

# **Seminário de Pós-Graduação na Embrapa Amazônia Ocidental: Integrando Esforços para o Desenvolvimento da Amazônia**

*Cleci Dezordi*  
*Wenceslau Geraldes Teixeira*  
Editores-Técnicos





**Seminário de Pós-Graduação na  
Embrapa Amazônia Ocidental:  
Integrando Esforços para o  
Desenvolvimento da Amazônia**



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

# **Seminário de Pós-Graduação na Embrapa Amazônia Ocidental: Integrando Esforços para o Desenvolvimento da Amazônia**

*Cleci Dezordi  
Wenceslau Geraldes Teixeira*  
Editores-Técnicos

*Embrapa Amazônia Ocidental  
Manaus, AM  
2008*

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.cpa.embrapa.br

**Comitê Local de Publicações**

Presidente: *Celso Paulo de Azevedo*

Secretária: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

Membros: *Carlos Eduardo Mesquita Magalhães*

*Cheila de Lima Boijink*

*Cintia Rodrigues de Souza*

*José Ricardo Pupo Gonçalves*

*Luis Antonio Kioshi Inoue*

*Marcos Vinícius Bastos Garcia*

*Maria Augusta Abtibol Brito*

*Paula Cristina da Silva Ângelo*

*Paulo César Teixeira*

*Regina Caetano Quisen*

Revisor de texto: *Síglia Regina dos Santos Souza*

Normalização bibliográfica: *Maria Augusta Abtibol Brito*

Diagramação e arte: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

Webdesign: *Doralice Campos Castro*

1ª edição (2008): 50 CDs

**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.**

---

Seminário de Pós-Graduação na Embrapa Amazônia Ocidental (1. : 2008 : Manaus).

Integrando esforços para o desenvolvimento da Amazônia / editores Cleci Dezordi e Wenceslau Geraldes Teixeira. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2008.

124 p.

ISBN 978-85-89111-05-8

1. Pesquisa. 2. Congresso. I. Dezordi, Cleci. II. Teixeira, Wenceslau Geraldes. III. Título.

---

CDD 630.72

© Embrapa 2008

# Editores

**Cleci Dezordi**

Bolsista CNPq, Embrapa Amazônia Ocidental,  
Manaus, AM, cleci.dezordi@cpaa.embrapa.br

**Wenceslau Geraldes Teixeira**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Física e Manejo do  
Solo, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental,  
Manaus, AM, wenceslau@cpaa.embrapa.br



# Apresentação

A Embrapa Amazônia Ocidental tem contribuído para a formação e o treinamento de recursos humanos para atuação em ensino e pesquisa. Profissionais de diferentes áreas participam de projetos de pesquisa nesta Unidade, colaborando com o avanço do conhecimento e com a geração de dados e informações científicas e participando da divulgação e transferência de conhecimento e tecnologia adquiridos. Esses profissionais têm a oportunidade, entre outras, de participar da solução dos desafios das pesquisas científicas na Amazônia.

Estagiários graduados, estudantes de pós-graduação e bolsistas colaboradores de projetos científicos tiveram, durante a realização do evento "Seminário de Pós-Graduação da Embrapa Amazônia Ocidental: Integrando Conhecimento para o Desenvolvimento da Amazônia", a oportunidade de trocar experiências e apresentar os resultados de suas pesquisas. Portanto, esta publicação é resultado da dedicação, da seriedade e do compromisso desses profissionais; do Comitê de Bolsistas e Estagiários da Embrapa Amazônia Ocidental (Cibe), na organização do evento; e do Comitê Local de Publicações (CLP), na organização, na revisão e na padronização desta publicação.

*Maria do Rosário Lobato Rodrigues*  
Chefe-Geral



# Prefácio

É com grande prazer que participamos aos biólogos, zootecnistas, engenheiros agrônomos, florestais e de pesca, e demais profissionais e estudantes das áreas relacionadas com as ciências da vida e da Terra, o resultado dos trabalhos desenvolvidos por vários profissionais de nível superior na Embrapa Amazônia Ocidental.

O objetivo desta obra é publicar, de forma sistematizada e sucinta, em um só volume, resultados parciais e finais dos trabalhos de pesquisa realizados pelos estudantes de pós-graduação e por bolsistas de projetos, no ano de 2008, na Embrapa Amazônia Ocidental. Acreditamos que esse esforço servirá para resguardar o conhecimento adquirido e será fonte de informação para soluções na agricultura brasileira, com ênfase na Amazônia Ocidental.

Os artigos deste livro são resultados de pesquisa recentes nas áreas de solo, melhoramento, fitotecnia, ecotoxicologia e piscicultura, apresentados no Seminário de Pós-Graduação, no mês de julho de 2008, em Manaus, AM, sob a coordenação da Embrapa Amazônia Ocidental. Os artigos trazem informações que visam a fomentar e discutir a difusão de técnicas, as metodologias e os processos tecnológicos aplicáveis à agricultura sustentável.

**Os editores**



# Sumário

## Ecotoxicologia

- Avaliação dos Efeitos Causados ao Solo pela Presença de Hidrocarbonetos de Petróleo..... 15  
A. Lopes; M. V.B. Garcia; T. B. Garcia; M. do R. L. Rodrigues; M. T. F. Piedade
- Toxicidade Aguda e Rejeição do Fungicida Oxicloreto de Cobre para *Eisenia fetida* e *Pontoscolex corethrurus* (Oligochaeta)..... 19  
C. C. Mestrinho; M. V. T. de Brito; M. V. B. Garcia; S. H. S. Pinheiro

## Fitotecnia

- Análise de Crescimento e Marcha de Absorção de Nutrientes de Espécies Medicinais Amazônicas..... 27  
L. S. Souto; F. C. M. Chaves; J.B. Saldanha Junior; P. C. Teixeira; J.R.P. Gonçalves; W.G. Teixeira; C. Dezordi; R.R. Moraes; A.M. Pohlit; H.R. Bizzo
- Comportamento e Controle do Tripes do Guaranazeiro, *Liothrips adisi* (Thysanoptera: Phlaeothripidae)..... 33  
T. V. Senra; M. V. B. Garcia; A. M. Tavares
- Germinação de Sementes do Gênero *Elaeis* sp. sob Diferentes Substratos em Luz e Escuro..... 36  
C. Dezordi; M. Green; R. R. de Moraes; P. C. Teixeira
- Incidência e Controle de Fungos em Sementes de Dendzeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) com Diferentes Fungicidas..... 45  
M. Green; C. Dezordi; R. N. V. da Cunha; C. R. R. de Moraes; P. C. Teixeira
- Influência de Espaçamentos e Épocas de Corte na Produção de Biomassa e Teor de Óleo Essencial de Pimenta-de-Macaco (*Piper aduncum* L.), nas Condições de Manaus, AM..... 51  
A. L. da Silva; F. C. M. Chaves; R. das C. Lameira; L. S. Souto; J. P. Queiróz; H. R. Bizzo
- Sistema de Produção de Tomate em Substrato para Agricultura Familiar na Região Metropolitana de Manaus..... 55  
A. da S. Gama; H. N. Lima; J. R. P. Gonçalves; W. G. Teixeira; J. L. da S. Bentes

## Melhoramento

- Repetibilidade da Produção de Cachos, Anomalias Florais e Germinação de Pólen de Híbridos Interespecíficos entre Caiuá e Dendezeiro.....63  
G. S. Chia; R. Lopes; R. N. V. da Cunha; R. N. C. da Rocha; M. T. G. Lopes
- Sistema Reprodutivo do Tucumã-do-Amazonas (*Astrocaryum aculeatum*, Meyer)....70  
S. L. F. Ramos; M. T. G. Lopes; J. L. V. de Macêdo; D. P. Rodrigues; R. N. V. da Cunha; R. Lopes

