}	f _{0,1}	C (%)
13	17.20	26.90	0.281665	0.280751	0.02320	0.63	0.45	0.32
17	9.80	16.20	0.058461	0.058035	0.00754	0.48	0.48	0.73
21	8.50	12.70	0.033580	0.033385	0.00567	0.47	0.47	0.58
22	7.90	13.70	0.030949	0.030818	0.00490	0.46	0.46	0.42
24	13.70	22.00	0.144469	0.143905	0.01474	0.51	0.45	0.39
29	14.00	21.50	0.134356	0.133544	0.01539	0.55	0.41	0.60
31	14.40	23.50	0.158000	0.157014	0.01629	0.60	0.41	0.62
33	7.80	14.60	0.035445	0.035131	0.00478	0.52	0.51	0.88
38	7.90	14.20	0.028537	0.028278	0.00490	0.42	0.41	0.91
39	6.80	13.90	0.024942	0.024504	0.00363	0.51	0.49	1.76
41	8.40	15.50	0.040884	0.040706	0.00554	0.50	0.48	0.44
43	12.20	22.40	0.138437	0.137816	0.01169	0.48	0.53	0.45
47	13.50	20.60	0.116579	0.115854	0.01431	0.47	0.40	0.62
50	12.40	20.40	0.103711	0.103003	0.01208	0.50	0.42	0.68
52	9.00	16.50	0.046910	0.046515	0.00636	0.46	0.45	0.84
56	11.90	21.90	0.145979	0.145213	0.01112	0.68	0.60	0.52
59	17.20	24.80	0.224825	0.223571	0.02324	0.46	0.39	0.56
61	17.40	25.50	0.256709	0.255165	0.02378	0.48	0.42	0.60
67	13.90	21.60	0.137724	0.136771	0.01517	0.49	0.42	0.69
69	11.20	17.80	0.089681	0.088845	0.00985	0.53	0.51	0.93
71	8.80	13.80	0.045637	0.045134	0.00608	0.56	0.54	1.10

Nota: f_{1,3} = fator de forma normal ou cilíndrico; f_{0,1} = fator de forma de Hohenald ou natural; % C = percentual de casca; g = área basal; VT = volume total; HT = altura total; DAP = diâmetro à altura do peito.

Tabela 5. Modelos, parâmetros e estatísticas para escolha do melhor modelo.

Modelo	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	Qmres	R ² ajust.	VIF
1	-93,91	1.335,18	-	-	0.8579	332	1,00
2	50,05	-1.235,47	10.610,77	-	0.9032	227	68,02
3	46,44	-653,81	291,96	-	0.9436	132	23,784
4	-37,59	1.522,63	-19.713,97	673,55	0.9653	81	185,05
5	30,48	-8.406,01	493,23	-	0.9577	99	95,308
6	-118,798	601,393	5,781	-	0.8739	295	13,144
7	-31,305	39,354	-	-	0.9237	179	1,00
8	9,9229	1,3181	-	-	0.8905	0,0732	1,00

A partir do resultado apresentado na Tabela 5, conclui-se que o modelo 8 apresentou o menor erro estimativo (QMRes = 0,0763). Portanto o melhor modelo ajustado, apresentado na forma linear:

$$ps = e^{(9,9229 + 1,3181 \cdot \ln(g))} \text{ (modelo 8)}$$

Em que:

ps = peso seco da biomassa aérea total em quilograma (kg)

g = área transversal em m²

e = constante neperiana 2,718282

Utilizando-se a equação 8, construiu-se o gráfico dos dados observados e estimados, conforme mostra a Figura 1.

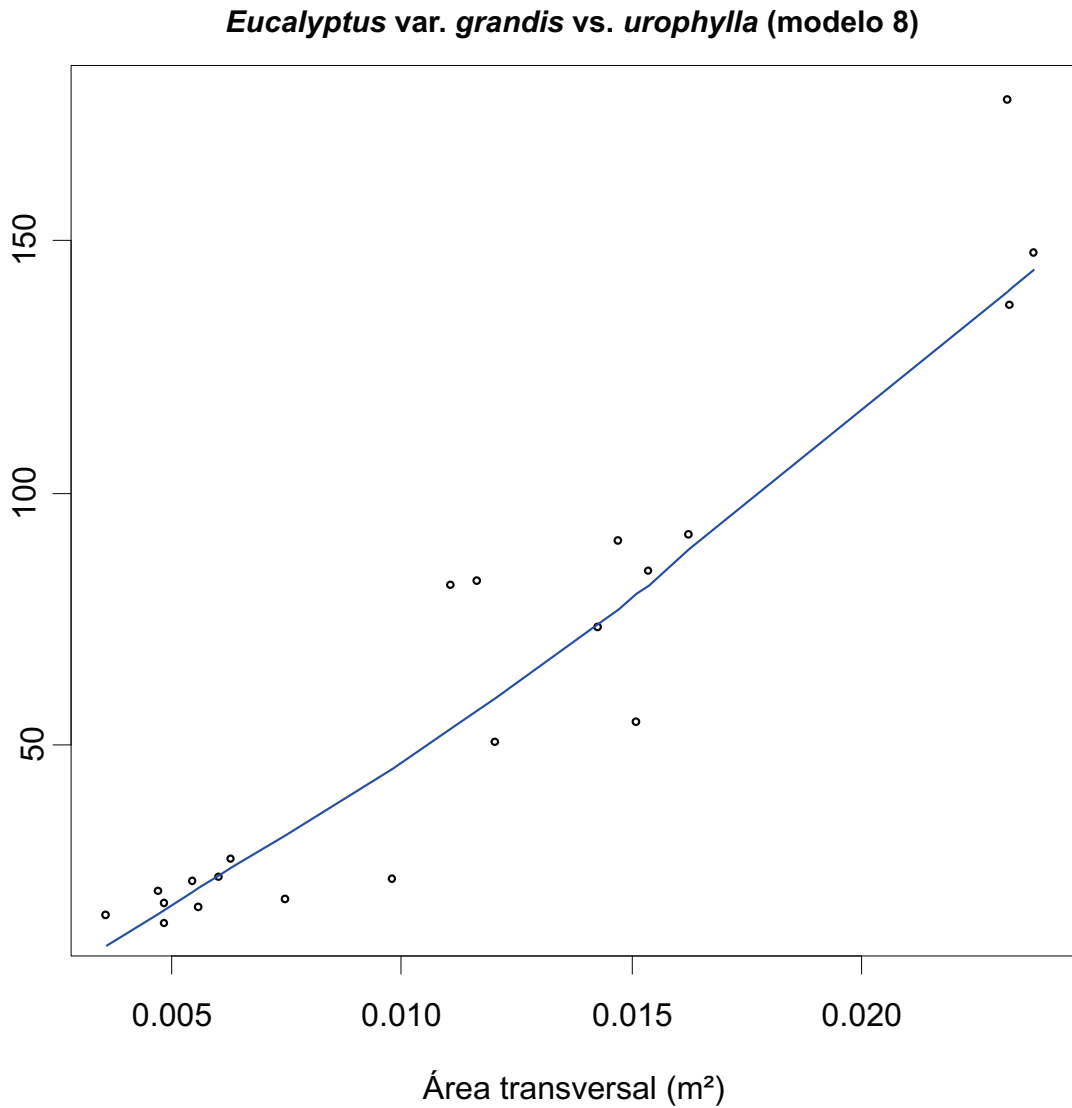


Figura 1. Dados observados (pontos) da área transversal vs. biomassa seca e a reta de regressão ajustada pelo modelo $p = \beta_0 g^{\beta_1} + \varepsilon$.

Com a utilização da equação 8, pode-se estimar a biomassa seca total para um hectare de árvores plantadas. A quantidade total de biomassa seca estimada foi de 123,01 mg/ha. Para determinação do estoque de carbono sequestrado por um hectare de plantio, considerou-se o valor de 50% do total da biomassa seca, obtendo-se, portanto, 61,50 mg/ha.

Para melhor visualização apresentaram-se, na Figura 2, os resultados obtidos na forma gráfica.

Estudos realizados por Soares e Oliveira (2002) para estimar a quantidade de carbono na parte aérea de árvores de eucalipto em Viçosa, MG, indicaram o valor médio de 59,82 kg de C.arv⁻¹. Esse valor é maior que o encontrado neste estudo de 36,90 kg/ha⁻¹ de carbono sequestrado. A ausência das adubações de manutenção provavelmente foi o fator que contribuiu para essa diferença.

Oliveira Neto et al. (2003) encontraram valores de biomassa para *Eucalyptus camaldulensis*, aos 32 meses de idade, variando de 31,15; 30,66; 38,87 e 24,67 toneladas/hectare em espaçamentos de 6, 9, 12 e 15 m² por planta, respectivamente, sem aplicação de fertilizantes.

Melo e Gonçalves (2008) estimaram a produção de biomassa seca de *Eucalyptus grandis*, aos 9 anos de idade, em Latossolo Vermelho Distrófico e Neossolo Quartzarêmico, em 131 e 94 Mg.ha⁻¹, respectivamente.

Comparando os resultados estimados da biomassa seca/hectare, aos 9 anos de idade, neste estudo (123,01 Mg.ha⁻¹), com o resultado relatado por Melo e Gonçalves (2008), verificam-se valores bastante similares considerando a natureza do solo semelhante (Latossolo). Observa-se ainda que, nos plantios de eucalipto em Manaus, AM, foi realizada apenas uma adubação à época do plantio de 150 g/planta de SFS (superfosfato simples).

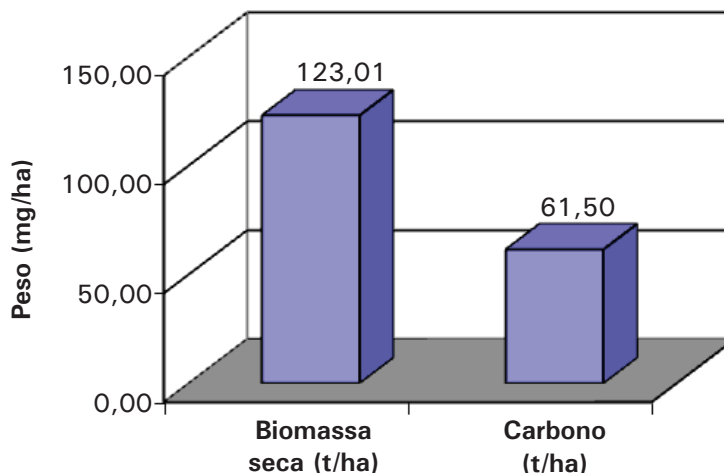


Figura 2. Biomassa seca total e carbono sequestrado em 1 hectare de plantio de eucalipto aos 9 anos de idade.

Conclusões

Pela utilização de vários modelos estudados e avaliados pela análise de regressão linear das variáveis, pela qual se determinou o estoque de carbono das árvores de *Eucalyptus* var. *urophylla x grandis*, conclui-se que:

- O modelo escolhido ($ps = e^{(9,9229 + 1,3181 \cdot \ln(g))}$), com erro padrão médio de 0,27 foi adequado e estimou com precisão a biomassa seca aérea das árvores de eucalipto.
- A quantidade de carbono estocada das árvores aos 10 anos de idade, em uma área de um hectare, foi de 61,50 t/ha.
- Não se detectaram diferenças significativas nas estimativas entre o estoque de carbono utilizando a biomassa seca total sem as folhas ou com as folhas.

Referências

INPE, 2009.

<http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=2175> Acesso em 05.05.2010.

GIOLO, S. R. Análise de Regressão Linear. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, 2007. 72p.

MELO, S. L de M.; GONÇALVES, L. de M. Equações para estimar a biomassa da parte aérea e do sistema radicular em povoamentos de *Eucalyptus grandis* em sítios com produtividades distintas. **R. Árvore**, v.32, n.1. p.101-111. 2008.

OLIVEIRA NETO, S. N. de; REIS, G. G. dos; REIS, M. das G. F.; NEVES, J. C. L. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. Em resposta à adubação e ao espaçamento. **R. Árvore**, v.27, n.1. p.15-23. 2003.

R Development Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2009. ISBN 3-900051-070, URL <http://www.R-project.org>.

SOARES, C. P. B.; OLIVEIRA, M. L. R. de. **Equações para estimar a quantidade de carbono na parte aérea de árvores de eucalipto em Viçosa, Minas Gerais**. Viçosa, 2002. Revista Árvore. Vol. 26, n. 5, set./out. p.533 - 539.

Seção V – Imagem Institucional

Melhoria da Imagem Institucional da Embrapa Amazônia Ocidental por meio da Homepage

Márcio Alexandre dos Santos Silva
Jeferson Luis Vasconcelos de Macêdo
Maria José Tupinambá

Resumo

Este projeto objetivou melhorar a organização das informações dispostas no site da Embrapa Amazônia Ocidental, promovendo a revisão dos conteúdos dos textos e das imagens disponibilizadas, contribuindo para consolidação da imagem institucional da Embrapa. Os materiais utilizados para este trabalho foram os seguintes *softwares*: *OpenOffice*, *Dreamwaver*, *Corel Draw 11* e *Adobe Photo Shop*. Inicialmente foi realizado um diagnóstico do site. Em seguida foi feita uma pauta de atividades para decidir como seria a atualização. Posteriormente foram feitas entrevistas com os responsáveis pelas informações. Então, passou-se para produção e revisão dos textos e imagens, assim como reedição dos referidos na *homepage*. Foi reformulada a página na qual se encontravam as descrições dos laboratórios, criando-se um *link* para cada laboratório, com produção de conteúdo específico para cada um, bem como textos e imagens que os identificassem. Hoje o site possui fluxo contínuo de informação, com publicação semanal na Index da página da Unidade, existindo, assim, uma repercussão na mídia em geral.

Termos para indexação: comunicação, internet, informação.

Introdução

Simplicidade, clareza e objetividade são critérios que facilitam a compreensão de um texto. No ambiente virtual, é imprescindível a facilidade de acesso na navegabilidade dos conteúdos dispostos nos sites, para que o usuário sintam-se atraído pelas informações.

Segundo Silva (2002), atender as novas demandas dos usuários da rede mundial de computadores (Internet) tornou-se, para todos os setores do agronegócio, além de um gigantesco desafio, uma questão de sobrevivência institucional, num contexto onde o processo de mundialização transformou a informação - e seu manejo - em moeda mais forte.

Também tem que se levar em consideração que “o uso da comunicação científica eletrônica traz o crescimento dos (...) esforços de geração e difusão, atraindo um grupo grande de novos usuários” (DUARTE e BARROS, 2003).

Detentora de valioso acervo de conhecimento e tecnologia, a Embrapa Amazônia Ocidental tem encontrado dificuldade para organizá-lo e disponibilizá-lo, via *homepage*, à sociedade. A tarefa de revisar o site requer tempo e conhecimento dos programas de computador capazes de executar essa tarefa.

Escrever bem implica ter ciência da lógica de organização do pensamento, e, assim, registrar no papel ou na tela do computador a expressão das ideias marcadas pela unidade, pela coesão, pela coerência, pela clareza e pela ênfase. Quando dominadas tais características, garante-se maior compreensão dos fatos que articulam a construção do mundo e sobretudo a conquista do direito à palavra, maior espaço de interferência no jogo de poder que articula as sempre tensas relações sociais (SENA, 2004).

Tal compreensão encontra amparo no entendimento de Garcia (2006), para quem “aprender a escrever é, em grande parte, se não principalmente, aprender a pensar, aprender a encontrar ideias e a concatená-las, pois, assim como não é possível dar o que não se tem, não se pode transmitir o que a mente não criou ou não provisionou”.

Um bom texto, ainda conforme Sena (2004), mais do que a frieza das regras, que podem ser assimiladas através de frequentes consultas a um bom compêndio gramatical, tem alma, tem vida, tem lógica, tem expressividade, tem emoção e se alicerça em tantas outras qualidades, dentre as quais podemos destacar a unidade, a coerência e a coesão.

Ciente disso, e diante da possibilidade de aperfeiçoar a divulgação das informações via *web*, pretendeu-se com este projeto possibilitar um salto na qualidade das informações disponibilizadas na *homepage*, atendendo o objetivo geral da Política de Comunicação, que, de acordo com Embrapa (2002), deve criar e manter fluxos de informação e influência recíproca entre a empresa e seus diversos públicos de interesse, subsidiando a definição e a implementação das políticas da Empresa, de modo a viabilizar o cumprimento de sua missão.

O objetivo deste trabalho foi melhorar a organização das informações dispostas no site da Embrapa Amazônia Ocidental, com o intuito de tornar esse meio de comunicação um espaço de divulgação científica e de tecnologias produzidas, atendendo às novas demandas de usuários da rede (*Internet*), melhorando o contato com o público e, consequentemente, contribuindo para a melhoria da imagem institucional junto ao público externo.