## Piscicultura

- Avaliação da Potencialidade do Uso do Alho e do Cipó-Alho no Cultivo do Tabaqui.....79  
R. C. S. e Silva; L. A. K. A. Inoue
- Comparação da Sensibilidade de *Metil paration* entre Peixes da Amazônia e Espécies da Região Temperada.....85  
A. R. Artero; R. G. Corrêa; A. V. Waichman; M. V. B. Garcia
- Transporte de Juvenis de Matrinxã (*Brycon Amazonicus*): Uso da Zeolita e do Eugenol para Minimizar o Estresse.....89  
F. R. Brandão; L. A. K. A. Inoue; G. Moraes

## Solos

- Caracterização Morfológica de Alguns Perfis na Província Petrolífera de Urucu, Coari, AM.....95  
O. C. Encinas; W. G. Teixeira; G. C. Martins; R. S. Macedo; M. E. G. da Cruz; C. C. Quaresma
- Caracterização Pedológica de Solos com Horizonte Antrópico (Terra Preta de Índio) em Área de Várzea do Rio Solimões Amazônia Central.....99  
R. S. Macedo; W. G. Teixeira; H. N. Lima; G. C. Martins; M. E. G. da Cruz; O. C. Encinas
- Caracterização Química dos Solos sob os Aningais nas Áreas de Várzea entre os Municípios de Iranduba e Coari.....105  
M. E. G. da Cruz; W. G. Teixeira; H. N. Lima; R. S. Macedo
- Fluxos de Carbono Orgânico e de Nutrientes em Solos Antrópicos e Adjacentes sob Floresta Secundária na Amazônia Central.....110  
E. M. Oblitas; F. J. Luizão; W. G. Teixeira
- Qualidade Física de Solos com Horizonte Antrópico (Terra Preta de Índio) na Amazônia Central.....115  
A. F. Neves Junior; A. P. Silva; W. G. Teixeira; N. P. S. Falcão
- Transformando um Mapa Analógico para uma Base Digital: O Estudo do Levantamento de Solos de Áreas de Várzea do Município de Parintins, AM.....119  
A. K. da C. da Silveira; W. G. Teixeira; H. N. Lima; W. H. A. Pinto; R. S. Macedo



# **Ecotoxicologia**



# Avaliação dos Efeitos Causados ao Solo pela Presença de Hidrocarbonetos de Petróleo

A. Lopes<sup>1</sup>; M. V.B. Garcia<sup>2</sup>; T. B. Garcia<sup>2</sup>; M. do R. L. Rodrigues<sup>2</sup>; M. T. F. Piedade<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bolsista DTI II CNPq (CT-Petro), Embrapa Amazônia Ocidental; Projeto Inpa/Max-Planck (Grupo Maua), alopesmga@gmail.com ; <sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Entomologia, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, marcos.garcia@cpaa.embrapa.br; <sup>3</sup>Pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenadora do Projeto Inpa/Max-Planck (Grupo Maua), Manaus, AM, maitepp@inpa.gov.br

Apoio: Embrapa, CNPq, Rede CT-PETRO, Inpa/Max-Planck.

## Resumo

Os resíduos oriundos da indústria de petróleo, como os hidrocarbonetos de petróleo (HCPs), podem causar drásticas alterações na fauna e na flora locais. Isso porque esses compostos orgânicos são persistentes no ambiente e caracterizam-se pela bioacumulação nos organismos. Áreas contaminadas com HCPs, além de ter destruída a biota, podem tornar-se inviáveis para uso agrícola. A busca por alternativas tecnológicas para a recuperação de áreas contaminadas por petróleo cresce significativamente, pois os riscos ocorrem desde o processo de extração, transporte, refino, até o seu consumo. O conhecimento prévio das possíveis alterações ambientais permite uma avaliação mais adequada do dano ambiental causado, bem como a sugestão de técnicas de recuperação eficientes. O objetivo deste estudo é avaliar o efeito do petróleo cru da Bacia de Urucu sobre o solo de várzea, por meio de indicadores biológicos. Serão utilizados testes crônicos, agudos e de repelência sobre a fauna edáfica e testes de capacidade de germinação e rebrotamento de herbáceas nativas. O petróleo utilizado nos testes é oriundo da Província Petrolífera de Urucu (Coari, AM); as plantas e solo serão coletados em Manaus, AM. Os experimentos serão realizados na Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. Espera-se obter valores limites de padrões toxicológicos do petróleo sobre organismos aquáticos e terrestres.

**Palavras-chave:** biorremediação, resíduos de petróleo, Amazônia Central.

## Introdução

Regiões com atividades petrolíferas, como a planície de inundação (várzea) dos rios Urucu e Amazonas, estão constantemente sob o risco de acidentes (VAL; ALMEIDA-VAL, 1999). As várzeas são as regiões mais densamente povoadas da Amazônia, pois seus solos possuem quantidade de nutrientes maior que a de terra firme, o que permite a agricultura (JUNK et. al., 2000). Recentemente, essas áreas têm sido expostas a atividades antrópicas, como a extração e o transporte de substâncias potencialmente tóxicas, a exemplo do petróleo extraído de Urucu (Coari, AM).

Os poucos estudos realizados com a utilização de petróleo de Urucu mostram a alta toxicidade deste sobre as plantas aquáticas (LOPES, 2007) e sobre peixes amazônicos, nos quais a ingestão do petróleo, ou mesmo a parte solúvel em água, provocou danos respiratórios (VAL; ALMEIDA-VAL, 1999). Estudos sobre a toxicidade desse produto em organismos terrestres ainda estão em fase inicial (GARCIA et al., 2005).

A biota do solo, em regiões tropicais, representa um dos componentes mais ricos em espécies. Os organismos do solo desempenham distintas funções como: decomposição da matéria orgânica; otimização do ciclo de nutrientes; manutenção do estoque de carbono; melhoria da fertilidade do solo e atuação na degradação de poluentes do solo. Portanto, mudanças que causem impacto na biodiversidade do solo também impedirão que ocorram nele as funções importantes para o ecossistema.

Considerando a alta toxicidade desse petróleo sobre a fauna e a flora locais, ações de remoção do petróleo e recuperação das áreas devem ser planejadas de modo a minimizar seus impactos sobre o ambiente. Ensaio de biodegradação e toxicidade permitem a elaboração de um diagnóstico quanto à viabilidade da utilização dessa prática como técnica de remediação em caso de eventual derramamento de óleo e derivados na região.

Com o intuito de contribuir para maior entendimento dos efeitos do petróleo sobre o solo, o objetivo deste trabalho é avaliar, por meio de indicadores biológicos, o efeito do petróleo cru da Bacia de Urucu sobre o solo de várzea.

## Material e Métodos

As herbáceas serão coletadas com o auxílio de tesoura de poda e terçado na Ilha da Marchantaria (03°.15'S, 60°.00'W), na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. Será utilizado petróleo cru, proveniente da Base Petrolífera de Urucu, Amazonas, Brasil. Esse petróleo é considerado leve e de alta qualidade, possuindo, segundo a Petrobrás, grau API = 46,8. Os experimentos serão realizados na Casa de Vegetação da Embrapa Amazônia Ocidental.

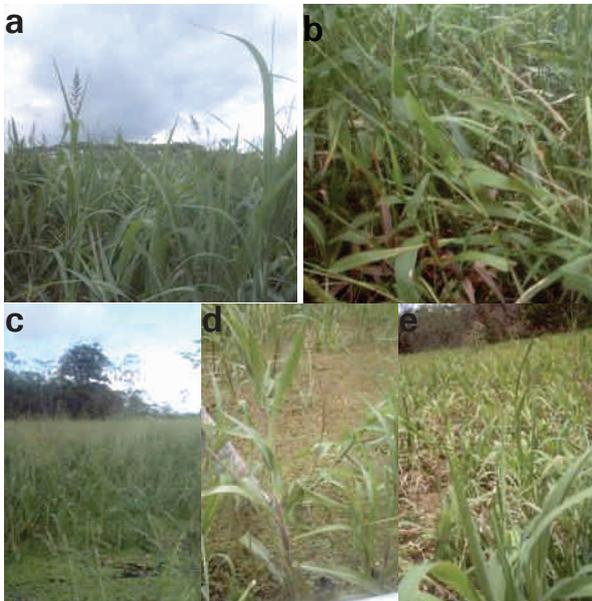
O aumento da atividade microbiana decorrente da introdução do petróleo será avaliado por meio de medições de CO<sub>2</sub> liberado em comparação com um padrão de solo sem contaminação. O efeito da adição de nutrientes ao solo também será analisado a partir de medições de respiração. As medidas de respiração e os testes de toxicidade serão desenvolvidos no laboratório de ecotoxicologia da Embrapa Amazônia Ocidental.

Para as medidas de respiração, as amostras de solo natural serão contaminadas com óleo bruto em diferentes concentrações e mantidas em incubadoras a 29°C ± 1°C. Em diferentes intervalos de tempo, alíquotas serão retiradas para medidas de respiração, a serem realizadas em Infra-red Gas Analyzer – IRGA, adaptado a um sistema com 16 câmaras para medições de emissão de CO<sub>2</sub> em amostras de solo (FÖRSTER, 2000). Após estabilização das taxas de respiração, as amostras serão novamente submetidas ao teste de toxicidade, para verificação da ausência de contaminantes em concentrações elevadas. Em outro experimento, seguindo o mesmo procedimento, será avaliada a taxa de respiração no solo após o tratamento com dez indivíduos da minhoca *Pontoscolex corethrurus* em cada recipiente. Serão efetuadas quatro repetições por tratamento.

O teste agudo (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1993) será realizado com dez indivíduos adultos de *Eisenia fetida* (minhoca vermelha-da-califórnia), os quais serão colocados em cada recipiente contendo o substrato de teste (solo natural contaminado). Após 14 dias de incubação, serão avaliadas a mortalidade e as mudanças na biomassa dos indivíduos. A umidade e o pH do substrato serão medidos no 1° e no 14° dia do teste. Serão usadas quatro repetições por tratamento.

O teste de rejeição ao substrato (STEPHENSON et al., 1998) consistirá na exposição de dez indivíduos adultos, que serão colocados em um recipiente contendo metade do substrato contaminada e metade não contaminada. Após um período de 48 horas, serão contados os indivíduos que migraram para cada parte, e o parâmetro de avaliação será a preferência por substrato. Serão usadas quatro repetições por tratamento.

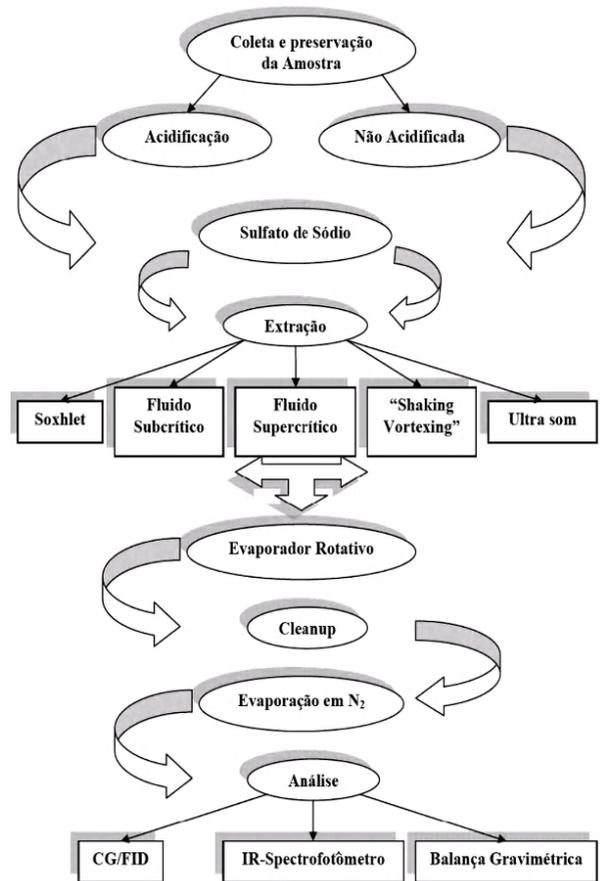
Será avaliada, também, a capacidade de germinação e o rebrotamento de herbáceas (Fig. 1) de diferentes hábitos (aquático, semi-aquático e terrestre) em substrato contaminado com petróleo cru, para verificar a possibilidade de utilização de espécies nativas para fitorremediação de áreas contaminadas com hidrocarbonetos provenientes do petróleo de Urucu.



**Fig. 1.** Espécies de herbáceas que serão utilizadas nos testes de germinação e rebrotamento: a) *Echinochloa polystachya*; b) *Hymenachne amplexicaulis*; c) *Oriza grandiglumis*; d) *Paspalum fasciculatum*; e) *Paspalum repens*.

Após todos os testes, será realizada a extração e a análise dos hidrocarbonetos

(Fig. 2) remanescentes no substrato, para posterior comparação com a quantidade inicial, a fim de estabelecer o potencial remediador de cada espécie.



**Fig. 2:** Compilação de diferentes métodos para análise de hidrocarbonetos do petróleo.

## Resultados Preliminares

O projeto está em fase inicial, porém resultados encontrados por membros da equipe de pesquisa (LOPES et al., 2005; LOPES, 2007) sugerem que plantas nativas como *Eichhornia crassipes* possuem grande potencial de utilização como mitigadoras de danos ambientais causados por hidrocarbonetos de petróleo, pois sobrevivem por um longo período de tempo (126 dias) em substrato altamente contaminado, enquanto que *Echinochloa polystachya*, nessas mesmas condições, só é

capaz de sobreviver por no máximo uma semana. Essas diferenças de sensibilidade interespecífica evidenciam que o petróleo atua de diferentes formas sobre as espécies, propiciando a seleção de espécies mais resistentes para atuar na fitorremediação.

Ensaio de toxicidade de petróleo para minhocas em solo natural de várzea (Gleissolo) mostraram que a espécie *E. fetida* tem alta sensibilidade aos solos contaminados com petróleo. A toxicidade do petróleo para minhocas foi estimada em concentração letal mediana (CL<sub>50</sub>) de 6,0 g kg<sup>-1</sup> de solo. Indivíduos de *E. fetida* apresentaram comportamento de rejeição em solos contaminados com petróleo em concentrações acima de 2g kg<sup>-1</sup> (GARCIA et al., 2005). Entretanto em testes toxicológicos com petróleo, deve ser considerada a avaliação simultânea da concentração dos HPCs totais no substrato. Novos testes, seguidos da análise de HPCs totais, serão realizados.

## Conclusões

Espera-se obter valores limites de padrões toxicológicos do petróleo sobre organismos aquáticos e terrestres.

## Referências

FÖRSTER, B. Respiration rates of soil fauna. In: HÖFER, H. et al. **Soil fauna and litter decomposition in primary and secondary forests and a mixed culture system in Amazonia**. Final report of project SHIFT ENV 52, (BMBF No. 0339675). Manaus: EMBRAPA-CPAA, 2000. p. 209-213.