Material e Métodos

Para realização desse trabalho foram utilizados os seguintes *softwares*: *OpenOffice*, que serve para edição e revisão e textos; *Dreamwaver*, utilizado para o desenvolvimento de páginas de internet; *Corel Draw 11*, para ilustração de vetores, edição e captura e conversão de imagens; e *Adobe Photoshop*, para edição de imagens.

Foi realizado preliminarmente um diagnóstico do site. Em seguida foi feita uma pauta de atividades, na qual se decidiu como textos e imagens deveriam ser editados, para evitar tamanhos e formatos diferentes. Posteriormente foram feitas entrevistas com os responsáveis pelas informações (setores). Então se passou para produção e revisão de textos e imagens, assim como para reedição dos textos e das imagens na homepage.

Resultados e Discussão

Foi evidenciado, no levantamento preliminar, que muitos *links* e *hiperlinks* do site não funcionam. Diante disso, buscou-se concentrar o trabalho na atualização do menu de itens, onde está o conteúdo de serviços e atividades disponíveis ao público externo.

Nesse levantamento, verificou-se que eram citados apenas 3 dos 11 laboratórios da Embrapa Amazônia Ocidental.

Reformularam-se, então, as páginas nas quais se encontravam as descrições dos laboratórios (Fig. 1), criando-se um *link* para cada um deles. Produziu-se um conteúdo específico, com textos coerentes, coesos e imagens, que identifica cada laboratório da Unidade (Fig. 2 e 3).

As informações para essa atualização foram obtidas por meio de entrevistas, pesquisa documental no Relatório de Gestão, no PDU e PDE; também captaram-se imagens para a elaboração desse conteúdo para a homepage.



Fig. 1. Página dos laboratórios atualizada.



Fig. 2. Página do laboratório de Recursos Genéticos.



Fig. 3. Página do laboratório de Análise de Sementes.

Atualmente o site possui fluxo contínuo de informação, com publicação de notícias semanalmente na *Index* da página da Unidade (Fig. 4), com textos e fotografias atuais que têm repercutido na mídia em geral. O *feedback*, ou seja, o retorno, é comprovado pela replicação das matérias em outros sites de notícias, que citam como fonte a homepage da Embrapa Amazônia Ocidental.

Os sites das Unidades Descentralizadas da Embrapa estão passando por uma reformulação e seguirão o padrão da homepage da Embrapa-Sede.

Essa nova tecnologia trará novas possibilidades de interação e hipertextualidade, tornando o site um espaço agradável e interessante, além de contribuir significativamente para divulgação científica e consolidação da imagem institucional da Empresa.



Fig. 4. Página Inicial da Homepage da Embrapa Amazônia Ocidental.

Conclusões

- Foi criada uma página para os 11 laboratórios da Embrapa Amazônia Ocidental.
- Semanalmente são publicadas matérias na *Index* do site da Unidade.
- As matérias publicadas no site da Unidade geram repercussão na internet, pois são replicadas em outros sites. Assim, divulga-se o nome da Embrapa Amazônia Ocidental, fortalecendo sua imagem institucional.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), pela bolsa concedida; à Embrapa Amazônia Ocidental, pela oportunidade de inserir-me na iniciação científica; ao pesquisador Jeferson Luis Vasconcelos de Macêdo, pela orientação, e à equipe da ACE e do SIN, pelo apoio prestado em todo momento.

Referências

DUARTE, J.; BARROS, A. T. de. **Comunicação para ciência, ciência para a comunicação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 338 p.

EMBRAPA. Assessoria de Comunicação Social. **Política de comunicação**. 2. ed. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 2002. 99 p.

GARCIA, O. M. **Comunicação em prosa moderna**. 26. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006. 540 p.

SENA, O. **A engenharia do texto: um caminho rumo à prática da boa redação**. Manaus: EDUA, 2004.

SILVA, D. O. da. Notícia on-line para o agronegócio: jornalismo e mediação institucional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 25., 2002, Salvador/BA. Anais... São Paulo: Intercom, 2002. 1 CD-ROM.

Seção VI – Piscicultura

Avaliação da Atividade Anti-helmíntica de Banhos Terapêuticos com Eugenol em Tambaqui (*Colossoma macropomum*) Infectados com Monogenoides¹

William Sandro da Cunha Miranda
Cheila de Lima Boijink
Edivânia Carvalho

Resumo

Este trabalho avaliou o uso de eugenol no controle de monogenoides, parasito de brânquias de tambaqui (*Colossoma macropomum*). Peixes naturalmente parasitados foram submetidos a banhos terapêuticos sob diferentes concentrações (0, 5, 10, 15 mg/L) em diferentes tempos de exposição (15, 30 e 60 minutos). Após os banhos terapêuticos, os animais foram colocados em água sem eugenol por 30 minutos, para que os parasitos mortos se desprendessem. Imediatamente, e uma semana após os banhos, 15 peixes de cada tratamento foram sacrificados para retirada das brânquias, que foram fixadas em formol (5%) para contagem de monogenoides. Logo após a exposição, a intensidade de parasitos teve redução significativa somente nos grupos tratados com 15 mg de eugenol/L. A concentração que apresentou melhor eficácia (81%) no número de parasitas foi 10 mg/L por 60 minutos de exposição. Durante a exposição ao eugenol, os animais se apresentaram anestesiados, retornando à condição normal logo após a colocação em água sem o produto. Assim, é possível concluir que o tambaqui é tolerante a banhos terapêuticos com eugenol, contudo o produto não apresentou eficácia satisfatória no controle de monogenoides nas concentrações testadas, mais estudos são necessários para indicação do eugenol como anti-helmíntico na aquicultura.

Termos para indexação: piscicultura, tratamento natural, parasita, peixes, brânquias.

Introdução

A intensificação nos sistemas de produção de organismos aquáticos tem revelado obstáculos que afetam diretamente a produtividade e o crescimento da atividade, estando a área de Sanidade como um dos principais entraves e que proporciona a base para o estudo e desenvolvimento de novas tecnologias. Altas densidades, manejo inadequado, deficiências nutricionais e variações nas características físico-químicas da água favorecem a quebra do equilíbrio no sistema hospedeiro/patógeno/ambiente. Sob condições ambientais adequadas e baixa resistência do organismo cultivado, ocorre a proliferação do patógeno, muitas vezes oportunista, culminando em mortalidades, perdas econômicas com consequências na produtividade (MARTINS et al., 2001).

No Amazonas, as espécies mais cultivadas e que apresentam maior interesse econômico para a piscicultura são o tambaqui (*Colossoma macropomum*), a matrinxã (*Brycon amazonicus*) e o pirarucu (*Arapaima gigas*). Entretanto, o tambaqui tem sido o carro-chefe, representando mais de 90% da produção de 7 mil toneladas/ano (BERNARDINO, 2006), por melhor se enquadrar nas características necessárias para aceitação no mercado amazonense e por apresentar maior disponibilidade de alevinos aos piscicultores. A produção nacional de tambaqui está na faixa das 20 mil t/ano, representando 12,2% dos peixes cultivados no País (CRESCÊNCIO, 2005). Atualmente uma das questões que mais preocupam os técnicos e produtores rurais no Amazonas é a ocorrência de doenças. Muitas enfermidades requerem práticas de manejo preventivas. Porém nem sempre se tomam esses cuidados, o que pode representar sério risco econômico aos produtores rurais, pois os prejuízos causados pelas doenças em peixes podem atingir níveis irreversíveis.

Dentre as doenças parasitárias, as mais comumente relatadas para o tambaqui são causadas por monogenoides, acantocéfalos, *myxobolus* sp., copépodos, braquiúros e fungos (MALTA et al., 2001). Criações de tambaqui em tanques-rede têm mostrado maior intensidade parasitária dos monogenoides, sendo eles o grupo que causa maior severidade em termos de doenças em peixes (VARELLA et al., 2003).

Os monogenoides caracterizam-se, principalmente, pela presença de um aparelho de fixação localizado geralmente na parte posterior do corpo, o haptor. Essa estrutura é formada por uma série de ganchos, barras e âncoras, que são introduzidos principalmente nas brânquias dos peixes para fixação. Provoca uma série de reações, podendo culminar em hipersecreção de muco, o que poderia levar os animais à morte por asfixia ou, ainda, provocar lesões que facilitam a penetração de agentes secundários – fungos e bactérias (THATCHER e NETO, 1994).

Tratamentos por meio de banhos com vários químicos terapêuticos e inseticidas têm sido conduzidos com diversas espécies de peixe, utilizando-se paration metílico, mebendazol, formalina, permanganato de potássio, cloreto de sódio, ácido acético e peróxido de hidrogênio (KABATA, 1985; THATCHER, 1991; PAVANELLI et al., 2002; ARAÚJO, 2005). Alguns dos produtos usualmente aplicados são tóxicos aos peixes e ao meio ambiente.

Atualmente pesquisadores têm sugerido produtos orgânicos como alternativa de tratamento na agropecuária. A "sabedoria popular", muitas vezes, tem indicado que determinadas plantas podem ser utilizadas na fitoterapia. Muitas pesquisas têm atestado a ação dessas plantas, mas ao mesmo tempo demonstram reações tóxicas no organismo hospedeiro. A relação entre ação da planta, dosificação com ação significativa e efeito tóxico deve ser muito bem investigada, para que os

conhecimentos adquiridos possam ser passados de maneira clara no momento da utilização prática do fitoterápico (CHAGAS, 2004).

O eugenol é derivado de algumas plantas, como: *Eugenia caryophyllata* (ISAACS, 1983), *Ocimum gratissimum* (PESSOA et al., 2002), entre outras, inclusive da região amazônica. Utilizado como anestésico, é rapidamente metabolizado e excretado (WAGNER et al., 2002), também é utilizado como antimicótico e anti-helmíntico, e apresenta propriedades antibactericidas (KARAPMAR e AKTUG, 1987; PESSOA et al., 2002; HUSSAIN et al., 2000), sendo que, para peixes, até o momento só foi testado como anestésico.

Os produtos alternativos no controle de parasitas podem ser amplamente utilizados e proporcionarão a diminuição de resíduos nos produtos animais comercializados e no ambiente, que são motivo de preocupação para sociedade. Essa alternativa pode contribuir com informações para o desenvolvimento da piscicultura sustentável.

Portanto, para que a atividade aquícola possa ser competitiva e sustentável, é necessário que os problemas relacionados à ocorrência de doenças parasitárias sejam resolvidos, principalmente para peixes de alto valor econômico, como o tambaqui (*Colossoma macropomum*), que é a espécie mais cultivada na região Norte do Brasil (IBAMA, 2006). Sendo assim, o objetivo do presente projeto foi testar e avaliar a atividade anti-helmíntica de banhos terapêuticos com eugenol no controle de monogenoídes em tambaqui (*Colossoma macropomum*).

Material e Métodos

Juvenis de tambaqui (peso médio $17,5 \pm 4,4$) adquiridos na Estação de Balbina, localizada no Município de Presidente Figueiredo, AM, foram trazidos

para o Setor de Piscicultura da Embrapa Amazônia Ocidental para adaptação até o início do experimento, aproximadamente 45 dias. Os animais foram alimentados até saciedade aparente, com ração comercial extrusada com 34% de PB. Antes do experimento, a alimentação foi suspensa por 24 horas. Foram retiradas as brânquias de 15 peixes para verificar a presença de monogenoídes antes do início do experimento.

Para os banhos terapêuticos, os animais foram colocados em caixas de 1.000 L com aeração constante, 50 animais por tratamento, com 3 repetições. Quando completados 15 minutos de exposição, uma amostra de 15 animais por tratamento, ou seja, 5 animais de cada repetição, foram colocados em água sem eugenol por 30 minutos, para que os parasitos mortos se desprendessem das brânquias. Em seguida, foram sacrificados para retirada das brânquias, que foram fixadas em formol (5%) para contagem de monogenoídes. O mesmo procedimento foi seguido para banhos de 30 e 60 minutos de exposição.

Os parâmetros físico-químicos das unidades experimentais foram avaliados antes da preparação dos tratamentos e em 15, 30 e 60 minutos de exposição ao eugenol e ao final de uma semana. Os valores de pH foram obtidos com auxílio de um pHmetro da marca YSI Environmental (Modelo 100), as medidas de temperatura e oxigênio dissolvido foram realizadas com eletrodo de um monitor YSI 550-A. As concentrações de alcalinidade e dureza foram determinadas pelo método de titulação das amostras, e a amônia total, pelo método de endofenol. Ao longo do experimento, os peixes foram observados para detecção de eventuais alterações de comportamento ou surgimento de lesões externas.

Logo após os banhos terapêuticos e uma semana após, 15 animais foram capturados e sacrificados por perfuração

da fontanela craniana, as brânquias foram removidas, em seguida fixadas em formol (5%) para posterior contagem de monogenoides em cada arco branquial com auxílio de microscópio estereoscópico.

De posse dos resultados, foram estabelecidos o índice de intensidade média de parasitos (n° total de parasitos / n° de peixes) e a prevalência (n° de hospedeiros infectados / n° total de peixes x 100), segundo recomendações de Bush et al. (1997). O percentual de eficácia foi determinado pelo número de parasitos do grupo inicial menos o número de parasitos após o tratamento, dividido pelo número de parasitos do grupo inicial x 100 (MARTINS et al., 2001).

Tabela 1. Média dos parâmetros de qualidade da água antes e após banhos terapêuticos com eugenol para tambaqui.

	Temp. (°C)	pH	Oxigênio (mg/L)	Dureza (mg CaCO ₃ /L)	Alcalinidade (mg CaCO ₃ /L)	Amônia (mg/L)
Inicial	25,0	6,1	6,5	5,0	3,3	0,0
Final	25,1	7,1	7,3	6,4	7,4	0,5

Os resultados demonstram que não houve alterações durante o período experimental, permanecendo dentro dos padrões adequados (SIPAÚBA-TAVARES, 1995), comprovando a não interferência nos resultados observados.

Quanto ao comportamento dos tambaquis durante a exposição ao eugenol, os animais foram anestesiados normalmente. Sendo que uma vez transferidos para as caixas contendo água limpa, todos os peixes voltaram ao comportamento normal. O uso de eugenol como anestésico na aquicultura é bastante difundido, pois é rapidamente metabolizado e excretado (INOUE et al., 2005; ROUBACH et al., 2005; DERIGGI et al., 2006).

A prevalência de monogenoides nos juvenis de tambaqui, antes e durante o período experimental, foi de 100%, pois

Os resultados foram submetidos à Anova, e as médias foram comparadas pelo teste de Dunnet, comparando o grupo controle com os tratados e teste t para comparar o número de parasitos logo após o tratamento e 7 dias após. O programa estatístico para processamento dos dados foi o Statistica 6.0.

Resultados e Discussão

Os parâmetros de qualidade da água, antes e no final no período experimental onde foram estocados os juvenis após os banhos terapêuticos, permaneceram adequados ao equilíbrio orgânico dos peixes (Tabela 1).

os peixes estavam naturalmente parasitados. A intensidade antes do transporte foi de 43,7 – 5,79 parasitos por peixe.

O banho terapêutico com eugenol (Figura 1) que apresentou maior eficácia no controle de monogenoides foi a concentração de 10 mg/L por 60 minutos de exposição. Essa concentração resultou em redução significativa de aproximadamente 81% no número de parasitos em relação ao grupo controle, sem eugenol. As demais concentrações testadas também apresentaram diferença em relação ao grupo controle, após uma semana de exposição. Logo após a exposição, a intensidade de parasitos teve redução significativa somente nos grupos tratados com 15 mg de eugenol /L. Durante a exposição ao eugenol, os animais se apresentaram anestesiados, retornando à condição normal logo após a colocação em água sem o produto.