GARCIA, M. V. B.; ROEMBKE, J.; GARCIA, T.; MARTINS, G.; TEIXEIRA, W. Métodos para avaliação da toxicidade de hidrocarbonetos de petróleo em solos tropicais. In: CONGRESSO INTERNACIONAL PIATAM, 1., 2005,

Manaus. **Ambiente, homem, gás e petróleo: anais**. 2005. Manaus: Universidade Federal do Amazonas: Centro de Pesquisas da Petrobrás, 2005. v. 1.

JUNK, W. J. et al. **The Central Amazon floodplain: actual use and options for a sustainable management**. Leiden: Backuys Publishers, 2000. 584 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO-11268-1: Soil-quality Effects of pollutants on earthworms (*Eisenia fetida*) Part 1: Determination of acute toxicity using artificial soil substrate**. Genebra, Switzerland, 1993.

LOPES, A. **Respostas de herbáceas aquáticas amazônicas ao petróleo cru de Urucu (Coari – AM)**. 2007. 129 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

LOPES, A.; PIEDADE, M. T. F.; ALMEIDA-VAL, V. M. F. Efeito da dosagem do petróleo de Urucu (Coari-AM) sobre a sobrevivência de *Echinochloa polystachya* (Projeto Piloto). In: CONGRESSO INTERNACIONAL PIATAM, 1., 2005, Manaus. **Ambiente, homem, gás e petróleo: anais**. 2005. Manaus: Universidade Federal do Amazonas: Centro de Pesquisas da Petrobrás, 2005. p. 113.

STEPHENSON G. L. et al. **Use of an avoidance-response test to assess the toxicity of contaminated soils to earthworms**. In: SHEPPARD, C. S. et al. **Advances in earthworm ecotoxicology**. Pensacola, USA: SETAC PRESS, 1998. p. 67-81.

VAL, A. L.; ALMEIDA-VAL, V. M. Effects of crude oil on respiratory aspects of some fish species of the Amazon. In: VAL, A. L.; ALMEIDA-VAL, V. M. F. (Ed.). **Biology of tropical fishes**. Manaus: INPA, 1999. p. 277-291.

# Toxicidade Aguda e Rejeição do Fungicida Oxicloreto de Cobre para *Eisenia fetida* e *Pontoscolex corethrurus* (Oligochaeta)

C. C. Mestrinho<sup>1</sup>; M. V. T. de Brito<sup>2</sup>; M. V. B. Garcia<sup>3</sup>; S. H. S. Pinheiro<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Agronomia Tropical - Ufam, Bolsista CNPq, Universidade Federal do Amazonas (Ufam), Manaus, AM, milamest@hotmail.com; <sup>2</sup>Graduando em Biologia, Bolsista CNPq, Ulbra, Manaus, AM, marcus.brito@cpaa.embrapa.br; <sup>3</sup>Pesquisador Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, marcos.garcia@cpaa.embrapa.br; <sup>4</sup>Graduanda em Biologia, Bolsista Fapeam, Uninorte, Manaus, AM, suzi\_nha\_hevellyn@hotmail.com

## Resumo

Os organismos do solo, sobretudo as minhocas, são essenciais para a manutenção dos processos químicos e biológicos do solo. Entretanto, as minhocas são incapazes de desempenhar essa função essencial, se expostas em solos contaminados por substâncias químicas orgânicas e inorgânicas estranhas (xenobióticos). Neste estudo, foram avaliados os efeitos do fungicida oxicloreto de cobre nos parâmetros mortalidade e rejeição ao solo contaminado de duas espécies de minhoca, *Eisenia fetida* (espécie-teste padrão) e *Pontoscolex corethrurus* (espécie nativa), como organismo indicador. Ensaios de toxicidade foram desenvolvidos com base em métodos padronizados em protocolos internacionais (OECD e ISO). Além da taxa de mortalidade, avaliou-se o efeito sobre o comportamento, i.e., a capacidade que as minhocas têm de evitar solos contaminados com esse fungicida. Os testes foram feitos em laboratório, usando solo natural coletado em várzea e em terra firme. O fungicida oxicloreto de cobre apresenta baixa toxicidade aguda para minhocas. Entretanto, os ensaios de rejeição mostraram que as minhocas evitam solos contaminados com esse fungicida, mesmo quando em baixas concentrações, o que implica provável efeito sobre a atividade desses organismos no solo.

**Palavras-chave:** ecotoxicologia, pesticidas, ambiente.

## Introdução

Com o aumento da população humana e com o rápido desenvolvimento industrial, a presença de substâncias contaminantes no ambiente vem se tornando um grave problema. Além dos impactos causados à saúde dos que produzem e dos que consomem alimentos contaminados, o uso intensivo dos agroquímicos tem provocado a formação e a deposição de grandes quantidades de resíduos, resultando em efeitos adversos sobre organismos não-alvo, bioconcentração e biomagnificação nas cadeias biológicas (MURTY, 1986).

Os fungicidas cúpricos, que são à base de um metal pesado, o cobre, quando usados sem critérios, podem se acumular no solo e causar toxicidade aos organismos nele presentes. Um exemplo disso é o oxicloreto de cobre, amplamente utilizado nas várzeas próximas de Manaus para o controle de doenças em plantas cultivadas (WAICHMAN et al., 2002).

A toxicidade do oxiclureto de cobre é normalmente baixa (THOMSON, 1978; EDWARDS; BOHLEN, 1992), entretanto ainda existem poucos estudos sobre a toxicidade dessas substâncias sobre a fauna do solo (KULA, 1994).

Tentativas têm sido elaboradas para padronizar as condições de testes, permitindo, assim, que os resultados de diferentes laboratórios possam ser comparados. Logo, alguns testes têm sido propostos para avaliar o efeito de poluentes potencialmente perigosos para as minhocas, organismos representativos da fauna do solo. Testes como o de toxicidade aguda e crônica (KOKTA, 1992; VAN GESTEL; VAN STRAALLEN, 1994), bem como os de rejeição, que é alternativa para uma rápida avaliação da toxicidade, têm sido recomendados na avaliação de solos contaminados que estejam em processo de remediação (YEARLEY et al., 1996; HUND-RINKE et al., 2003).

O objetivo deste estudo foi avaliar o risco ecotoxicológico da contaminação por oxiclureto de cobre na taxa de mortalidade e rejeição ao solo contaminado de duas espécies de minhoca, *Eisenia fetida* e *Pontoscolex corethrurus*.

## Material e Métodos

Os estudos foram desenvolvidos na Embrapa Amazônia Ocidental, localizada no Km 29 da AM-010, norte da cidade de Manaus, cujas coordenadas geográficas são 02°53'sul e 59°59'oeste.

As espécies testadas foram *E. fetida* (Oligochaeta, Lumbricidae), espécie teste-padrão, atualmente recomendada em protocolos internacionais (OECD, 1984), e *P. corethrurus* (Oligochaeta, Glossoscolecidae), abundante na Região Amazônica. Ambas foram previamente

mantidas no Laboratório de Entomologia da Embrapa.

Os testes de toxicidade foram feitos em solo natural da Região Amazônica das classes Gleissolo e Latossolo. As características físico-químicas desses solos serão determinadas.

A substância usada como ingrediente ativo (i.a.) foi o oxiclureto de cobre, cuja formulação comercial denominada Fungitol azul, do grupo químico cúprico contém 588g/kg do ingrediente ativo com equivalente a 35% de cobre metálico.