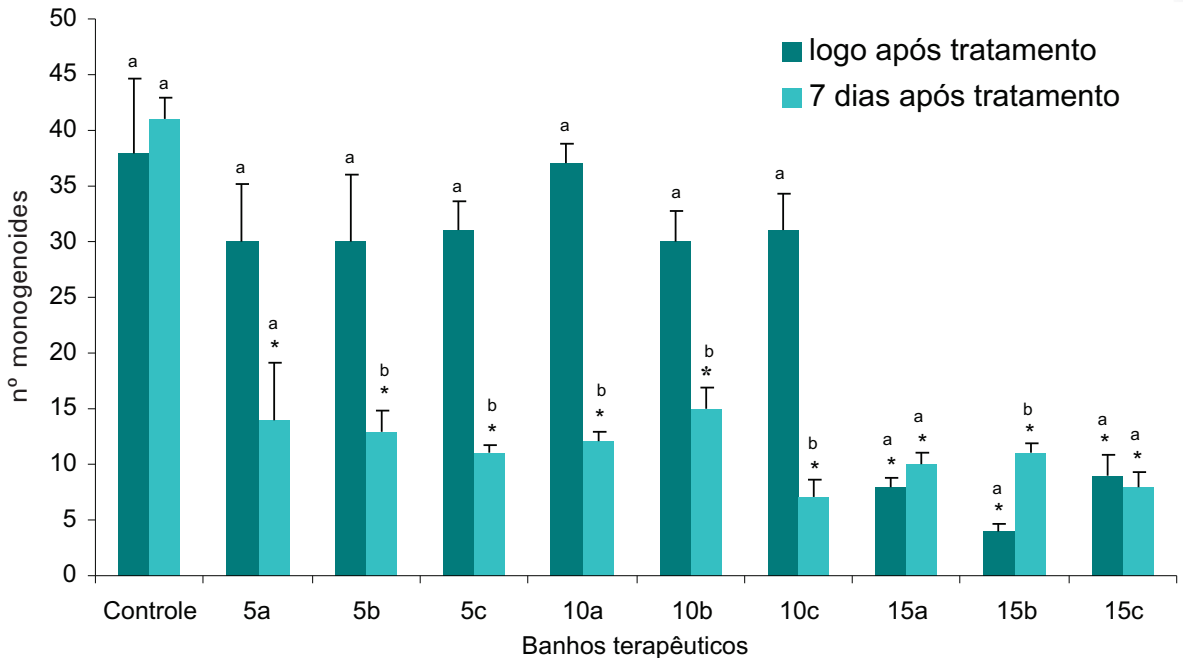


Figura 1. Intensidade de monogenoides de juvenis de tambaqui submetidos a diferentes concentrações de eugenol, logo após os banhos terapêuticos e uma semana após. Controle = 0 mg/L; 5a = 5 mg/L(15 min); 5b = 5 mg/L(30 min); 5c = 5 mg/L(60 min); 10a = 10 mg/L(15 min); 10b = 10 mg/L(30 min); 10c = 10 mg/L (60 min); 15a = 15 mg/L(15 min); 15b = 15 mg/L(30 min); 15c = 15 mg/L (60 min).

No entanto, uma semana após o tratamento, os animais tratados com 15 mg de eugenol/L em banhos de 15 e 60 minutos de exposição, o número de parasitas não apresentou diferença em relação a logo após o tratamento. O grupo 15 mg/L, exposto por 15 minutos, apresentou aumento na intensidade 7 dias após o tratamento.

Após uma semana, a intensidade de monogenoides diminuiu para 53%, 57%, 64%, 68%, 50%, 77% e 11% em relação a contagem logo após os banhos nas respectivas concentrações 5 mg/L (15 min), 5 mg/L (30 min), 5 mg/L (60 min), 10 mg/L (15 min), 10 mg/L (30 min), 10 mg/L (60 min) e 15 mg/L (60 min). Nas concentrações 15 mg/L (15 min) e 15 mg/L (30 min) houve aumento de 25% e 175%, respectivamente, em relação a contagem logo após os banhos. Quando comparado ao grupo controle (0 mg/L), após uma semana dos banhos, os animais expostos às concentrações 5 mg/L, 10 mg/L e 15 mg/L de eugenol

nos diferentes tempos apresentaram um diminuição de 63%, 66%, 71%, 68%, 61%, 81%, 74%, 71% e 79%, respectivamente, no número de parasitas.

Devido à falta de trabalhos testando o efeito anti-helmíntico do eugenol e outros produtos naturais, não é possível comparar esses dados. No entanto, outros anti-helmínticos, tais como albendazol e praziquantel, demonstraram aumento considerável no número de parasitas após o tratamento (ONAKA et al., 2003). Aumento este atribuído ao estresse, ou seja, alterações fisiológicas causadas pelo tratamento. Quaisquer que seja a origem do estresse ocorrem alterações do equilíbrio orgânico que colocam a saúde em risco (WEDEMEYER, 1997), pois a elevação dos níveis plasmáticos de cortisol deprime os mecanismos de defesa de peixes (PICKERING e POTTINGER, 1985; MAULE et al., 1989), resultando em aumento de suscetibilidade às doenças (BARTON e IWAMA, 1991).

Martins et al. (2001) também observaram que banhos com mebendazol apresentam eficácia significativa no pacu (*Piaractus mesopotamicus*), mas foram observadas alterações no número de linfócitos e trombócitos após o tratamento.

Os resultados deste trabalho demonstram que, embora tenha sido bem tolerado pelos peixes, o eugenol teve baixa eficácia, não ultrapassou 81%. Pois, segundo a Portaria nº 48 de 12/5/1997 da Secretaria da Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, para o registro como antiparasitários, sua eficácia não pode ser inferior a 90%. Entretanto, não há, até o momento, legislação para o uso de tais produtos em peixes ou outros organismos aquáticos. Caso essa Portaria venha a vigorar para peixes, a utilização de eugenol deve ser melhor pesquisada.

O eugenol, que apresenta atividade terapêutica contra vários patógenos (NAKAMURA et al., 2004), é um óleo encontrado em algumas plantas de regiões tropicais. A maioria das espécies apresentou bons percentuais de atividade nos testes com inibição de eclosão de ovos de nematoides e no combate a helmintos adultos *in vitro* (CAMURÇA-VASCONCELOS et al., 2005).

O Brasil tem enorme potencial na área de plantas medicinais, as plantas da região amazônica são ricas em propriedades terapêuticas. Sendo assim, é o momento de estudar, valorizar e validar a nossa rica e vasta flora (ROEDER, 1988). Dessa forma, o uso de produtos extraídos de plantas amazônicas desperta nova visão na prevenção e tratamento de enfermidades em peixes, pois oferecem alternativa do aproveitamento dos produtos da floresta de maneira econômica e, se bem explorada, sustentável. Sendo assim, outras investigações serão realizadas para viabilizar a utilização do eugenol como anti-helmíntico na aquicultura.

Conclusões

Os dados indicam que o tambaqui é tolerante a banhos terapêuticos com eugenol, contudo o produto não apresentou eficácia satisfatória no controle de monogenóides nas concentrações testadas, mais estudos são necessários para recomendação do eugenol como anti-helmíntico na aquicultura.

Agradecimento

À Fapeam, pelo auxílio financeiro, e à Embrapa Amazônia Ocidental, pela estrutura e pelo apoio técnico.

Referências

- ARAÚJO, L. D. **Eficácia da administração oral do mebendazol no controle de monogenóides parasitas de brânquias do tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. 2005. 27 f. Monografia - Embrapa/Esbam, Manaus.
- BARTON, B. A.; IWAMA, G. K. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. **Ann. Rev. Fish Dis.**, 1: 3-26, 1991.
- BERNARDINO, G. Piscicultura atinge 7,1 mil ton ano. **Jornal do Comércio**, Manaus, 14 dez. 2006.
- BUSH, A. O.; K. D. LAFFERTY; J. M. LOTZ; A.W. SHOSTAK. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. **Journal of Parasitology**, Lancaster, v.83, p. 575-583, 1997.
- CAMURÇA-VASCONCELOS, A. L. F., MORAIS, S. M., SANTOS, L. F. L., ROCHA, M. F. G., BEVILAQUA, C. M. L. Validação de plantas medicinais com atividade anti-helmíntica. **Rev. Bras. de Plantas Medicinai**s, v.7, n.3, p.97-106, 2005.

- CHAGAS, A. C. S. Controle de parasitas utilizando extratos vegetais. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 13, supl. 1, p. 156-160, 2004.
- CRESCÊNCIO, R. Ictiofauna brasileira e seu potencial para criação. In: Baldisserotto, B.; Gomes, L. de C. (Org.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: UFSM, 2005. p. 23-33.
- DERIGGI, G.; INOUE, L.A.K.A.; MORAES, G. Stress responses to handling in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus): assessment of eugenol as an alternative anesthetic. **Acta Scientiarum** (UEM), v. 28, p. 269-274, 2006.
- HUSSAIN, M. M. A. et al. Antimycotic activity of eugenol against selected water molds. **Journal of Aquatic Animal Health**, v. 12, p. 224-229, 2000.
- IBAMA. Ibama divulga estatísticas de 2004. **Panorama da Aquicultura**, v. 92, 2006.
- INOUE, L.A.K.A.; AFONSO, L.O.; IWAMA, G.; MORAES, G. Effects of clove oil on the stress response of matrinxã (*Brycon cephalus*) to transport. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 35, n. 2, p. 289-295, 2005.
- ISAACS, G. Permanent local anaesthesia and anhidrosis after clove oil spillage. **Lancet**, p. 882-883, 1983.
- KABATA, Z. **Parasites and diseases of fish cultured in the tropics**. Philadelphia: Taylor & Francis, 1985. 318 p.
- KARAPMAR, M.; AKTUG, S. E. Inhibition of foodborne pathogens by thymol, eugenol, menthol and anethole. **International Journal of Food Microbiology**, v. 4, p. 161-166, 1987.
- MALTA, J.C.O.; GOMES, A.L.S.; ANDRADE, S.M.S.; VARELLA, A.M.B. Infestações maciças por acantocéfalos, *Neoechinorhynchus buttenerae*, (*Eoacanthocephala*: *Neoechinorhynchidae*) em tambaquis jovens, *C. macropomum* cultivados na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v.31, n.1, p.133-143, 2001.
- MARTINS, M. L. et al. Mebendazole treatment against *Anacanthorus penilabiatu*s (Monogenea, Dactylogyridae) gill parasite of cultivated *Piaractus mesopotamicus* in Brazil. Efficacy and hematology. **Acta Parasitologica**, v. 46, p. 332-336, 2001.
- MAULE, A.G.; TRIPP, R.A.; KAATTARI, S.L.; SCHRECK, C.B. Stress alters immune function and disease resistance in Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). **J. of Endoc**, 120: 135-142, 1989.
- NAKAMURA, C. V.; ISHIDA, K.; FACCIN, L. C.; DIAS FILHO, B. P; CORTEZ, D. A. G.; ROZENTAL, S.; SOUZA, W.; UEDANAKAMURA, T. In viro activity of essential oil from *Ocimum gratissimum* L. against four *Candida* species. **Research in Microbiology**, Paris, v. 155, p.579-586, 2004.
- ONAKA, E.M.; MARTINS, M.L.; MORAES, F.R. Eficácia do albendazol e praziquantel no controle de *Anacanthorus penilabiatu*s, parasito de pacu *Piaractus mesopotamicus* (Osteichthyes: Characidae). I. Banhos terapêuticos **B. Inst. Pesca**, São Paulo, 29(2): 101 - 107, 2003.
- PAVANELLI, Gilberto Cezar; EIRAS, Jorge da Costa e TAKEMOTO, Massato Ricardo. **Doenças de peixes** . 2a ed. p. 104-105. Maringá: Eduem, 2002.
- PESSOAL, M. et al. Anthelmintic activity of essential oil of *Ocimum gratissimum* Linn. and eugenol against *Haemonchus contortus*. **Veterinary Parasitology**, v. 109, p. 59-63, 2002.

PICKERING A.D.; POTTINGER T.G. Cortisol can increase the susceptibility of brown trout, *Salmo trutta* L. to disease without reducing the white blood cell count. **J. Fish Biol.** 27: 611-619, 1985.

ROEDER, R. **Promoção da agricultura em regiões semi-áridas do Nordeste (Piauí) brasileiro: Pesquisa sobre a pecuária no planaltos da chapada.** Teresina. DNOCS – 1a DR, Eschborn: GTZ, 1988. 125p.

ROUBACH, R.; GOMES, L.C.; FONSECA, F. A. L.; VAL, A.L. Eugenol as an efficacious anaesthetic for tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier). *Aquaculture Research*, Oxford, UK, v. 36, n. 11, p. 1056-1061, 2005.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. **Limnologia Aplicada à Aqüicultura.** Jaboticabal: FUNEP, 70 p. 1995.

THATCHER, V. E. Amazon fish parasites. **Amazoniana**, v. 11, n. 3-4, p. 1-568, 1991.

THATCHER, V. E.; NETO, J. B. Diagnóstico, prevenção e tratamento das enfermidades de peixes neotropicais de água doce. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 16, n. 3, p. 111-128, 1994.

VARELLA, A.M.B. et al. Monitoramento da parasitofauna de *Colossoma macropomum* (Osteichthyes: Characidae) cultivado em tanques-rede em um lago de várzea da Amazônia, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12., 2003, Goiânia. **Anais.** Jaboticabal: Aquabio, 2003. v.1, p.95-106. Editado por E.C. Urbinati, J.E.P. Cyrino.

WAGNER, E.; ARNDT, R.; HILTON B. Physiological stress responses, egg survival and sperm motility of rainbow trout broodstock anesthetized with clove oil, tricaine methanesulfonate or carbon dioxide. **Aquaculture**, v. 211, p. 353-366, 2002.

WEDEMEYER, G. A. Physiology of fish in intensive culture systems. Chapman & Hall. 2: 10-59, 1997.

O Uso de Alho na Ração do Tambaqui (*Colossoma macropomum*) para Prevenção de Parasitas

Patrícia Teixeira Ribeiro
Edivânia Carvalho
William Sandro Miranda
Cheila de Lima Bojink
Luis Antônio Kioshi Aoki Inoue

Resumo

O tambaqui é a espécie de peixe mais cultivada comercialmente na Amazônia Ocidental. Apresenta boa aceitação de mercado e disponibilidade de alevinos ao longo do ano. Porém existe a preocupação entre os pesquisadores e produtores a respeito das patologias causadas por parasitas em peixes, como monogenoides, braquiúros, fungos e outros, que podem culminar em mortalidade excessiva e conseqüentemente em perda econômica. O presente trabalho teve por objetivo prospectar propriedades medicinais do alho adicionado na ração do tambaqui, com a finalidade de prevenir parasitoses, já que é uma planta bastante utilizada em ações preventivas e medicinais, pois seus princípios ativos (alicina, alinasa, inulina, nicotinamida e galantamin) possuem efeito anti-infeccioso, vermífugo e ação antitóxica intestinal, impedindo a formação de flora patogênica no intestino. Além disso, age como bacteriostático e bactericida. O experimento foi executado nas instalações do Pesque e Pague San Diego (Manaus, AM) durante 45 dias, em desenho experimental inteiramente casualizado, para quatro tratamentos e três repetições cada, testando, nos 12 tanques-rede de 1 m³, quatro concentrações de alho na ração: R1-0, R2-15 g/kg, R3-30 g/kg, R4-45 g/kg de ração.

Introdução

A demanda de pesca de forma predatória é cada vez mais crescente sobre as espécies de maior valor comercial, contribuindo dessa forma para o desequilíbrio ecológico das espécies (MERONA e SOUZA, 1988). Dentro desse contexto, surge a piscicultura como alternativa para a produção de pescado de qualidade e valor de mercado, concorrendo assim para a diminuição da pesca predatória, e como estímulo à economia em diferentes níveis. Uma das espécies de peixe com excelente potencial é o tambaqui, que melhor se adapta à criação em viveiros, barragens e, experimentalmente, em tanques-rede, podendo alcançar até 3 kg em 12 meses (MELO et al., 2001).

Devido à demanda de cultivo de tambaquis na região amazônica, há grande preocupação entre técnicos e produtores, tornando necessário um acompanhamento rigoroso em relação às doenças parasitárias nesses peixes.

Dentre as doenças parasitárias, as mais comumente relatadas para o tambaqui são causadas por monogenóides, acantocéfalos, *Myxobolus*, braquiúros e fungos (MALTA et al., 2001). Entretanto, a criação de tambaqui em tanques-rede tem mostrado maior intensidade parasitária dos monogenóides, sendo eles o grupo que causa maior severidade (VARELA et al., 2003).

Material e Métodos

Cento e oitenta juvenis de tambaqui da mesma idade, com peso inicial de 100 g, foram distribuídos em 12 tanques-rede de 1,0 m³ de volume e malha de 20 mm entre-nós. Os tanques-rede foram instalados em um açude do Pesque e Pague San Diego, localizado no Km 35, na AM-010. Os juvenis foram distribuídos em densidade de 15 peixes por tanque-rede. Durante 45 dias, os peixes foram alimentados uma vez ao dia, todos os dias da semana, com ração

base comercial e outras três rações experimentais às quais foram adicionados percentuais de alho descascado e moído, sendo: R1:0, R2:15 g/kg, R3: 30 g/kg e R4:45 g/kg com três repetições para cada tratamento. Parâmetros de qualidade da água (pH, oxigênio, temperatura, dureza, alcalinidade e amônia) foram analisados a cada 5 dias.

Ao final do experimento três peixes de cada gaiola foram pegos ao acaso, pesados, medidos e sacrificados para retirada dos arcos branquiais, que foram fixados em formol 5% para contagem de parasitas.

Resultados e Discussão

A alimentação de tambaqui com 0, 15, 30 g ou 45 g de alho/kg de ração durante 45 dias não influenciou no seu crescimento e bem-estar (Tabela 1). Porém, nas brânquias dos peixes alimentados com dieta contendo 30 g/kg e 45 g/kg de alho na ração, houve redução na intensidade de parasitos *Anacanthorus spathulatus* (*Monogenea: Dactylogyridae*) quando comparados aos controles e aos alimentados com 15 g (Figura 1).

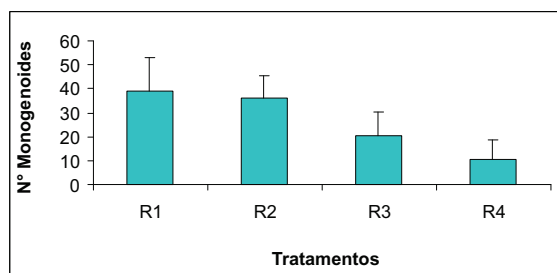


Figura 1. Efeito preventivo do alho adicionado em diferentes concentrações na ração do tambaqui para diminuição de parasitas nas brânquias. R1-0, R2-15 g/kg, R3-30 g/kg, R4-45 g/kg de ração.

Tabela 1. Desempenho e fator de condição relativo (Kn) em tambaquis alimentados com diferentes concentrações de alho (*A. sativum*) na ração, após 45 dias de cultivo em gaiolas.

	Níveis de alho na ração			
	0 g/kg	15 g/kg	30 g/kg	45 g/kg
Peso (g)	215,7 ± 61,0a	218,7 ± 80,3a	208,3 ± 71,7a	225,2 ± 85,9a
Comprimento (cm)	23,0 ± 2,2a	23,4 ± 3,0a	22,3 ± 4,2a	23,0 ± 3,4a
Kn	0,999 ± 0,013a	1,001 ± 0,055a	1,000 ± 0,073a	0,999 ± 0,023a
Sobrevivência (%)	100a	100a	100a	100a
Conversão alimentar	2,2a	1,9a	2,0a	1,8a

Valores expressam média ± desvio padrão; n=45. Letras iguais na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

Conclusões

Dentro das condições do presente trabalho foi possível concluir que o alho teve um efeito positivo na ação contra os parasitas monogenoídeos que atacam as brânquias do tambaqui, demonstrando eficiência preventiva contra as doenças de peixe.

VARELLA, M. B. et al. Monitoramento da parasitofarmácia de *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Osteichthyes: Characidae) cultivados em tanques-rede, em um lago de várzea da Amazônia, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO de AQUICULTURA, 12., 2003, Goiânia. **Anais...** Jaboticabal: Aquabio, 2003. v. I. p. 95-106.

Referências

MALTA, J. C. O.; GOMES, A. L. S.; ANDRADE, S. M. S.; VARELLA, A. M. B. Infestações maciças por acantocéfalos, *Neochinorhynchus buttenerae* Golvan, 1956, (*Eoacanthocephala*: *Neoechinorhynchidae*) em tambaquis jovens, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivados na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v.31, n.1, p.133-143, 2001.

MELO, L. A.; IZEL, A.C.; RODRIGUES, F. M. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/barragens no Estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. 30 p. {Série Documentos}.

MERONA, N.; SOUZA, H. Cage culture of the Amazon fish tambaqui, *Colossoma macropomum*, at two stocking densities. **Aquaculture**, 71, 15-20. 1988.

O Uso do Eugenol para o Bem-Estar Durante o Transporte do Tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Carla Leite Duarte
Jaydione Luiz Marcon
Luis Antonio Kioshi Aoki Inoue

Resumo

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é a espécie de peixe mais cultivada comercialmente no Amazonas, apresentando diversas características positivas, como rusticidade e fácil obtenção de alevinos. Porém tal espécie apresenta algumas limitações durante as práticas de manejo, especialmente durante o transporte. Assim, o uso de produtos condicionadores, como o sal e alguns anestésicos dissolvidos na água, parece reduzir algumas das principais respostas do estresse ao transporte. O presente trabalho tem por objetivo avaliar respostas bioquímicas do tambaqui quando submetido ao transporte em sacos plásticos e testar o eugenol como produto condicionador, já que os peixes apresentar-se-ão levemente sedados durante essa prática de manejo. O experimento foi conduzido nas instalações da Embrapa Amazônia Ocidental em desenho experimental de cinco tratamentos com duas repetições, avaliando-se as doses de 0 mg/L, 1 mg/L, 2 mg/L e 4 mg/L contra uma situação controle sem imposição de qualquer estressor. Serão avaliados os parâmetros plasmáticos de glicose, amônia, lactato e íons Na, Cl e K. Ensaio para obtenção do glicogênio hepático e muscular também serão conduzidos. A expectativa é de que o estresse do tambaqui seja menor durante o transporte nas embalagens que vão receber o anestésico.

Introdução

O transporte de peixes vivos é etapa indispensável no processo produtivo, e, desde os primeiros dias, se faz necessária a remoção dos organismos de um lugar para outro. Uma das formas mais comuns no transporte de peixes vivos é o uso de sacos de polietileno com aproximadamente um terço do volume preenchido com água de boa qualidade e o restante com oxigênio, formando-se uma bolsa.

De acordo com Barton e Peter (1982), o manejo de captura, o carregamento e o transporte são necessários durante a produção de alevinos, para que a atividade possa ser operacionalizada. Entretanto, os peixes sofrem perturbações que alteram seu equilíbrio, ocorrendo o estresse que, segundo Pickering (1981), é uma resposta ao estímulo adverso. A ação do estressor ocorre de forma que seus efeitos perturbam ou ameaçam o equilíbrio homeostático, gerando uma série de respostas compensatórias e permitindo que os peixes se adaptem às novas condições do ambiente.

As respostas dos peixes a fatores estressantes durante as diversas etapas do processo produtivo estão sendo estudadas por vários autores (BARTON et al., 1980; NIKINMAA et al., 1983; BARTON, 1997). Assim uma das etapas de manejo na piscicultura que mais chamam atenção como estressor é o transporte. Há relatos de que peixes vivos eram transportados já nos tempos dos impérios romano e chinês. Segundo Barton (1997), os estudos em transporte de peixes vivos começaram a ganhar grande importância no começo dos anos 1800, quando se necessitava levar peixes vivos a grandes distâncias (Leste a Oeste dos Estados Unidos).

Técnicos da área de piscicultura usualmente fazem uso de produtos condicionadores dissolvidos à água do transporte, tais como sal comum (NaCl), gesso (CaSO₄), anestésicos e outros, acredi-

tando que tais produtos podem reduzir o estresse e o desgaste dos animais durante essa prática. O eugenol, extraído do cravo-da-índia, vem sendo recomendado para uso em estações de piscicultura, por ser um anestésico para peixes, com vasto uso em áreas como a odontologia e a indústria alimentícia.

Material e Métodos

Instalações

Cem juvenis de tambaqui (com média de 45,64 g de peso e 11,3 cm de comprimento total), obtidos de estação comercial de piscicultura, foram estocados em 10 caixas de 1.000 L, numa proporção de 10 peixes/caixa, nas instalações da Embrapa Amazônia Ocidental, em Manaus, AM.

O sistema de renovação da água foi feito de forma manual a cada 2 dias, observando sempre a temperatura, o oxigênio dissolvido e o pH, para a manutenção da qualidade da água. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia, até saciedade, com ração comercial contendo 30% de proteína bruta. Vinte e quatro horas antes do experimento, a alimentação foi suspensa.

Procedimentos experimentais

Primeiramente os dez grupos de peixes foram numerados e sorteados para constituir os cinco tratamentos com duas repetições cada: T1 (controle); T2 (0 mg/L); T3 (1 mg/L); T4 (2 ppm); e T5 (4 mg/L). Os peixes do grupo T1 foram somente para amostra, não sendo manuseados nem transportados. O procedimento experimental adotado para os demais grupos foram similares. O transporte dos peixes foi realizado das 9 às 15h, em oito sacos plásticos de 50 cm x 85 cm, supridos com dez litros de água e eugenol nas concentrações e abastecidos e lacrados com gás oxigênio, de acordo com os procedimentos usuais de transporte de peixes.

Três peixes de cada um dos tanques experimentais foram amostrados às 9h, no momento em que foram embalados, após 6 horas de transporte e depois de um período de recuperação de 24 horas.

Amostragens foram realizadas em três momentos distintos: 0h, 6h e 24h, com a finalidade de avaliar o metabolismo do tambaqui, logo após a imposição das diferentes concentrações do eugenol e depois de um período de recuperação. Em cada tratamento, três peixes foram coletados por caixa, o sangue foi coletado por punção caudal, utilizando-se seringas heparinizadas. Em seguida, foram sacrificados por perfuração craniana. Pedacos de fígado e músculo branco também foram coletados. Peixes remanescentes nos tanques experimentais foram descartados.

Análises bioquímicas

Alíquotas de sangue foram centrifugadas a 14.400 g por 3 minutos, para separação de plasma. Valores plasmáticos de proteína total (LOWRY et al., 1951) e glicose (TRINDER, 1969) foram determinados por métodos colorimétricos. Amostras de fígado e músculo branco foram coletadas para determinação dos valores de glicogênio, de acordo com Bidinotto et al. (1997).

Análises de água

Amostras de água foram coletadas nos tanques experimentais e nas embalagens utilizadas no transporte de peixes, para medição de temperatura, oxigênio dissolvido, pH e determinação da amônia na água.

Resultados

As médias dos parâmetros da qualidade de água estão expressas na Tabela 1. Não se observou mortalidade de peixes durante o experimento. Não houve diferença significativa nas concentrações de proteínas totais (Figura 1). Os valores de glicose apresentaram-se significativos em resposta ao manuseio imposto aos peixes dos tratamentos T2 e T3, com eugenol. Vinte e quatro horas após os procedimentos experimentais, os valores de glicose continuaram alterados (Figura 2).

Tabela 1. Média dos parâmetros da qualidade da água de transporte de juvenis de tambaqui.

Parâmetros	Condição
Alcalinidade total	1,0 mg CaCO ₃ /L
Dureza total	7,8 mg CaCO ₃ /L
Amônia	1,0 mg/L
pH	6,3
O ₂ dissolvido	12,5 mg/L
Temperatura	25,2°C

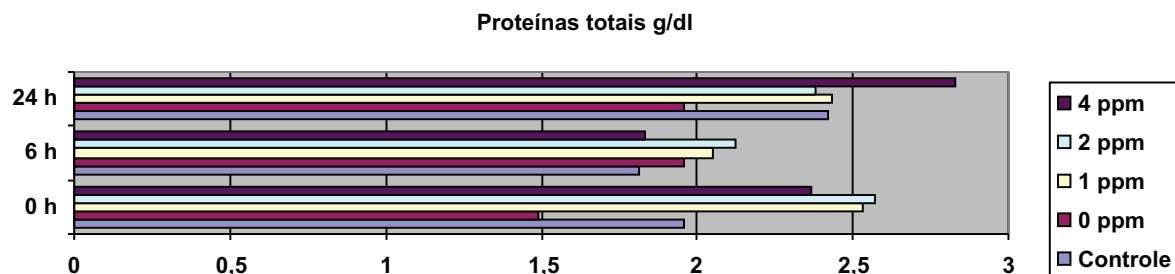


Fig. 1. Uso do eugenol no transporte do tambaqui (*Colossoma macropomum*): resposta das proteínas totais.

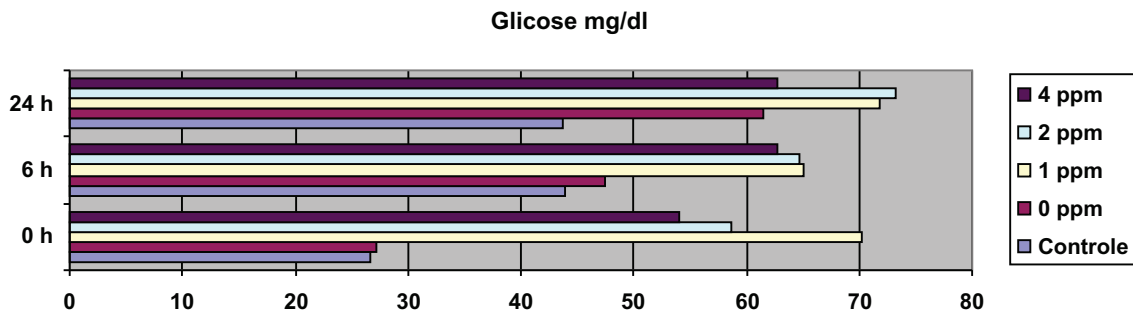


Fig. 2. Uso do eugenol no transporte do tambaqui (*Colossoma macropomum*): resposta da glicose.

Discussão

O manuseio direto de peixes é conhecido como agente estressor agudo, pois rompe o equilíbrio dos animais com o ambiente de cultivo, iniciando as respostas metabólicas típicas ao estresse. Este, quando em intensidade e duração excessivas, pode resultar em manifestação de doenças em toda a população e também na morte dos animais (IWAMA et al., 2004).

O uso do óleo de cravo (eugenol) diminui as respostas fisiológicas e bioquímicas, de certa forma, mas não as bloqueia totalmente.

Sendo as práticas de manejo e o consequente estresse dos peixes inevitáveis na piscicultura, a condição inicial dos animais (sanidade, nutrição e outros) e a intensidade do estresse imposto a eles, determinado pela experiência e cuidado das equipes de manuseio, capacitadas, são decisivas para o sucesso do empreendimento. O óleo de cravo (eugenol) pode ser indicado como uma forma de possibilitar diversas atividades no campo ou em laboratório, com índices mínimos de estresse, que muitas vezes não podem ser evitados completamente.

Referências

- BARTON, B. A. Stress in finfish: past, present and future – a historical perspective. In: IWAMA, G. et al. **Fish stress and health in aquaculture**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. p. 1-34.
- BARTON, B. A.; PETER, R. E. Plasma cortisol stress response in fingerling rainbow trout *Salmo gairdneri* to various transport conditions, anaesthesia, and cold shock. **Journal of Fish Biology**, v. 20, p. 39-51, 1982.
- BARTON, B. A.; PETER, R. E.; PAULENCU, C. R. Plasma cortisol levels of fingerlings of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) at rest, and subjected to handling, confinement, transport, and stocking. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 37, p. 805-811, 1980.
- IWAMA, G.; et al. Are hsps suitable for indicating stressed states in fish? *The Journal of Experimental Biology*, 204: 15-19, 2004.
- LOWRY, D. H. et al. Protein measurement with folin phenol reagent. **Journal of Biological Chemistry**, v. 193, p. 265, 1951.

NIKINMAA, M. et al. Hauling stress in brown trout (*Salmo trutta*): physiological responses to transport in fresh water or salt water, and recovery in natural brackish water. **Aquaculture**, v. 34, p. 93-99, 1983.

PICKERING, A. D. (Ed.). **Stress and fish**. London: Academic Press, 1981. 220 p.

TRINDER, P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with the alternative oxygen acceptor. **Annals of Clinical Biochemistry**, v. 6, p. 24-25, 1969.

Toxicidade Aguda do Fungicida Oxicloreto de Cobre para o Tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Marcus V. T. de Brito
Terezinha B. Garcia
Marcos V. B. Garcia

Resumo

Recentemente os efeitos de pesticidas ao ambiente aquático têm sido alvo de grande preocupação devido ao alto risco de contaminação de rios e lagos próximos de cultivos agrícolas. O fungicida oxicloreto de cobre é amplamente usado nas várzeas próximas de Manaus para controle de doenças em plantas cultivadas. Os fungicidas à base de cobre podem se acumular nos sedimentos e causar toxicidade aos peixes. Diante disso, faz-se necessária a avaliação do potencial toxicológico desse fungicida para o ambiente aquático. Neste projeto foi avaliada a toxicidade do fungicida oxicloreto de cobre para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). Ensaios de toxicidade aguda conduzidos em condições de laboratório mostraram a alta sensibilidade de juvenis de tambaqui ($CL_{50} = 23 \mu\text{g}$ de cobre/L) a esse metal. A sensibilidade torna-se menor à medida que aumenta a idade dos indivíduos. Os resultados obtidos neste projeto farão parte de um conjunto de informações necessárias para a avaliação de risco de pesticidas para o ambiente aquático.

Termos para indexação: ecotoxicologia, cobre, risco ambiental.