O sistema para determinação da toxicidade aguda de fungicidas foi baseado nos protocolos internacionais OECD nº207. Para *E. fetida*, foram testadas cinco concentrações (tratamentos): 175, 350, 700, 1.400 e 2.800 mg/kg de Cu para solo artificial e 100, 200, 400, 800 e 1.200 mg/kg de Cu para solo natural. Cada concentração foi testada em quatro repetições, com 10 indivíduos por repetição. Minhocas com peso superior a 300 mg foram selecionadas para o teste. Potes de vidro de 750 mL foram utilizados como recipiente-teste, onde foram pesados 590 g do solo já contaminado em cada pote. Posteriormente eram levadas para serem incubadas à temperatura de 28°C ± 2°C. E para *P. corethrurus*, as concentrações testadas foram 70, 140, 280, 560 e 1.120 mg /kg de Cu para solo natural. Cada concentração foi testada com quatro repetições, com cinco indivíduos por repetição. As minhocas com peso superior a 290 mg foram selecionadas para o teste. Potes de vidro de 1,3 L foram utilizados como recipiente-teste, onde foram pesados 500 g de solo em cada pote. Após a contaminação, foram retiradas amostras para determinação da umidade e do pH do substrato. A primeira avaliação foi feita após sete dias, para se observar mudanças na biomassa, bem como o número de

letalidades encontrado. A segunda avaliação foi feita aos 14 dias, quando o teste foi encerrado. Os ensaios de toxicidade aguda foram feitos em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (concentrações) e controle, em quatro repetições, diferenças entre o controle e tratamentos foram avaliadas através da análise de variância (Anova) e para comparação de médias foi utilizado o teste de Dunnett, a 5% de significância. Para a estimativa da concentração letal mediana ( $CL_{50}$ ), foi utilizado o método Trimmed Spearman-Kärber (HAMILTON et al., 1977). O teste de rejeição foi baseado no Draft ISO-17512 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2006). Neste, avaliou-se o efeito comportamental ao substrato contaminado, permitindo a migração entre ambos. Para *E. fetida* foram usadas cinco concentrações: 7, 14, 28, 56 e 112 mg/kg de Cu para solo artificial e natural. Cada concentração foi testada em quatro repetições. Caixas de plástico (área 11 cm x 15,5 cm, 6 cm de altura) foram preenchidas com 250 g de solo em cada metade, uma com substrato contaminado e outra com o não contaminado. Foi usada uma lâmina divisória para evitar a mistura dos substratos, em seguida a lâmina foi retirada, e dez indivíduos com peso superior a 300 mg foram colocados na região central do recipiente. Em seguida estes foram incubados por 48 horas a  $28\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , na ausência de luminosidade. Ao término da incubação, cada recipiente foi cuidadosamente examinado e as seções (controle e tratamento) separadas, onde foi registrado o número de indivíduos que migraram para o controle. A resposta de rejeição foi quantificada pela diferença entre as proporções de indivíduos em cada uma das seções, pela fórmula:  $R = [(C - T) / 10] \times 100$ ; em que (C) é o total de indivíduos observados no solo controle; (T) é o total de indivíduos observados no solo contaminado e "10" representa o número de indivíduos

por repetição. Nesses ensaios, foi utilizado o Teste t-Student para comparação das médias do número de indivíduos entre as seções. Para *P. corethrurus*, esse teste ainda será realizado.

## Resultados e Discussão

Segundo estudos de Neuhauser et al. (1985); Spurgeon et al. (1994) e Kula & Larink (1998), valores da  $CL_{50}$  para *Eisenia fetida* dependem do tipo de substrato utilizado, variando entre 100 e 1.002 mg/kg de Cu de solo. Os testes de toxicidade aguda mostraram que o fungicida oxicloreto de cobre tem baixa letalidade para minhocas. No presente estudo, a toxicidade desse fungicida para *E. fetida* foi ainda menor e considerado praticamente não tóxico, a concentração letal mediana ( $CL_{50}$ ) de oxicloreto de cobre para solo artificial foi superior a 2.800 mg /kg de Cu (Tabela 1), e para solo natural mostrou-se mais sensível, pois a  $CL_{50}$  foi estimada em 1.130 mg Cu/ kg solo (Tabela 2).

Entretanto, foi observado o efeito de redução da biomassa dos indivíduos quando expostos a concentrações subletais. Pesticidas com valores de concentração letal mediana ( $CL_{50}$ ) maiores que 1.000 mg i.a./kg são considerados não tóxicos para minhocas no campo (KOKTA, 1992). Para *P. corethrurus*, a  $CL_{50}$  foi estimada em 792 mg /kg de Cu em solo natural tipo Latossolo, para essa espécie não existem dados disponíveis na literatura sobre a sensibilidade ao cobre. Os resultados dos testes de rejeição mostraram que as minhocas *E. fetida* evitaram solos contaminados com oxicloreto de cobre mesmo quando em baixas concentrações. Para o oxicloreto de cobre, esse efeito foi menos pronunciado no solo artificial ( $EC_{50} = 97$  mg/kg de Cu), mas bastante evidente no solo natural ( $EC_{50} = 21$  mg/kg de Cu), o que demonstra maior biodisponibilidade do pesticida no substrato natural (Tabela 3).

**Tabela 1.** Toxicidade aguda e efeito na biomassa de *Eisenia fetida* exposta em solo artificial contaminado com oxicloreto de cobre.

Concentrações (mg/kg de Cu)	Biomassa (mg)	Biomassa	Peso inicial	Mortalidade	Umidade do solo	pH
	1º dia	(mg)	(%)	(%)	(%)	
<b>14º dia</b>						
(Controle)	405,2	257,5	63,5	0,0	31,5	6,8
175	403,7	253,2	62,7	0,0	32,7	6,7
350	409,8	230,8	56,3 *	2,5	32,6	6,6
700	417,1	196,8	47,2 *	2,5	31,1	6,5
1.400	409,2	178,5	43,6 *	5,0	30,0	6,3
2.800	411,7	165,1	40,1 *	10,0	32,1	6,4

\*Estatisticamente diferente do controle (Anova, Teste Dunnett,  $P < 0,01$ ).

**Tabela 2.** Toxicidade aguda e efeito na biomassa de *Eisenia fetida* exposta em solo natural contaminado com oxicloreto de cobre.

Concentrações (mg/kg de Cu)	Biomassa (mg)	Biomassa	Peso inicial	Mortalidade	Umidade do solo	pH
	1º dia	(mg)	(%)	(%)	(%)	
<b>14º dia</b>						
(Controle)	403,0	256,6	63,7	2,5	17,5	5,3
100	412,3	264,3	64,1	2,5	20,3	5,9
200	398,9	229,1	57,4 *	5,0	18,9	6,0
400	402,7	210,8	52,3 *	5,0	17,9	6,1
800	408,7	n.d.	n.d.	22,5	18,9	6,4
1.200	411,0	n.d.	N.d.	55,0	18,9	6,6

\*Estatisticamente diferente do controle (Anova, Teste Dunnett,  $P < 0,01$ ); n.d. = não determinado.

**Tabela 3.** Efeito do fungicida oxicloreto de cobre sobre o comportamento de rejeição em *Eisenia fetida*.

Substrato	CE50 (IC – 95%) mg/kg de Cu
Solo Artificial	97
Solo Natural	21

## Conclusões

Apesar da baixa toxicidade aguda para minhocas, a contaminação do solo por fungicidas como o oxicloreto de cobre pode resultar em considerável impacto ao ambiente em razão dos efeitos crônicos resultantes da bioacumulação.

O teste de rejeição é um método bastante sensível que permite avaliar o potencial tóxico de substâncias químicas para o solo. Além disso, produz informações de relevância ecológica de modo mais rápido que os testes de toxicidade aguda.

## Referências

EDWARDS, C. A.; BOHLEN, P. J. The effects of toxic chemicals on earthworms. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 125, p. 23-99, 1992.

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, 1977.

HUND-RINKE, K. et al. Avoidance test with *Eisenia fetida* as indicator for the habitat function of soils: Results of a laboratory comparison test. **Journal of Soils and Sediments**, v. 3, n. 1, p. 7-12, 2003.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Draft ISO-17512**: Soil Quality e Avoidance test for evaluating the quality of soils and the toxicity of chemicals. Test with earthworms (*Eisenia fetida*/andrei). Geneve, Switzerland, 2006.

KOKTA, C. A laboratory test on sub-lethal effects of pesticides on *Eisenia fetida*. In: GREIG-SMITH, P.W. et al. **Ecotoxicology of earthworms**. Andover: Intercept, 1992. p. 213-216.

KULA, C. A prolonged laboratory test on sublethal effects of pesticides on *Eisenia fetida*. In: DONKER, M. H.; EIJSACKERS, H.; HEIMBACH, F. **Ecotoxicology of soil organisms**. Boca Raton: Lewis, 1994. p. 257-262.

KULA, H.; LARINK, O. Tests on the earthworms *Eisenia fetida* and *Aporrectodea caliginosa*. In LOKKE, H. C.; VAN GESTEL, C. A. M. (Ed.). **Handbook of soil invertebrate toxicity tests**. New York: Wiley, 1998. p. 95-112.

MURTY, A. S. **Toxicity of pesticide to fish**. Boca Raton: CRC Press, 1986. v. 1. p. 192.

NEUHAUSER, E. F. et al. Toxicity of metals to the earthworm *Eisenia fetida*. **Biology and Fertility of Soils**, 1985.

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

SPURGEON, D. J.; HOPKIN, S. P.; JONES, D. T. Effects of cadmium, copper, lead and zinc on growth, reproduction and survival of the earthworm *Eisenia fetida* (Savigny): Assessing the environmental impact of point-source metal contamination in terrestrial ecosystems. **Environmental Pollution**, v. 84, p. 123-130, 1994.

THOMSON, W. T. **Agricultural chemicals**. Fresno: Thomson, 1978. 236 p. (Book IV, Fungicides).

VAN GESTEL, C. A. M.; VAN STRAALLEN, N. M. Ecotoxicological test methods using terrestrial invertebrates. In: DONKER, M. H.; EIJSACKERS, H.; HEIMBACH, F. **Ecotoxicology of soil organisms**. Lewis: Boca Raton, 1994. p. 205-228.

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.

YEARLEY, R. B.; LAZORCHAK, J. M.; GAST, L. C. The potential of an earthworm avoidance test for evaluation of hazardous waste sites. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 15, p. 1532-1537, 1996.



# Fitotecnia



# Análise de Crescimento e Marcha de Absorção de Nutrientes de Espécies Medicinais Amazônicas

L. S. Souto<sup>1</sup>; F. C. M. Chaves<sup>2</sup>; J.B. Saldanha Junior<sup>3</sup>; P. C. Teixeira<sup>2</sup>; J.R.P. Gonçalves<sup>2</sup>; W.G. Teixeira<sup>2</sup>; C. Dezordi<sup>4</sup>; R.R. Morais<sup>2</sup>; A.M. Pohlit<sup>5</sup>; H.R. Bizzo<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro agrônomo, D.Sc., bolsista DCR/CNPq/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM; <sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, celio.chaves@cpaa.embrapa.br; <sup>3</sup>Engenheiro agrônomo, B.Sc., bolsista AT/B, Fapeam/CNPq/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM; <sup>4</sup>Engenheira agrônoma, D.Sc., bolsista SET-A/CNPq/Embrapa Amazônia Ocidental; <sup>5</sup>Químico, D.Sc., Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM; <sup>6</sup>Químico, D.Sc., Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

## Resumo

O uso de plantas medicinais tem sido impulsionado devido à crescente demanda da indústria de fitoterápicos e fitocosméticos. O conhecimento da absorção e da acumulação de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da planta, identificando as épocas em que os nutrientes são exigidos em maiores quantidades, é fundamental no manejo da adubação. Sacaca (*Croton cajucara*) e cajiru (*Arrabidaea chica*) são espécies medicinais utilizadas pela população amazônica. Poucos estudos sobre adubação e nutrição de espécies medicinais foram realizados no Brasil. O objetivo deste trabalho foi estudar a análise de crescimento e a marcha de absorção nessas duas espécies. O experimento constituiu-se de delineamento experimental em blocos casualizados, com coletas a intervalos de 60 dias, e três repetições. Para cajiru e sacaca, a primeira colheita foi realizada aos 30 dias após o transplantio (DAT). Após cada época de coleta, as plantas foram divididas em raiz, caule e folha, determinando-se a quantidade de matéria seca e os teores de macro e micronutrientes. A partir desses valores, foram calculadas as quantidades de nutrientes acumuladas no cajiru e na sacaca. As seguintes variáveis foram determinadas: massa fresca e seca da parte aérea e raiz, altura de plantas, área foliar específica (AFE), razão de massa foliar (RMF), razão de área foliar (RAF), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL), relação parte aérea/raiz (MSPA/MSR). O crescimento máximo alcançado pelo cajiru deu-se aos 90 dias (89,0 cm) após o transplantio (DAT), e o da sacaca, aos 90 DAT, foi de 77,9 cm. A matéria seca das folhas (g planta<sup>-1</sup>) de cajiru, avaliada aos 90 DAT, atingiu 31,2 g planta<sup>-1</sup>. Para a sacaca, o acúmulo máximo de matéria seca de folhas deu-se também aos 90 DAT, com 29,9 g planta<sup>-1</sup>. No entanto, o cajiru acumulou mais matéria seca do que a sacaca, ao longo do crescimento da planta. As variáveis área foliar específica (AFE), razão de massa foliar (RMF), razão de área foliar (RAF) e relação matéria seca da parte aérea/matéria seca da raiz (MSPA/MSR) apresentaram diminuição da primeira coleta (30 DAT – cajiru e 30 DAT – sacaca) até a última coleta (90 DAT – cajiru e 90 DAT – sacaca) para as espécies estudadas. A acumulação total de macronutrientes para a cultura do cajiru apresentou a seguinte ordem decrescente: N > K > Ca > Mg > S > P, para coletas aos 30 e 60 DAT. Para a cultura da sacaca, a acumulação total de macronutrientes seguiu esta ordem decrescente: N > Ca > K > Mg > P > S nas coletas realizadas aos 30 e 60 DAT. De maneira geral, o acúmulo total de micronutrientes apresentou a seguinte ordem decrescente: Mn > B > Zn > Cu.

**Palavras-chave:** *Croton cajucara* Benth., *Arrabidaea chica* Verlot., nutrição mineral, fisiologia.

## Introdução

A Amazônia é um dos maiores ecossistemas de floresta tropical e a maior reserva de plantas aromáticas e medicinais do mundo. Muitas plantas medicinais nativas ou introduzidas na região estão sendo estudadas química e farmacologicamente, sem levar em conta aspectos agrônômicos que podem aliviar a pressão extrativista desorganizada, assim como a falta de controle sobre a matéria-prima, o que dificulta a padronização do produto. O cultivo permite o controle de qualidade do produto, um dos alicerces do setor industrial. Esse setor se ressentem com esses problemas, pois a matéria-prima, ao chegar à indústria com a qualidade comprometida, implica em perdas significativas, principalmente no setor de bioativos.