Introdução

A avaliação ecotoxicológica de pesticidas, realizada por ensaios de toxicidade aguda em laboratórios, é de grande utilidade para a elaboração de uma análise de risco ambiental. Na avaliação das características toxicológicas de pesticidas, o ensaio de toxicidade aguda para organismos é o primeiro passo para obtenção de informações sobre os efeitos adversos ao ambiente. Resultados de ensaios toxicológicos aliados aos dados de frequência e dosagem de aplicação no campo e degradação da substância no ambiente compõem a base científica para uma análise de risco ambiental. No Brasil, a toxicidade de pesticidas para o ambiente aquático, e principalmente para peixes, tem sido investigada em estudos recentes (BOOCK e MACHADO-NETO, 2000; CRUZ et al., 2004; RESGALLA JUNIOR, et al., 2002; PATRÍCIO et al., 2002). Embora os pesticidas sejam usados principalmente no meio terrestre, em áreas agrícolas, aplicados diretamente sobre plantas ou no solo, o potencial de risco de contaminação de rios, lagos e águas subterrâneas tem sido alvo de preocupação. O uso de oxicleto de cobre tem sido crescente em áreas de várzea da Amazônia, nas proximidades de Manaus (WAICHMAN et al., 2002), e em recente diagnóstico realizado nessas áreas foi observado que equipamentos de aplicação e outros utensílios usados com pesticidas e outros defensivos são lavados diretamente nos rios e igarapés por 70% dos produtores (WAICHMAN et al., 2003).

Nas regiões tropicais, fatores como baixo pH, alta temperatura, presença de ácidos húmicos e baixa dureza da água podem influenciar fortemente a toxicidade de substâncias químicas para peixes. Tem sido relatado que a acidez (pH) exerce grande influência na disponibilidade do cobre no ambiente, o que reflete na toxicidade aos organismos. Diante desse cenário, faz-se necessário avaliar o potencial toxicológico de oxicleto de

cobre considerando os parâmetros físico-químicos típicos de águas tropicais. Ensaios de toxicidade aguda foram feitos em laboratório, com juvenis da espécie de peixe *Colossoma macropomum*, sob condições tropicais.

Material e Métodos

Seleção de substratos

Neste estudo foram utilizados exemplares de juvenis de tambaqui provenientes de uma criação comercial localizada no Km 112 da Rodovia AM-010, mantidos em um tanque de 1.000 L em laboratório, alimentados com ração (34% de proteína bruta), aclimatados por 48 horas em água de cultivo (água subterrânea sob aeração). Os peixes destinados aos ensaios foram retirados do tanque de aclimação, selecionados por tamanho uniforme entre 3 cm e 4 cm de comprimento para utilização no ensaio de toxicidade.

Seleção do fungicida

Oxicleto de cobre

Fungicida de ação de contato, do grupo químico cúprico, que contém 588 g/kg do ingrediente ativo oxicleto de cobre (equivalente a 35% de cobre metálico) na formulação pó molhável. Possui amplo espectro de controle das doenças fúngicas em várias culturas, principalmente horticultura e fruticultura.

Procedimento experimental

Ensaio preliminar foi realizado para estabelecer intervalos de concentração a ser utilizados no ensaio definitivo. Diluições da amostra do fungicida foram preparadas em cinco concentrações: 175, 350, 700, 1.400 e 2.800 microgramas de cobre/litro. O ensaio teve duração de 24 horas com avaliações de qualidade da água, mortalidade e comportamento dos

peixes a cada 24 horas. Ao final do ensaio, foi determinada a menor concentração que causa letalidade a 100% dos organismos e a maior concentração na qual não se observa letalidade. Com base no valor da CL_{50} preliminar, foram definidas duas concentrações acima e duas abaixo para uso no ensaio definitivo de toxicidade aguda. Foi utilizada água natural subterrânea de baixa dureza (3,0 mg $CaCO_3/L$) e submetida por no mínimo 24 horas de aeração.

Após a aclimação, os peixes destinados aos ensaios foram retirados do tanque, selecionados por comprimento, acondicionados em aquários de 30 cm x 30 cm x 20 cm e expostos a concentrações do fungicida diluído em 5 litros de água subterrânea (mesmas condições da água de cultivo). Em ensaio estático (sem renovação da solução), os organismos foram expostos às diferentes concentrações da substância por um período de 96 horas. A intervalos de 24 horas foram medidos pH, oxigênio e temperatura e registrado o número de indivíduos mortos.

Análises estatísticas

Para ensaios preliminares (sem repetições) não se aplicaram testes estatísticos, mas se estimou a faixa de concentração para o ensaio definitivo.

O ensaio de toxicidade aguda definitivo será feito em delineamento inteiramente casualizado, em três repetições. Para a estimativa da CL_{50} foi usado o método Trimmed Spearman-Kärber (HAMILTON et al., 1977). Foram calculados os intervalos de confiança 95% associados a CL_{50} para o ensaio definitivo.

Resultados e Discussão

Ensaio de toxicidade aguda preliminares indicam que o valor da CL_{50} para juvenis de tambaqui é inferior a 175 g Cu/L. Oliveira-Filho et al. (2004), estudando a toxicidade de oxicloreto de cobre para a espécie teste padrão (*Danio rerio*), obteve CL_{50} (48h) de 714 μg Cu/L. Em estudo sobre a toxicidade de metais pesados para tambaqui, Oliveira (2003) observou valor da CL_{50} em 735 μg Cu/L. Entretanto, esse autor utilizou indivíduos mais desenvolvidos (45 x maior em peso), o que pode explicar a menor sensibilidade ao cobre obtida neste estudo (Tabela 1).

Ensaio definitivos, desenvolvidos para a estimativa da toxicidade do cobre para juvenis de tambaqui, determinaram valor da $CL_{50} = 23,4$ g/L (IC-95% = 19,5 a 27,2).

Tabela 1. Toxicidade aguda do fungicida oxicloreto de cobre com espécies de peixes.

Espécie	Idade/Peso	pH	Dureza (mg $CaCO_3/L$)	Temp. °C	CL_{50} ($\mu g/L$)	Referência
<i>Danio rerio</i>	Adulto (0,2g)	7,5	40-48	25	714	Oliveira-Filho et al. (2004)
<i>Colossoma macropomum</i>	Juvenil (\pm 45g)	6,6 – 6,9	3,5	26,7	735	Oliveira (2003)
<i>Colossoma macropomum</i>	Juvenil (\pm 1g)	5,4 – 7,7	3,0	26,2	23,4	Este trabalho

Tabela 2. Condições físico-químicas da água durante o ensaio definitivo (96 h).

Concentração µg/L	pH	Temperatura	Oxigênio
Controle	5,4 – 6,7	24,6 – 27,3	6,3 – 6,7
7	5,5 – 6,8	24,7 – 27,5	6,2 – 6,3
14	5,6 – 6,9	24,7 – 27,5	6,3 – 6,8
28	5,6 – 6,9	24,7 – 27,4	6,3 – 6,5
56	5,6 – 7,3	24,7 – 27,4	6,3 – 6,6
112	5,5 – 7,7	24,7 – 27,4	6,2 – 6,7

Conclusões

Juvenis de tambaqui são extremamente sensíveis à contaminação por cobre no ambiente aquático.

A resistência à contaminação por cobre é maior quanto maior for a idade dos indivíduos.

Agradecimentos

Os autores são gratos à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro ao projeto e pela concessão da bolsa de iniciação científica.

Referências

- BOOCK, M. V.; MACHADO-NETO, J. G. Estudos toxicológicos do oxicloreto de cobre para tilápia vermelha (*Oreochromis sp.*). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 67, n. 2, p. 215-221, 2000.
- CRUZ, C.; MACHADO-NETO, J.; MENEZES, M. L. Toxicidade aguda do inseticida paration metílico e do biopesticida azadiractina de folhas de neem (*Azadirachta indica*) para alevino e juvenil de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 14, p. 93-102, 2004.
- HAMILTON, M. A.; RUSSO, R. C.; THURSTON, R. V. Trimmed Spearman-Kärber method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays. **Environmental Science and Technology**, v. 11, p. 714-719, Correction (1978) 12, 417, 1997.
- OLIVEIRA-FILHO, E. C.; LOPES, R. M.; PAUMGARTTEN, F. J. R. Comparative study on the susceptibility of freshwater species to copper-based pesticides. **Chemosphere**, n. 56, p. 369-374, 2004.
- PATRÍCIO, F. C. et al. Toxicidade do inseticida-nematicida aldicarbe às espécies de peixes *Brachydanio rerio* (Hamilton-Buchanan, 1822) e *Orthospinus franciscensis* (Eigenmann, 1929). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 2, p. 385-391, 2002.
- REGALLA JUNIOR, C. et al. Toxicidade aguda de herbicidas e inseticida utilizados na cultura do arroz irrigado sobre juvenis de carpa (*Cyprinus carpio*). **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 12, p. 59-68, 2002.
- WAICHMAN, A. V.; RÖMBKE, J.; NINA, N. C. S. Agrotóxicos: elemento novo na Amazônia. **Ciência Hoje**, v. 32, n. 190, p. 70-73, 2003.

WAICHMAN, A. V. et al. Use and fate of pesticides in the Amazon state, Brazil: Risk to human health and the environment. **ESPR - Environmental Science and Pollution Research**, v. 9, n. 6, p. 423-428, 2002.

Seção VII – Plantas Medicinais

Análise Preliminar da Diversidade entre Plantas de Crajiru Mantidas na Coleção de Plantas Medicinais Aromáticas e Condimentares da Embrapa Amazônia Ocidental

Natália Dayane Moura Carvalho
Paula Cristina da Silva Angelo
Francisco Célio Maia Chaves

Resumo

Na região de Manaus, AM, há três tipos de plantas reconhecidas pelo nome vulgar crajiru (tipos I, II e III), os quais apresentam diferenças na morfologia externa. Acessos dos três tipos são mantidos na Coleção de Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares por mais de uma década, sem florescer. Na literatura científica, o nome vulgar crajiru é associado à espécie *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) Verl. O chá de crajiru é utilizado como fitoterápico. O objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade entre acessos de crajiru mantidos na coleção da Embrapa, utilizando marcadores moleculares RAPD. Para os padrões gerados por um marcador, observou-se tendência entre as plantas dos diferentes acessos a agruparem-se conforme o tipo, em um maior número de clados, do que conforme o local de coleta. Maior número de locos polifórmicos precisa ser acessado para fornecer confiabilidade aos resultados.

Termos para indexação: *Arrabidaea*, diversidade genética, polimorfismo, RAPD.

Introdução

Na medicina tradicional, o chá das folhas de cajuru é utilizado, principalmente, na região amazônica, como adstringente, antiespasmódico, no tratamento da leucemia e da anemia e na lavagem de feridas (LORENZI e MATOS, 2002).

Na região de Manaus, convencionou-se que existem pelo menos três tipos de cajuru, sendo mais frequentemente encontrado o tipo I. Os tipos I, II e III apresentam diferenças de hábito e de morfologia das folhas, sendo mais comum nos quintais o tipo I (Francisco Célio Maia Chaves, informação pessoal). Dos acessos mantidos na Coleção de Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares da Embrapa Amazônia Ocidental, o tipo I é um arbusto ereto, que apresenta folhas trifolioladas, com folíolos lanceolados. Os tipos II e III apresentam-se como arbustos que têm características de plantas escandentes, como ramos novos pouco lenhosos e muito flexíveis. No tipo II, as folhas inseridas nos dois nós mais apicais apresentam uma gavinha muito delicada, ladeada por dois folíolos elípticos. Os três entrenós apicais são mais longos que os restantes de um mesmo ramo e as folhas inseridas a partir do terceiro nó são trifolioladas e não apresentam gavinhas. No tipo III, as folhas inseridas até o terceiro ou quarto nó podem apresentar gavinhas robustas ladeadas por dois folíolos elípticos e largos. Os quatro ou cinco entrenós apicais são longos e bastante flexíveis e as folhas inseridas a partir do terceiro ou quarto nó são trifolioladas. Essas plantas ainda não foram vistas florescendo.

Arrabidaea chica Verlot é reconhecida pelos nomes comuns cajuru, cajuru, pariri, chica, entre outros, e pertence à ordem *Lamiales*, família *Bignoniaceae*. Entre os três tipos de cajuru da Coleção de Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares da Embrapa Amazônia Ocidental, o tipo II é similar ao *specimen*-tipo para *A. chica* var. *acutifolia*,

exsicata mantida no New York Botanical Garden (http://www.nybg.org/bosci/online_pubs.html). O gênero *Arrabidaea* ocorre na América Tropical, do sul do México até o Brasil Central e inclui várias espécies, além de *A. chica*. Esta é uma espécie que, segundo Lorenzi & Matos (2002), cresce nas matas tropicais, principalmente nas bordas das florestas, sobretudo as secundárias. Possui folhas compostas bi ou trifolioladas, de folíolos oblanceolados, cartáceos, de 8 cm–13 cm de comprimento, flores campanuladas de cor róseo-lilacina, dispostas em panículas terminais, e frutos que são síliquas deiscentes.

Entre os registros de coletas de *A. chica* na região da Amazônia Brasileira que foram encontrados na página do *New York Botanical Garden* (<http://scium.nybg.org>), em julho de 2002, e que incluíam o município e/ou as coordenadas do ponto de coleta, existiam três relatos de *specimens* floridos no Estado do Acre e um de material estéril, sendo este último mencionado como arbusto de 1,5 m e os demais como plantas escandentes. Para as flores, há três relatos de coloração lilás, ou similar, para corolas e um de coloração branca.

Análises fitoquímicas preliminares do extrato bruto das folhas desses três tipos de cajuru indicaram a presença de taninos, flavonoides e saponinas. O perfil do extrato metanólico do morfotipo III foi menos intenso no sistema clorofórmio-acetato de acetila (1:1) em sílica gel e os autores consideraram necessário dar continuidade à investigação química para identificar marcadores químicos específicos para cada um dos tipos (MESQUITA e FARIAS, 2003).

A presença de componentes minerais tais como Fe, Cu, Mn e Zn poderia estar associada às atividades terapêuticas, por serem essenciais ao equilíbrio bioquímico e fisiológico do organismo, atuando como cofatores na maioria das reações metabólicas. No entanto, apresentaram-se

em quantidades inferiores à necessária para sugerir uma atividade terapêutica como antianêmico (SOARES et al., 2002).

A caracterização molecular tem sido realizada por vários objetivos, entre eles a quantificação da diversidade genética e a determinação da estrutura genética de populações naturais. A diversidade genética é estimada através dos índices de dissimilaridade entre pares de indivíduos ou populações, e essas medidas de diversidade são representadas graficamente através de métodos de agrupamento (OLIVEIRA, 2005).

Os marcadores RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) apresentam como característica básica a dominância, ou seja, eles não permitem distinguir indivíduos homocigotos de heterocigotos em uma população. A sensibilidade da técnica não permite discriminar quantitativamente os dois casos (BORÉM e CAIXETA, 2006), quando ocorre a geração de produto de amplificação. De qualquer forma, o polimorfismo detectado por esses marcadores tem natureza binária, ou seja, determinado fragmento ou banda está presente ou ausente no gel, e bandas de tamanhos diferentes são consideradas locos diferentes (FERREIRA e GRATTAPAGLIA, 1998).

Marcadores RAPD apresentam vantagens, podendo ser destacados: simplicidade, rapidez na obtenção de resultados, baixo custo, *primers* aleatórios são facilmente adquiridos, não necessitando de informação genética prévia sobre a espécie estudada, os mesmos *primers* podem ser aplicados a qualquer tipo de organismo. Entretanto, apresentam limitações sendo consideradas duas mais importantes: a característica dominante dos marcadores RAPD que não permitem a diferenciação de indivíduos heterocigotos e, conseqüentemente, a obtenção de outras informações relevantes para estudos genéticos e a baixa reprodutibilidade de algumas bandas (LACERDA et al., 2002).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade genética entre os acessos mantidos na Coleção de Plantas Medicinais Aromáticas e Condimentares da Embrapa Amazônia Ocidental utilizando marcadores moleculares do tipo RAPD.

Material e Métodos

Material vegetal

As análises foram realizadas no Laboratório de Biologia Molecular da Embrapa Amazônia Ocidental. Foram utilizados 12 acessos de cajuru mantidos na Coleção de Plantas Medicinais Aromáticas e Condimentares da Embrapa e uma espécie de ipê (*Tabebuia impetigiosa*), encontrada na área da mesma Instituição. Os acessos de cajuru foram classificados segundo o tipo, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Relação dos acessos de cajuru utilizados no estudo da diversidade genética por meio de marcadores RAPD.