As espécies medicinais, assim como os demais vegetais, são dependentes dos fatores bióticos e abióticos, sendo necessário, portanto, compreender as respostas das espécies a tais condições. E isso é mais evidente nessas espécies, pois o que interessa são os compostos naturais ou princípios ativos, provenientes do metabolismo secundário. Esses compostos são influenciados durante o desenvolvimento ontogenético, tipo de solo, adubação, capacidade de absorção de nutrientes, entre outros.

A sacaca (*C. cajucara*) é uma espécie nativa muito usada pela população amazônica, com propriedades relacionadas ao emagrecimento, à redução do colesterol e é indicada para doenças do fígado. Apontada como sucedânea do pau-rosa (*A. rosaeodora*), a sacaca possui folhas com óleo essencial. Diferentemente do pau-rosa em que o óleo essencial está na madeira, levando-o ao risco de extinção da espécie, é possível fazer até três cortes anuais para obtenção de folhas de sacaca.

O crajiru (*A. chica*), conhecido também como pariri, é outra espécie medicinal usada pela população. É uma espécie comprovadamente possuidora de ação cicatrizante, anti-inflamatória e antianêmica que vem sendo utilizada em formulações fitocosméticas (protetor solar). Portanto, o conhecimento das exigências nutricionais e de crescimento em espécies medicinais nativas amazônicas, relacionando-os com o rendimento de óleo essencial e extratos, representa importante passo no desenvolvimento de sistemas de cultivo dessas espécies, visando à qualidade da matéria-prima.

A marcha de absorção é o estudo da estreita relação existente entre a quantidade de nutrientes, o acúmulo de matéria seca e a idade da planta, permitindo identificar: 1) quantidade de nutrientes necessários para a produção; 2) época de maior exigência de cada nutriente; 3) local onde cada nutriente se encontra em maior quantidade; 4) quanto é exportado pela colheita e o quanto será necessário repor (retornar ao solo para não empobrecê-lo).

De acordo com Magalhães (1979), a análise de crescimento é um método que descreve as condições morfo-fisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, entre duas amostragens sucessivas, e se propõe a acompanhar a dinâmica da produção fotossintética, avaliada por meio do acúmulo de matéria seca. Benincasa (1988) define da mesma forma a análise de crescimento e acrescenta que a acumulação de material resultante da fotossíntese líquida passa a ser o aspecto fisiológico para tal análise, sendo a fotossíntese líquida definida como a diferença entre a bruta, que é aquela resultante da atividade direta dos cloroplastos, e o que é consumido pela respiração.

A análise de crescimento representa o primeiro passo na análise de produção primária, sendo o elo entre o simples registro da produtividade vegetal e o estudo desta por métodos fisiológicos. Essa técnica pode ser usada para investigar a adaptação ecológica de culturas a novos ambientes, a competição entre espécies, os efeitos de manejo e tratamentos culturais e a identificação da capacidade produtiva de diferentes genótipos (KVET et al., 1971).

Apesar da complexidade que envolve o crescimento das espécies vegetais, essa técnica ainda é o meio mais acessível e bastante preciso para avaliar o crescimento e inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal.

O presente estudo teve o objetivo de avaliar o comportamento fisiológico de crescimento, a exigência nutricional e a marcha de absorção de nutrientes em duas

espécies medicinais amazônicas (sacaca – *C. cajucara* e cajúru – *A. chica*) a fim de se obter subsídios aos estudos de calibração de adubação, buscando aumentar a eficiência na aplicação de fertilizantes, assim como relacionar essas variáveis com o teor e o rendimento de óleo essencial (sacaca) e extratos (cajúru).

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido em condições de casa de vegetação, localizado no Setor de Plantas Medicinais e Olericultura da Embrapa Amazônia Ocidental, em Manaus, AM. O solo utilizado é classificado como Latossolo Amarelo distrófico álico, textura muito argilosa (EMBRAPA, 1999), coletado na camada de 0 cm-20 cm de profundidade (após raspagem/limpeza), em área de floresta natural. Suas principais características químicas, determinadas antes da instalação do experimento, conforme Embrapa (1999), encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Análise química do solo coletado antes da instalação do experimento na profundidade de 0 cm-20 cm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, 2007.

PH	M.O.	P	K	H + Al	Ca	Mg	SB	CTC	V
H <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>		cmolc dm <sup>-3</sup>					%
4,22	32,63	1	16	6,70	0,13	0,09	0,27	6,97	3,87
	Fe	Zn		Mn	Cu				
	mg dm <sup>-3</sup>								
	13	0,45		2,08	0,36				

O experimento constituiu-se de um delineamento experimental em blocos casualizados, com coletas a intervalos de 30 dias, e três repetições, sendo cada repetição constituída de três plantas. As plantas foram cultivadas em vasos com 15 litros de solo, cuja saturação por bases foi corrigida com calcário dolomítico para 60%. Foram fornecidos também os seguintes nutrientes,

em mg kg<sup>-1</sup>: 200 N, 200 P, 200 K, 45 S, 0,82 B, 4 Zn, 3,66 Mn, 1,55 Fe, 1,39 Cu e 0,20 Mo. Para cajúru e sacaca, a primeira colheita foi realizada aos 30 dias após o transplante (DAT). Após cada época de coleta, as plantas foram divididas em raiz, caule e folha, determinando-se a quantidade de matéria seca e os teores de macro e micronutrientes. A partir desses valores,

foram calculadas as quantidades de nutrientes acumuladas no cajuira e na sacaca. Determinaram-se as seguintes características: massa fresca e seca da parte aérea e da raiz, altura de plantas, área foliar específica (AFE), razão de massa foliar (RMF) (REDFORD, 1967), razão de área foliar (RAF) (BRIGGS et al., 1920a), taxa de crescimento relativo (TCR) (BENINCASA, 1988), taxa assimilatória líquida (TAL), relação parte aérea/raiz (MSPA/MSR).

## Resultados

O crescimento máximo alcançado pelo cajuira (89,00 cm) deu-se aos 90 dias após o transplante (DAT); a sacaca apresentou, aos 90 DAT, 77,9 cm (Tabela 2). A matéria seca das folhas (g planta<sup>-1</sup>) de cajuira, avaliada aos 90 DAT, atingiu 31,2 g planta<sup>-1</sup> (Tabela 2). Para a sacaca, o acúmulo máximo de matéria seca de folhas deu-se também aos 90 DAT com 29,9 g planta<sup>-1</sup>. No entanto, o cajuira acumulou mais matéria seca que a sacaca, ao longo do desenvolvimento da planta. As variáveis da área foliar específica (AFE), razão de massa foliar (RMF), razão de área foliar (RAF) e

relação matéria seca da parte aérea/matéria seca da raiz (MSPA/MSR) apresentaram diminuição da primeira coleta (30 DAT – cajuira e 30 DAT – sacaca) até a última coleta (90 DAT – cajuira e 90 DAT – sacaca) para as espécies estudadas (Tabela 3). Nas Tabelas 4 e 5, verificou-se que a ação da fertilização química no acúmulo de nutrientes foi mais acentuada aos 60 dias após o transplante para o cajuira e a sacaca, respectivamente. Dentre os nutrientes analisados para ambas as espécies estudadas, o nitrogênio e o potássio foram absorvidos em maiores quantidades, e os valores praticamente apresentaram respostas semelhantes durante as épocas avaliadas. O cálcio foi o terceiro elemento mais absorvido, e o magnésio, o enxofre e o fósforo constituíram-se nos elementos menos retirados pelas plantas. Quanto aos micronutrientes, o manganês e o boro foram retirados em maiores quantidades pelas plantas, tanto para o cajuira como para a sacaca em função das épocas de avaliação, seguidos dos elementos zinco e cobre em quantidade absorvida (Tabelas 4 e 5).