Acesso	Local de coleta	Tipo
A	Rio Preto da Eva /AM	1
B	Manaquiri /AM	1
C	Goiânia/ GO	1
D	Rio Branco/ AC	1
E	Barcelos /AM	1
F	Embrapa - CPAA/AM	2
G	Propriedade do Sr. Alan	2
H	Rio Preto da Eva /AM	2
I	Belém/ PA	3
J	Belém/ PA	1
L	Belém/ PA	2
M	Belém/ PA	3

Extração do DNA

A extração do DNA de cajuru e de ipês rosa e amarelo foi efetuada utilizando o protocolo de Doyle e Doyle (1987). Em um tubo de volume total de 50 ml foram colocados 3 g de tecido de folha macerado no almofariz com o auxílio de nitrogênio líquido e depois adicionados 15 ml de tampão de extração (pré-aquecido a 65 °C

com 0,2% mercaptoetanol). As amostras foram incubadas por 30 minutos a 65 °C em banho-maria, agitadas a cada 10 minutos. Sucédidos 60 minutos, foram retiradas as amostras e deixadas por 10 minutos na bancada, para retornarem à temperatura ambiente, para então adicionar 15 mL de CIA (clorofórmio-álcool isoamílico 24:1). As amostras foram agitadas lentamente por 10 minutos e centrifugadas na macrocentrífuga por 20 minutos a 4.000 rpm em temperatura ambiente. Após essa etapa, a fase superior foi transferida para um novo tubo e adicionado 0,6 volume de isopropanol (-20° C). A mistura foi obtida por inversão dos tubos por cerca de 10 minutos, em seguida centrifugados por 30 minutos a 4.000 rpm, para descartar o sobrenadante. O precipitado foi lavado uma vez com 5 ml de etanol 70% por 10 minutos e uma vez com 5 ml de etanol 100% por 5 minutos. Em seguida, deixou-se o *pellet* secar na bancada para então suspendê-lo em 250 µl de TE contendo RNase (10 µg/ml) e incubar a 37° C por 30 minutos.

Quantificação do DNA

Foi realizada análise espectrofotométrica no aparelho GeneQuant pro RNA/DNA Calculador (Amersham Pharmacia Biotech). A razão entre as leituras espectrofotométricas a 260 e a 280 nm foi utilizada para a estimativa da pureza do DNA. Além disso, foi realizada a análise de géis de eletroforese com quatro concentrações de DNA do bacteriófago Lambda, sendo de 25 ng, 50 ng, 75 ng, 100 ng e 150 ng, como padrões e diversos volumes das soluções de DNA de cajuru e ipê. A eletroforese foi realizada em gel de agarose a 0,8%, usando o tampão TBE (1 x) e brometo de etídeo (0,5 µg/ml) para quantificação das amostras de DNA. Após a corrida, o gel foi fotografado sob iluminação UV (300 nm), e as fotografias, registradas pelo sistema de fotodocumentação da Kodak.

Amplificação do DNA

As reações de PCR foram realizadas com as alterações, em seguida foram introduzidas nas reações com 400 nM de *primers* 03/2002 e 24/2002; 2 mM de MgCl₂; 100 µM de cada dNTP. A amplificação realizou-se no termociclador (Thermo Electron Corporation PxE 0.2 Thermal Cycler). Cada ciclo se compunha de uma desnaturação de DNA a 94° C por 5 minutos, seguido de 35 ciclos de 30 segundos a 94° C (desnaturação), 45 segundos a 33° C (anelamento dos *primers*) e 45 segundos a 72° C (extensão do *primer*), finalizando com 7 minutos a 72° C, para extensão final.

Cálculo do Índice de Diversidade e Agrupamento

Os padrões de bandas obtidos foram transformados em dados binários, utilizando a codificação 0 para ausência de bandas e 1 para a presença. Os dados binários foram utilizados para o cálculo dos Índices de Diversidade de Nei & Li entre pares de plantas, e a matriz de diversidade serviu de base para gerar o agrupamento pelo método Fitch-Margoliash. Essas análises foram realizadas utilizando o aplicativo PHYLIP (versão 3.65).

Então, o *primer* 03/2002 gerou 15 bandas, todas polimórficas, com tamanhos entre 350 e 2.000 pares de bases, aproximadamente. Não houve sucesso nas amplificações utilizando outros *primers* selecionados, com exceção do *primer* 24/2002, que possibilitou a geração de apenas uma banda por indivíduo, monomórfica (resultado não apresentado).

Os índices de dissimilaridade de Nei & Li entre pares de plantas calculados a partir dos dados binários estão apresentados na Figura 2.

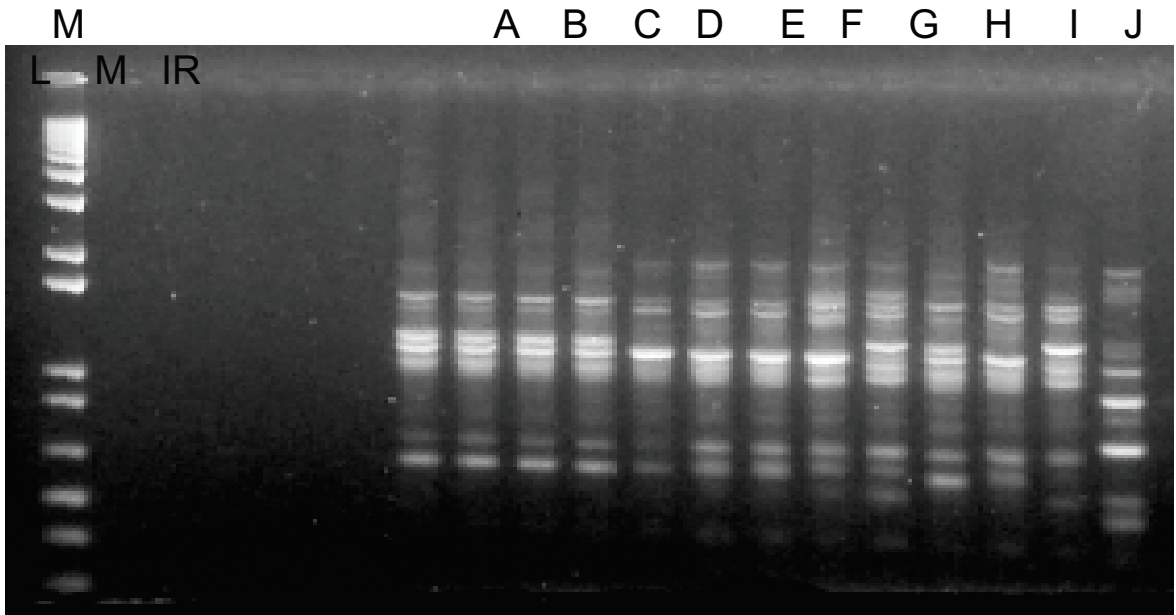


Fig. 1. Amplificação dos acessos de crajiru e uma espécie de ipê-rosa com o *primer* 03/2002. M = marcador molecular 1 kb Ladder Plus. Os códigos acima das canaletas indicam os acessos de crajiru (A a M) e a planta de ipê rosa (IR).

A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		L		M	
B	0.000000																						
C	0.000000	0.000000																					
D	0.000000	0.000000	0.000000																				
E	0.031931	0.031931	0.031931	0.031931																			
F	0.018260	0.018260	0.018260	0.018260	0.009539																		
G	0.018260	0.018260	0.018260	0.018260	0.009539	0.000000																	
H	0.040685	0.040685	0.040685	0.040685	0.033742	0.022356	0.022356																
I	0.034933	0.034933	0.034933	0.034933	0.047187	0.034933	0.034933	0.010545															
J	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.031931	0.018260	0.018260	0.040685	0.034933														
L	0.018260	0.018260	0.018260	0.018260	0.009539	0.000000	0.000000	0.022356	0.034933	0.018260													
M	0.040685	0.040685	0.040685	0.040685	0.056227	0.040685	0.040685	0.025184	0.010545	0.040685	0.040685												
IR	0.205074	0.205074	0.205074	0.197927	0.205074	0.205074	0.205074	0.110899	0.069723	0.205074	0.205074	0.081654											

Fig. 2. Índices de diversidade entre acessos de crajiru e ipê-rosa, determinados utilizando padrões de 15 bandas RAPD polimórficas.

Os maiores índices de diversidade foram encontrados entre o ipê, que foi utilizado como “out group” e os acessos de crajiru. A representação gráfica das relações entre os acessos está apresentada no agrupamento da Figura 3.

Obviamente será necessário acessar mais locos para que os resultados apresentem confiabilidade. No entanto, verifica-se que há uma tendência para que a maioria dos acessos dos tipos I e II agrupe-se conforme o tipo morfológico, e

não conforme o local de coleta. Vide, por exemplo, os clados formados pelos acessos A a D e J, de plantas do tipo I e pelos acessos F, G e L que são de plantas do tipo II embora tenha sido incluído nesse clado o acesso E que é do tipo I (Fig. 3).

No herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), criado há mais de cinco décadas, e que constitui a maior referência da biodiversidade da Amazônia, há pelo menos 30 exsicatas identificadas como *A. chica* (Tabela 3).

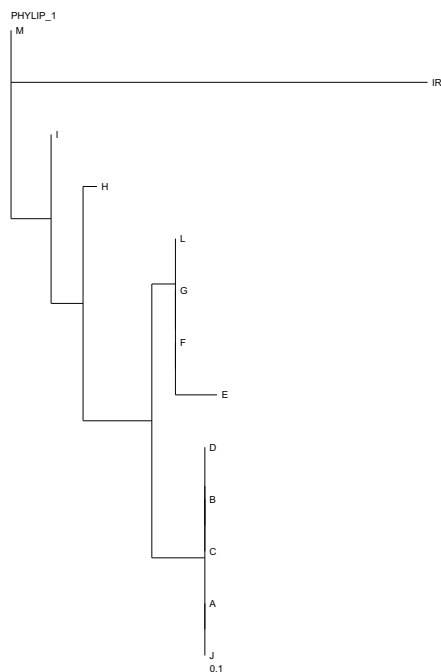


Fig. 3. Agrupamento de plantas de acessos de crajiru da Coleção de Plantas Medicinais Aromáticas e Condimentares da Embrapa da Embrapa Amazônia Ocidental. **A a M** – acessos de crajiru; **IR** – ipê-rosa.

Tabela 3. Número e algumas características das exsiccatas do acervo do herbário do Inpa que foram identificadas como *A. chica* e variedade dessa espécie.

Número da exsicata	Local de coleta	Anotações na exsicata	Observações
153.290 - A	Ilha do Careiro - Terra Nova - AM	Cipó, trifoliolada com folíolos estreitos e finos	Similar ao tipo I
37.069	Estrada Manaus-Porto Velho - RO	Trepadeira com flores lilases, sem gavinhas	-
48.911	Equador - Los Rios	Cipó, flores magenta, frutos verdes	-
48.945	Equador – Los Rios	-	-
49.558	Venezuela - Barinas	Cipó, flores magenta claras com tubo branco, frutos marrons	Similar ao tipo II
54.427	Estrada de Itacoatiara - AM	-	Similar ao tipo III
54.482	Inpa - AM	Bifolioladas, com gavinhas	-
57.129	Inpa - AM	Trifolioladas, sem gavinhas	Similar ao tipo I
80.573	Estrada Porto Velho, Km 387 - RO	Bifolioladas, com gavinhas robustas	-
95.477	Humaitá - AM	Bifolioladas, com gavinhas	-

Tabela 3. Continuação.

Número da exsicata	Local de coleta	Anotações na exsicata	Observações
105.477	Humaitá - AM	Trepadeira, folhas trifolioladas, flor lilás, anemocorica	-
106.231	Santarém - PA	Bi ou trifolioladas, com gavinhas	Similar ao tipo I
108.794	The New York Botanical Garden	Cipó, flores púrpura, trifolioladas, com gavinhas	Similar ao tipo II
109.951	-	<i>A. chica</i> var <i>cuprea</i> . com gavinhas, flores rosada escura, capoeira e escandente	Similar ao tipo II
112.898	Laranjeira do Sul - Paraná	Trepadeira, flor rosada, orla da mata	-
117.600	Cachoeira Porteira - PA	Bi ou trifolioladas, com gavinhas, frutos semelhante a legumes	-
124.792	Rio Branco - AC	Folhas trifolioladas , sem gavinhas	-
146.110	-	Cipó cultivado, bifoliolada, folhas elípticos	-
161.538	Inpa - AM	Folhas trifolioladas, sem gavinhas	Similar ao tipo I
161.538	Manaus – LBA - AM	Trifolioladas, sem gavinhas	Similar ao tipo I
161.671	Inpa - AM	Folhas trifolioladas	Similar ao tipo I
167.809	Mineração Rio do Norte,	(<i>A. candicans</i>). Cipó com folhas bi e trifolioladas	-
171.194	Estrada da Mina, Km 5 - PA Mineração Rio do Norte	Sem gavinhas, bi ou trifolioladas, flores	-
171.204	Porto Trombetas - PA	Cipó grosso, forte, flores	Similar ao tipo III
173.419	Fazenda Caraná - PA	Folhas obovadas, parecida com Fabacea	-
176.122	Distrito da Suframa - AM	-	-
199.548	Mineração Rio do Norte,	Bi ou trifolioladas, gavinhas	Similar ao tipo I
209.415	Porto Trombetas - PA Cantá - RR Beruri - AM	Bifolioladas acima de alguns nós e trifolioladas abaixo de alguns nós	Similar ao tipo III
214.794	Embrapa - AM	-	Similar ao tipo III
215.005	Tarumã- Mirim - AM	Folhas finas e alongadas, sem flores, sem gavinhas	Similar ao tipo I

Entre essas exsicatas, apenas uma está identificada até o taxon de variedade. Aquelas que apresentam folíolos e gavinhas dispostos de maneira similar aos tipos mantidos na Embrapa receberam observações na Tabela 3. No entanto, existem exsicatas com folíolos bastante diferentes daqueles três tipos, inclusive obovados. As anotações dos coletores que acompanham as exsicatas descrevem número variado de folíolos, presença e ausência de gavinhas. Entre os tipos II e III na Embrapa, essa variação também é visível e pode tratar-se de um tipo de heterofilia. No entanto, no tipo I, na Embrapa, não foram observadas gavinhas em nenhum dos ramos dos arbustos, desde os basais, mais antigos, até os apicais, e não se observaram folhas semelhantes àquelas dos tipos II e III. Uma observação interessante é que entre as exsicatas observadas no Inpa apenas naquelas semelhantes ao tipo I constavam anotações de uso medicinal.

Conclusões

Tomando todos os resultados e observações em conjunto, é possível considerar a hipótese, que precisa ser testada, de que os tipos mantidos na Coleção da Embrapa podem ser representantes de, por exemplo, variedades diferentes de *A. chica*.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq pela bolsa de iniciação científica, ao técnico do laboratório de Biologia Molecular, Jeferson Chagas da Cruz, ao pesquisador Gilvan Ferreira da Silva, a Michelly Cristo e demais estagiários do Laboratório de Biologia Molecular.

Referências

BORÉM, A.; CAIXETA, E. T. **Marcadores moleculares**. Viçosa: Editora JARD, 2006. 374 p.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. Brasília, DF: EMBRAPA-CENARGEN, 1998. 220 p.

LACERDA, D. R. et al. **A técnica de RAPD: uma ferramenta molecular em estudos de conservação de plantas**. Belo Horizonte: Editora Lundiana, 2002. v. 3, n. 2. p. 87-92.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 85 p.

MESQUITA, L. S. B.; FARIAS, A. A. Análise cromatográfica comparativa dos extratos brutos das variedades de cajiru-*Arrabidaea chica* Verlot. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS, 12., 2003, Manaus. **Anais...** Manaus: Amazon Graphic, 2003. p. 52.

OLIVEIRA, M. do S. P. **Caracterização molecular e morfo-agronômica de germoplasma de açaizeiro**. 2005. 23 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SOARES, A de O. et al. Estudo dos compostos inorgânicos presentes nas folhas de *Arrabidaea chica* Verl. em relação a sua utilização popular como antianêmico. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS, 10., 2002, Manaus. **Anais...** Manaus: Amazon Graphic, 2002.

The New York Botanical. Disponível em: <http://scisu.nybg.org:8890/searchdb/owa/wwwcatalog.search_list>. Acesso em: 23 jul. 2002.

Seção VIII – Solos

Avaliação das Características Químicas e Físicas do Solo e da Produção de Uma Pastagem de Várzea Submetida a Um Sistema de Pastejo Rotacionado no Estado do Amazonas

Geraldo Max Linhares
Rogério Perin
Gilvan Coimbra Martins

Resumo

No Estado do Amazonas, grande parte das propriedades que se dedicam a pecuária está localizada às margens dos rios. Essa pecuária, com característica predominantemente extensiva, encontra-se em franca expansão e é economicamente viável, independentemente de incentivos fiscais ou creditícios. Entretanto, a atividade é uma das principais causas de desmatamento na Amazônia, havendo necessidade de estudos geradores de tecnologias que permitam aumentar a produtividade das áreas de pecuária e assim reduzir a conversão da vegetação nativa em pastagens. Nesse sentido, propôs-se a execução deste trabalho, visando determinar as características químicas e físicas do solo, bem como a composição botânica, a disponibilidade de forragem, a taxa de acúmulo de biomassa e a produção de forragem de um sistema de produção pecuária intensiva com pastejo rotacionado estabelecido em área de várzea alta no Município do Careiro da Várzea, Estado do Amazonas. Os resultados obtidos permitiram concluir que o solo de várzea avaliado possui características químicas adequadas para a alta produção de biomassa forrageira, que a intensificação do uso da pastagem de várzea alta não implicou, até o momento, em degradação física do solo em comparação com sistema pecuário tradicional extensivo, e que a produção de forragem e a qualidade desta são adequadas para exploração com sistemas pecuários intensivos.

Termos para indexação: Careiro da Várzea, gado de corte, composição botânica.

Introdução

A criação de gado na Amazônia Brasileira começou no século XVII, nos primórdios da colonização portuguesa, quando navegantes trouxeram os primeiros animais para atender a demanda de leite e de tração animal para os colonos europeus instalados primeiramente no Estado do Pará e posteriormente ao longo da calha do Rio Amazonas. A partir de 1960, deu-se um grande incremento na colonização por imigrantes, principalmente em função de incentivos públicos oferecidos pelo Governo (VEIGA et al., 2004).

Esse processo de colonização foi mais concentrado nas margens dos rios e, assim, as áreas de várzea foram bastante afetadas com o processo de introdução das atividades agrícolas e pecuárias adotadas pelos colonos (OHLY, 2000).

No Estado do Amazonas, grande parte das propriedades que se dedicam à criação de rebanho misto também está localizada às margens dos rios e utiliza a rede hidrográfica para o escoamento da produção (LIMA FILHO e MELO, 1990). Essa pecuária, com caráter predominantemente extensivo, é razoavelmente bem adaptada às peculiaridades das várzeas e encontra-se em franca expansão, tanto pelos grandes como pelos médios e pequenos produtores, apresentando-se economicamente viável, independentemente de incentivos fiscais ou creditícios (VALENTIN, 2003).

Por outro lado, a pecuária continua sendo uma das principais causas do desmatamento na Amazônia, tendo sofrido, nos últimos vinte anos, grande pressão contra sua expansão. O processo de desenvolvimento na região amazônica resultou na conversão de 68 milhões de hectares de vegetação nativa para uso agropecuário até agosto de 2003, sendo cerca de 80% dessa área ocupados com pastagens (INPE, 2004). Entre 1990 e 2002, o rebanho bovino na Amazônia Legal

aumentou 119%, passando de 26 milhões de cabeças para 57 milhões de cabeças (IBGE, 2004). Mantidas essas tendências, a área desmatada na Amazônia Legal poderá passar de 12,4% em 2003 para 21,53% em 2020, cenário este que implicaria na conversão de 94,7 milhões de hectares adicionais de vegetação nativa. Contudo, cenários alternativos, contemplando a utilização de tecnologias, indicam que é possível reduzir o desmatamento e evitar a conversão de até 76 milhões de hectares de vegetação nativa no referido período.

Atualmente a demanda na ciência das pastagens é a busca do desenvolvimento de sistemas mais lucrativos de pastagens, mas mantendo o enfoque na agricultura sustentável e se preocupando com as pessoas envolvidas, com suas percepções, objetivos, problemas e necessidades (DEMMENT e LACA, 1993; WATERS-BAYER e BAYER, 2000).

Deve-se pensar em estabelecer sistemas de suprimento de forragem nutritiva que sejam simples e de baixo custo para diferentes condições ambientais, buscando-se os elementos necessários para uma exploração eficiente e lucrativa das distintas atividades pecuárias (MARASCHIN, 1994). Portanto, um dos principais objetivos dos sistemas de manejo da pastagem deve ser sempre a tentativa de conciliar a maximização da produção de forragem e a eficiência de utilização dessa forragem (PARSONS et al., 1988), o que implica profundo conhecimento não somente da produção vegetal, mas dos processos mecanísticos envolvidos na relação planta-animal e nos princípios de sustentabilidade. A identificação e a quantificação desses mecanismos fundamentais são críticas para o entendimento das relações que ocorrem e são a chave para entender o comportamento de sistemas complexos, sendo que a falta do seu entendimento constitui-se na maior barreira para a

produção de um modelo integrado nos sistemas de pastejo (DEMMENT e LACA, 1993). Assim, é importante a obtenção de informações que envolvam respostas das plantas e comunidades vegetais ao pastejo, aspectos de solo e comportamento animal, bem como suas inter-relações com os fatores climáticos (MARASCHIN, 1994), e, nesse sentido, propôs-se a execução deste trabalho, visando determinar as características químicas e físicas de solo de várzea em um sistema de produção pecuária intensiva, bem como determinar a composição botânica, a disponibilidade de forragem, a taxa de acúmulo de biomassa e a produção de forragem de um sistema de produção pecuária intensiva com pastejo rotacionado.

Material e Métodos

O trabalho compreendeu a avaliação do solo e da pastagem em um sistema pecuário intensivo voltado para o acabamento de bovinos de corte em área de várzea alta. O sistema consistiu de uma área de 25 hectares dividida em 5 piquetes de 5 hectares cada, instalado em uma propriedade situada no Município de Careiro da Várzea. A área, de pastagem nativa, está sendo manejada sob sistema de pastejo rotativo, composto por períodos de ocupação de 3 a 5 dias e períodos de descanso de 12 a 20 dias. Estão sendo utilizados animais de sobreano mestiços da raça Nelore, mantidos no sistema até o abate, quando então serão substituídos por outros.

Com relação à pastagem, os parâmetros avaliados foram: disponibilidade inicial de forragem; taxa de acúmulo de matéria seca; produção total de forragem; e composição botânica da pastagem.

A disponibilidade de forragem foi avaliada pelo método da dupla amostragem, mensurando 50 amostras de 0,25 m² por piquete. Destas, 15 foram cortadas, secas em estufa até peso

constante, para determinação da matéria seca, e separadas manualmente para determinação da composição botânica e das porcentagens de material morto, folhas e colmos.

Para determinação da taxa de acúmulo de forragem, foi empregado o método das gaiolas emparelhadas com a utilização de duas gaiolas, em que a forragem foi cortada a cada 21 dias e submetida à secagem em estufa até peso constante.

Foram avaliadas também as características físicas e químicas do solo. Para as análises químicas foram coletadas dez amostras até 20 cm de profundidade. Para a determinação da densidade do solo (Ds), foram coletadas dez amostras indeformadas, retiradas com cilindros a uma profundidade de 5 cm a 10 cm. A densidade de partículas (Dp) será determinada pelo método do balão volumétrico com álcool etílico e o VTP será calculado dos valores Ds e Dp, de acordo com a fórmula: $VTP (\%) = (1 - Ds/Dp) * 100$.

Para efeito de comparação, foram coletadas cinco amostras para análises físicas e cinco para análises químicas do solo de uma propriedade contígua àquela onde foi desenvolvida esta pesquisa e que utiliza um sistema de criação tradicional de caráter extensivo.

Resultados e Discussão

Características químicas e físicas do solo

Os resultados das análises químicas do solo das duas propriedades (Tabela 1) permitem caracterizá-los como eutróficos, ambos com níveis adequados de fertilidade para a exploração com pastagens de alta produtividade, não havendo diferença significativa ($P > 0,05$) em nenhum dos itens avaliados, apesar de ser possível notar tendência de maior nível de potássio no sistema intensivo que utiliza o pastoreio

rotativo em relação à propriedade contígua que pratica um sistema de criação tradicional de caráter extensivo e pastoreio (lotação) contínuo. Os valores observados são semelhantes àqueles observados por Alfaia e Falcão (1988) também nos solos de várzea alta do Município do Careiro da Várzea, com exceção dos níveis de fósforo e potássio, para os quais os autores encontraram valores de 125 mg/dm³ e 62 mg/dm³, respectivamente.

A análise das características físicas dos solos (Tabela 2) de ambas as propriedades, realizada por meio da coleta de amostras indeformadas, também demonstrou pequena diferença entre os

sistemas para as médias de densidade aparente, volume total de poros e macro e micro poros. Cravo et al. (1996) observaram em solos de várzea na região do Município de Iranduba, cultivados com culturas anuais, valores de densidade aparente de 1,47, muito semelhante às médias encontradas neste trabalho. A pequena diferença nas características físicas do solo nos dois sistemas avaliados, indica que o aumento da intensidade do uso da pastagem não tem implicado, até o momento, na degradação das suas características físicas, o que provocaria, indiretamente, perda da produtividade pelo efeito deletério sobre o crescimento radicular das plantas.

Tabela 1. Níveis de pH, matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio, soma de bases trocáveis e capacidade de troca catiônica do solo sob pastagem de várzea em dois sistemas de pastoreio.

Sistema	pH (H ₂ O)	M.O. g/kg	mg/dm ³			cmol _c /dm ³			
			P	K	Ca	Mg	Al	SB	CTC
Rotativo	5,34	25,5	65,9	126,2	7,0	1,7	0,4	9,2	9,6
Contínuo	5,83	26,2	69,0	59,0	8,9	2,0	0,2	11,3	11,5

Tabela 2. Valores de densidade do solo, valor total de poros e macro e micro poros observados em solos de pastagem de várzea submetidos a dois sistemas de pastoreio.

Sistema	Ds	VTP	Micro	Macro
Rotativo	1,45	46,54	42,97	3,57
Contínuo	1,50	44,89	42,56	2,33

utilização de adubação mineral e espécies forrageiras altamente produtivas, como as variedades de *Panicum maximum* (Massai, Mombaça, Tobiata e Vencedor) (COSTA, 2008). A produção de forragem observada é suficiente para suportar lotações superiores a quatro unidades animais por hectare durante todo o período. Da biomassa estimada, 27,5% correspondeu a lâminas foliares, 54,6% a colmos e 17,9% a material morto.

Produção de forragem

A média da biomassa instantânea de forragem, em base seca, foi estimada em 5.067 kg ha⁻¹. A taxa média de acúmulo de forragem foi de 125,3 kg ha dia⁻¹. A produção total de biomassa de forragem, estimada para o período de utilização da pastagem (240 dias) foi de 35 t ha⁻¹, superior àquelas observadas em pastagens cultivadas em terra firme com

No levantamento botânico realizado na área, foram coletadas e identificadas 16 espécies: *Galactia volubilis*, *Echinochloa spectabile*, *Scleria scabna*, *Eriocloa* ssp., *Hymenachne amplexicaulis*, *Panicum laxum*, *Eleusine indica*, *Eleusine* sp., *Brachiaria purpunacens*, *Eragrostis plana*, *Homolepis isocalicyna*, *Homolepis aturencis*, *Cynodon dactylon*, *Brachiaria subquadripata*, *Paspalum conjugatum* e *Brachiaria mutica*.

Destas, as gramíneas *Brachiaria subquadriflora* e *Brachiaria mutica* foram responsáveis por 84,9% da biomassa de forragem. A única leguminosa observada, a *Galactia volubilis*, respondeu por apenas 0,8% da forragem disponível. Em termos de qualidade da forragem, o conteúdo médio de proteína bruta observado na biomassa total foi de 9,5%, teor este adequado para sistemas de terminação de bovinos.

Conclusões

- O solo de várzea avaliado possui características químicas adequadas à alta produção de biomassa forrageira.
- A intensificação do uso da pastagem de várzea alta não implicou, até o momento, em degradação física do solo em comparação com sistema pecuário tradicional extensivo.
- A produção de forragem e a qualidade desta são adequadas para exploração com sistemas pecuários intensivos.

Agradecimentos

À Embrapa Amazônia Ocidental e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), pela oportunidade para realização do trabalho.

Referências

ALFAIA, S. S.; FALCÃO, N. de P. Estudo da dinâmica de nutrientes em solo de várzea da Ilha do Careiro no Estado do Amazonas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 18., 1988, Guarapari ES. **Resumos...** Vitória, SEAGES/EMCAPA/EMATER-ES/SBCS. 1988.

COSTA, N. de L. **Germoplasma forrageiro para a formação de pastagens.** Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. Disponível em: <<http://www.cpafrro.embrapa.br/embrapa/bases/gramineas.htm>>. Acesso em: 12 jul. 2008.

CRAVO, M. S.; DIAS, M. C.; XAVIER, J. J. B. N.; BARRETO, J. F.; MARTINS, G. C. Uso agrícola atual e potencial das várzeas do Estado do Amazonas. In: WORKSHOP SOBRE AS POTENCIALIDADES DE USO DO ECOSISTEMA DE VÁRZEAS DA AMAZÔNIA, 1996, Boa Vista. **Workshop...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1996. v. 1. p. 68-81.

DEMMENT, M. W.; LACA, E. A. The grazing ruminant: models and experimental techniques to relate sward structure and intake. In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 7., 1993, Canadá. **Proceedings...** [Canadá]: EDMOND, 1993. p. 439-460.

HARRIS, W. Defoliation as determinant of the growth, persistence and composition of pasture. In: WILSON, J. R. (Ed.). **Plant relations in pastures.** Melbourne: CSIRO, 1978. p. 67-85.

IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil - 2003.** Rio de Janeiro, 2004.

INPE. **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite** Projeto Prodes. 2004. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes>>. Acesso em: 12 jul. 2008.

LIMA FILHO, A. B.; MELO, L. A. S. **Diagnóstico da pecuária bovina do Estado do Amazonas.** Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1990. 58 p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 3).

MARASCHIN, G. E. Avaliação de forrageiras e rendimento de pastagens com o animal em pastejo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FORRAGICULTURA; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá, 1994. p. 65-98.

OHLY, J. J. Artificial pastures on Central Amazonian Foodplains. In: JUNK, W. J. et al. **The Central Amazon Foodplain: actual use and options for a sustainable management**. Leiden, 2000. p. 291-311.

PARSONS, A. J.; JOHNSON, I. R.; HARVEY, A. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation and to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation grass. **Grass and Forage Science**, v. 43, p. 49-59, 1988.

VALENTIN, J. A Bovinocultura na Amazônia perspectivas e novas tecnologias. In: SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO NA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 3., 2003, Manaus. **Seminário...** Manaus: Federação da Agricultura do Estado do Amazonas, 2003.

VEIGA, J. B. et al. **Expansão e trajetória da pecuária na Amazônia, Pará, Brasil**. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2004. 161 p.

WATERS-BAYER, A.; BAYER, W. Development-oriented socioeconomic methods in grassland and animal production research. In: MANNETJE, L.; JONES, R. M. (Ed.) **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. Wallingford, UK: CAB International, 2000. p. 403-435.

Comparação de Métodos para Determinação da Densidade do Solo das Principais Classes de Solo na Amazônia Central

Cíntia Castro Quaresma
Wenceslau Geraldtes Teixeira
Rodrigo Santana Macedo

Resumo

A densidade do solo (ρ) é um importante atributo físico deste, por fornecer indicações do estado de sua conservação. A ρ é definida como a razão entre a massa do solo e seu volume. No Brasil, os principais métodos para a determinação da ρ são: o do cilindro e o do torrão impermeabilizado. Há também um método para avaliação da ρ pouco difundido no Brasil, denominado método do torrão no querosene. O objetivo deste estudo foi comparar os valores da ρ das principais classes de solo da Amazônia Central avaliadas pelo método do cilindro (MC) de 100 cc e 300 cc e do torrão no querosene (MT). Os dados foram avaliados em amostras dos horizontes superficial (A) e subsuperficial (B e Cg) de um Latossolo Amarelo, Gleissolo Háptico e Argissolo Amarelo com horizonte A proeminente e Argissolo Amarelo com A antrópico (Terra Preta de Índio). Os resultados foram estatisticamente analisados, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey. Neste estudo, a ρ variou entre $0,86 \text{ Mg m}^{-3}$, nas áreas de Latossolo Amarelo, e $1,67 \text{ Mg m}^{-3}$, na área de Argissolo com A antrópico. Os resultados encontrados não apresentaram diferenças entre os cilindros (MC). Os valores estimados pelo método do torrão são maiores que os avaliados pelo cilindro.

Termos para indexação: cilindro volumétrico, torrão no querosene, Argissolo, Gleissolo, Latossolo Amarelo.

Introdução

A densidade do solo (ρ) pode ser definida como a relação existente entre a massa de uma amostra de solo seca a 105 °C e a soma dos volumes ocupados pelas partículas e pelos poros. A ρ também é referida como massa específica aparente, peso específico aparente, peso do volume da terra, gravidade específica aparente ou, ainda, densidade global (KIEHL, 1979). Os valores de ρ normalmente aumentam com a profundidade, pois as pressões exercidas pelas camadas superiores sobre as subjacentes provocam o fenômeno do adensamento, bem como a movimentação de material fino dos horizontes superiores para os inferiores por eluviação. Assim, solos soltos e porosos terão pesos reduzidos por unidade de volume, e os mais densos ou compactados terão valores elevados (BUCKMAN e BRADY, 1974). Os solos com elevada densidade apresentam aumento da resistência à penetração e diminuição do volume dos macroporos, o que influencia o crescimento radicular das plantas (TEIXEIRA, 2001; HOFFMAN e JUNGK, 1995). Os métodos de determinação da ρ fundamentam-se na obtenção de dois dados principais: a massa e o volume da amostra de solo. A determinação da ρ é importante por permitir estimar certas propriedades do solo, como: drenagem, porosidade, capacidade máxima para reter água (capacidade de saturação), entre outras. A comparação de métodos para determinação da ρ contribuirá para seleção do método mais factível para as diferentes condições e comparação dos resultados obtidos com diferentes metodologias.

Material e Métodos

Localização

As amostras de solo dos Argissolos e Gleissolo foram coletadas no Campo Experimental do Caldeirão, no Município

de Iranduba. As amostras de Latossolo Amarelo textura argilosa A incipiente foram coletadas no Campo Experimental da Sede da Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM - 010, Km 29.

Seleção do material

Na determinação das ρ foram utilizadas amostras dos horizontes A e B de áreas com Latossolo Amarelo textura argilosa A incipiente, sob floresta primária, Argissolo Amarelo textura média A moderado, Argissolo Amarelo textura média com horizontes A antrópico (denominado localmente de Terra Preta de Índio) em dois sistemas de uso – capoeira e cultivado –, Gleissolo Háptico siltoso, horizonte A incipiente, sistema de uso cultivado anualmente. Os métodos utilizados foram o do cilindro volumétrico, no qual as amostras foram coletadas com cilindros de 100 cm³ e 300 cm³ (EMBRAPA, 1999; BLAKE e HARTGE, 1986), e o do querosene, em que foram coletados, nos mesmos horizontes, torrões de solo para as estimativas (MATHIEU et al., 1998; GRIMALDI et al., 2003).

Procedimento experimental

Para este trabalho foram utilizados os seguintes métodos: cilindro grande (CG), com cilindros de 300 cc de volume; cilindro pequeno (CP) com volume de 100 cc; e torrão no querosene (MT). Os cilindros com amostras de solo foram pesados e colocados em estufas a 105 °C por 24 horas, sendo, então, novamente pesados. Foram selecionados cinco torrões arredondados com tamanho entre 3 cm e 5 cm de diâmetro, para análises no MT. Esse método é descrito detalhadamente por Mathieu et al. (1998) e baseia-se no princípio do empuxo, de Arquimedes.

Desenho experimental e análises estatísticas

Considerou-se um delineamento inteiramente casualizado com três fatores (classe de solo, horizonte, método de determinação da densidade). Nas análises estatísticas, foram analisados os dados somente para os efeitos nas principais classes de solo (LA, G, PVA – TPI, PVA_TM), para os horizontes A e B e para os métodos CG, CP e T. Os dados foram analisados e comparados por análise de variância e teste de médias (Tukey HSD), utilizando o programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008).

Resultados e Discussão

Neste estudo, ar variou de 0,86 Mg m⁻³ nas áreas de Latossolo Amarelo coletado na profundidade de 0 cm-5 cm até 1,67 Mg m⁻³ na área de Argissolo com A antrópico coletado na profundidade de 0 cm-10 cm (Tabela 1). Os resultados encontrados geralmente foram maiores quando obtidos no MT, nos dois horizontes, que os determinados CG e CP. Esses dados de maiores valores com os cilindros concordam com os encontrados por Varenmortel e Shields (1993) e Blake e Hartge (1986).

Tabela 1. Médias e desvio padrão das amostras. Baixos valores de desvio padrão indicam homogeneidade nos resultados obtidos. Determinações da densidade de partículas (dp) para fins de cálculo de porosidade do solo.

Classe de solo, horizonte A e sistema de uso	Horizonte e Profundidade	Densidade do solo (Mg m ⁻³) Média ± Desvio Padrão		
		Torrão	Cilindro pequeno (100 cc)	Cilindro grande (300 cc)
Argissolo A antrópico (capoeira)	A 0-10	1,57 ± 0,04	1,36 ± 0,05	1,24 ± 0,08
Argissolo (capoeira)	Bt 90-100	1,46 ± 0,04	1,36 ± 0,07	1,33 ± 0,03
Argissolo A antrópico (cultivado)	A 0-10	1,67 ± 0,02	1,35 ± 0,08	1,40 ± 0,09
Argissolo (cultivado)	Bt 130-140	1,48 ± 0,04	1,31 ± 0,03	-
Argissolo A moderado (capoeira)	A 0-10	1,54 ± 0,08	1,21 ± 0,08	1,20 ± 0,05
Argissolo (capoeira)	Bt 80-90	1,58 ± 0,05	1,46 ± 0,049	1,49 ± 0,02
Argissolo A moderado (cultivado)	A 0-10	1,57 ± 0,05	1,24 ± 0,04	1,19 ± 0,06
Argissolo (cultivado)	Bt 40-60	1,65 ± 0,09	1,32 ± 0,08	1,40 ± 0,03
Gleissolo Háptico A moderado	A 0-5	1,58 ± 0,04	1,14 ± 0,05	1,22 ± 0,03
Gleissolo Háptico	Cg 20-25	1,65 ± 0,03	1,41 ± 0,04	1,50 ± 0,03
Latossolo Amarelo A moderado	A 0-5	1,27 ± 0,49	0,86 ± 0,03	0,92 ± 0,09
Latossolo Amarelo	Bw 90-100	1,21 ± 0,05	1,01 ± 0,047	1,02 ± 0,017

Não há diferenças consideráveis quanto aos valores da ρ em relação ao tamanho do cilindro utilizado. Contudo, vale ressaltar que coletas realizadas com cilindro grande aproximam-se mais da densidade real do solo devido à maior representatividade da amostra. O volume de solo amostrado com os cilindros grandes (300 cc) equivale a aproximadamente três cilindros pequenos (~100 cc). Os reduzidos valores de desvio padrão indicam homogeneidade nos resultados obtidos. A Figura 1 apresenta um gráfico box-plot com os valores da densidade dos solos nas classes de solo e nos horizontes. Observa-se que o horizonte A apresenta maior amplitude (barras) indicando maior variabilidade da densidade na superfície do solo que nos horizontes subsuperficiais em todas as classes de solo estudadas. Os valores médios da ρ , nos horizontes B e Cg, tendem a ser superiores aos do horizonte A. Na Figura 2, observam-se os valores médios da ρ nos horizontes A e B das classes de solo estudadas. Observa-se que no MT, em todas as classes de solo, são mostrados valores superiores da ρ . A Tabela 2 apresenta a análise de variância do estudo e o efeito significativo para todos os fatores analisados (métodos, horizontes, classes

de solo). Foram feitos testes de Tukey para discriminar as diferenças entre os fatores estudados. A Tabela 2 mostra os resultados da comparação entre as médias das classes de solo. Os valores de densidade média do Latossolo Amarelo, considerando os dois horizontes analisados (A e B), foram significativamente ($p > 0,05$) menores ($1,093 \text{ Mg m}^{-3}$) que os valores de densidade do Argissolo Amarelo com horizontes antrópicos TPI ($1,442 \text{ Mg m}^{-3}$), Gleissolo Háptico ($1,462 \text{ Mg m}^{-3}$) e Argissolo Amarelo com horizontes antrópicos ($1,480 \text{ Mg m}^{-3}$) que não diferiram entre si ($p < 0,05$). Na Tabela 3, apresentam-se os resultados da comparação entre os diferentes métodos testados para estimativa dos valores da ρ . Os resultados indicam que não há diferenças significativas entre os valores de densidade estimados quando se utiliza cilindro pequeno ($1,247 \text{ Mg m}^{-3}$), cilindro grande ($1,257 \text{ Mg m}^{-3}$), entretanto os valores estimados pelo método do torrão em querosene ($1,521 \text{ Mg m}^{-3}$) são significativamente ($p < 0,001$) maiores que os dois métodos anteriores. O quadro de análise de variância indica que há diferença altamente significativa ($p < 0,001$) entre a média dos horizontes A ($1,368 \text{ Mg m}^{-3}$) dos valores das médias dos horizontes B ($1,418 \text{ Mg m}^{-3}$).

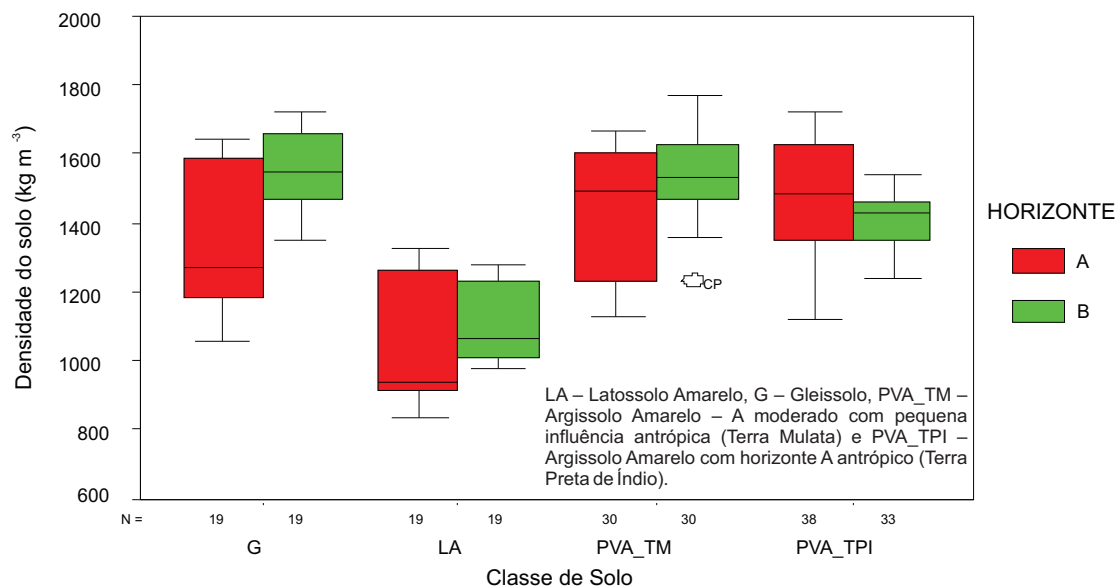
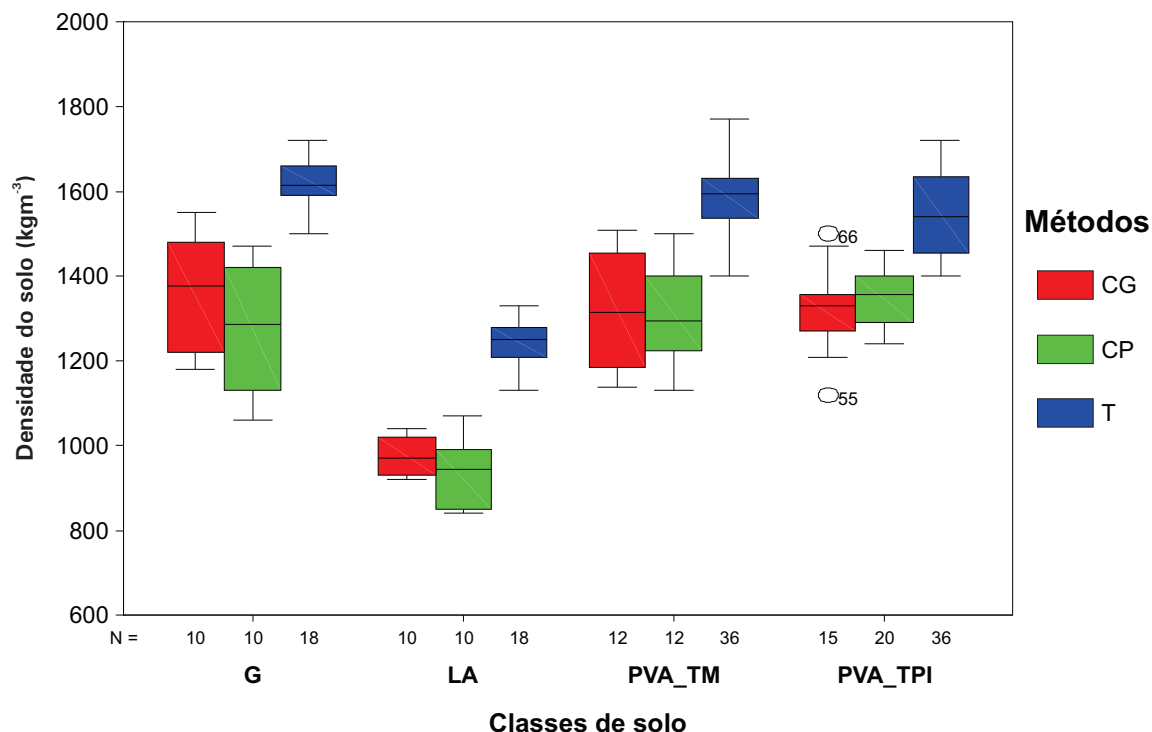


Figura 1. Valores de densidade do solo (ρ) das principais classes de solo da Amazônia Central nos horizontes superficiais (horizonte A) e subsuperficiais (horizonte B e Cg).



LA – Latossolo Amarelo, G – Gleissolo, PVA_TM – Argissolo Amarelo – A moderado com pequena influência antrópica (Terra Mulata) e PVA_TPI – Argissolo Amarelo com horizonte A antrópico (Terra Preta de Índio).

Figura 2. Valores de ρ (média dos horizontes A e B) das principais classes de solo da Amazônia Central em função de três métodos de análise (Cilindro Grande – 300 cc, Cilindro pequeno – 100 cc, e torrões).

Tabela 2. Quadro de análise de variância.

Fonte de variação	Soma de Quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	Sig.
Método	3367318	2	1683659	195.022	.000
Horizonte	110871	1	110871	12.842	.000
Classes de solo	3872851	3	1290950	149.534	.000
Erro	1726634	200	8633	-	-

Conclusões

Os valores estimados pelo método do torrão em querosene são maiores que os estimados pelos métodos do cilindro pequeno e do cilindro grande, em todas as classes de solo e em todos os horizontes estudados.

Os resultados indicam que não há diferenças significativas entre os valores de densidade estimados quando se utiliza cilindro pequeno ou cilindro grande.

Há diferenças significativas entre a média dos horizontes A ($1,368 \text{ Mg m}^{-3}$) e a média dos horizontes subsuperficiais B e Cg ($1,418 \text{ Mg m}^{-3}$).

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas, pela concessão da bolsa; à Embrapa Amazônia Ocidental, pelo incentivo à pesquisa; ao pesquisador Wenceslau Geraldes Teixeira, pela ajuda e orientação; e a todos que direta ou indiretamente ajudaram na realização deste trabalho.

Referências

BLAKE, G.R., HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A, ed. **Methods of soil analysis. Physical and mineralogical methods**. Madison: ASA, 1986. p. 363-375.

BUCKMAN, H. O.; BRADY, N. C. **Natureza e propriedade dos Solos**. Rio de Janeiro: Biblioteca Universitária Freitas Bastos, 1974. p. 69.

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1999. 212 p.

GRIMALDI, M.; SCHROTH, G.; TEIXEIRA, W. G.; HUWE, B. Soil structure. In: SCHROTH, G. e SINCLAIR, F. L. (Ed.). **Trees, crops and soil fertility: concepts and research methods**. Oxon: CABI, 2003, p.191 - 208.

HOFFMAN, C.; JUNGK, A. Growth and phosphorus supply of sugar beet as affected by soil compaction and water tension. **Plant and Soil**, v. 176, p. 16-25, 1995.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia relações solo-planta**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. p. 89-91.

MATHIEU, C; PIELTAIN, F. **Analyse physique des sols: méthodes choisies**. Paris: Technique & documentation, 1998. 275 p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2008). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

TEIXEIRA, G. W. Land use effects on soil physical and hydraulic properties of a clayey Ferralsol in the Central Amazon. **Bayreuther Bodenkundliche Berichte**, Bayreuth, v. 72, p. 1 - 255, 2001.



Amazônia Ocidental

**Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