**Tabela 2.** Altura de plantas (cm), matéria seca de folhas, caule e raiz de cajuira e sacaca (g planta<sup>-1</sup>) em função de épocas de avaliação. Manaus, AM, 2008. Média de três repetições.

Variáveis	Cajuira			Sacaca		
	Colheitas (DAT)					
	30	60	90	30	60	90
	cm					
Altura	18,66	42,91	89,00	19,71	43,58	77,91
	g planta <sup>-1</sup>					
Matéria seca						
Folhas	3,04	15,86	31,20	2,58	7,23	29,94
Caule	5,74	19,18	39,67	1,41	5,70	30,38
Raízes	2,05	9,27	26,17	1,47	5,00	43,75
<b>Total</b>	<b>10,83</b>	<b>44,31</b>	<b>97,04</b>	<b>5,46</b>	<b>17,93</b>	<b>104,08</b>

DAT = Dias após o transplante.

**Tabela 3.** Área foliar específica (AFE), em  $\text{dm}^2$ , razão de massa foliar (RMF), razão de área foliar (RAF), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL) e relação parte aérea/raiz (MSPA/MSR) de cajuru e sacaca em função de épocas de avaliação. Manaus, AM, 2008. Média de três repetições.

Variáveis	Cajuru			Sacaca		
	Colheitas (DAT)					
	30	60	90	30	60	90
AF ( $\text{dm}^2$ )	7,89	29,57	50,21	7,39	18,78	54,34
AFE ( $\text{dm}^2$ )	26,04	18,64	16,09	28,59	25,95	18,14
RMF ( $\text{m}^2 \text{kg}^{-1}$ )	0,28	0,36	0,32	0,47	0,40	0,28
RAF ( $\text{m}^2 \text{kg}^{-1}$ )	7,29	6,67	5,17	13,51	10,47	5,22
MSPA/MSR	4,27	3,77	2,70	2,70	2,58	1,37

DAT = Dias após o transplântio.

**Tabela 4.** Extração de nutrientes pela cultura de cajuru em função de épocas de avaliação. Manaus, AM, 2008. Média de três repetições.

Coleta	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn
	mg planta <sup>-1</sup>									
30 DAT	234,0	14,2	93,2	49,8	31,9	19,1	0,32	0,07	0,4	0,2
60 DAT	818,5	42,2	471,5	377,2	206,9	64,1	1,40	0,38	3,5	0,9

DAT = Dias após o transplântio.

**Tabela 5.** Extração de nutrientes pela cultura de sacaca em função de épocas de avaliação. Manaus, AM, 2008. Média de três repetições.

Coleta	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn
	mg planta <sup>-1</sup>									
30 DAT	160,0	13,5	122,0	76,3	30,8	16,4	0,24	0,03	2,5	0,2
60 DAT	287,0	36,2	190,5	196,6	94,8	29,4	0,70	0,11	2,9	0,3

DAT = Dias após o transplântio.

## Conclusões

Os valores de altura de plantas, matéria seca de plantas, área foliar específica (AFE), razão de massa foliar (RMF), razão de área foliar (RAF), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL) e relação parte aérea/raiz (MSPA/MSR) foram influenciados em função das épocas avaliadas.

A acumulação total de macronutrientes para a cultura do cajuru apresentou a seguinte ordem decrescente:  $N > K > Ca > Mg > S > P$  para coletas aos 30 e 60 DAT. Para a cultura da sacaca, a acumulação total de macronutrientes seguiu ordem decrescente:  $N > Ca > K > Mg > P > S$  nas coletas realizadas aos 30 e 60 DAT. No geral, o acúmulo total de micronutrientes apresentou a seguinte ordem decrescente:  $Mn > B > Zn > Cu$ .

## Referências

BENINCASA, M.M.P. *Análise de crescimento de plantas: noções básicas*. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42 p.

BRIGGS, G.E., KIDD, F., WEST, C. A quantitative analysis of plant growth. Part.I. *Ann. Appl. Biol.*, v.7, n.1, p. 102-23, 1920a.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

KVET, J., ONDOCK, J.P., NECAS, J., JAVIS, P.G. Methods of growth analysis. In: SESTAK, Z., CATSKY, J., JARVIS, P.G. (Ed.). *Plant photosynthetic production: manual of methods*. The Hague: W. Junk, 1971. P.343-91.

MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa de crescimento. In: FERRI, M.G. *Fisiologia Vegetal*. São Paulo, EPU/EDUSP, 1979, p. 331-50.

REDFORD, P.J. Growth analysis formulae-their use and abuse. *Crop. Sci.*, v.7, n.3, p.171-5, 1967.

# Comportamento e Controle de Tripes do Guaranazeiro, *Liothrips adisi* (Thysanoptera: Phlaeothripidae)

T. V. Senra<sup>1</sup>; M. V. B. Garcia<sup>2</sup>; A. M. Tavares<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bolsista Finep, tathy750@hotmail.com (apresentadora do trabalho); <sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, marcos.garcia@cpaa.embrapa.br, adauto.tavares@cpaa.embrapa.br

## Resumo

O trabalho com tripes do guaranazeiro, *Liothrips adisi*, será efetuado em plantas submetidas ao manejo preconizado pela Embrapa Amazônia Ocidental e realizado na área experimental da Unidade e no laboratório de entomologia, situados à Rodovia AM-010, Km 29, Manaus, AM. Serão observados a dinâmica populacional e o estágio da fase adulta do inseto, testados métodos de monitoramento da espécie em guaranazeiro. Ensaios de toxicidade de inseticidas sintéticos e naturais serão realizados no decorrer do trabalho.

**Palavras-chave:** fitossanidade, guaraná, pragas, controle.

## Introdução

A cultura do guaraná vem assumindo importância cada vez maior no cenário econômico e social do País, especialmente na Região Amazônica. A importância econômica é evidenciada pelo crescimento da demanda de sementes pelas indústrias de bebidas, para atender o promissor mercado de refrigerantes, em nível nacional e internacional, considerando, também, as outras formas de utilização. Além disso, o aumento do consumo e o preço atrativo do produto, em qualquer forma de utilização, estimulam os pequenos produtores regionais a expandir suas áreas de plantio e incentivam a expansão da cultura a outros estados.

O guaranazeiro representa fonte de renda para inúmeros produtores rurais da Região Amazônica, sendo indiscutível sua importância socioeconômica. Fatores relacionados à fitossanidade têm interferido na produtividade, e alguns destes têm limitado a exploração comercial de guaranazais.

Dentre os insetos que convivem com o guaranazeiro, somente o tripe, *L. adisi*, assume a classificação de praga primária dessa cultura. Os danos econômicos provocados pelas altas populações são representativos e requerem soluções para o seu controle.

Informações bioecológicas desse inseto, objeto em parte da presente proposta, são desconhecidas e imprescindíveis para a identificação de parâmetros de interesse econômico da população (Nível de Dano Econômico – NDE e correspondente Nível de Controle – NC) e subsequente composição de estratégias de controle.

Vários são os artrópodos que visitam o guaranazeiro, no entanto somente uma espécie é prejudicial a essa planta. Esses são conhecidos como tripes ou lacerdinha, *L. adisi*, e são os insetos que freqüentemente têm causado danos econômicos à exploração da cultura no

Estado do Amazonas. Os tripes do guaranzeiro são insetos de coloração negra na fase adulta; quando jovens, são menores, alaranjados ou avermelhados. São insetos pequenos, com 2,3 milímetros de comprimento (adultos), que vivem e se alimentam das folhas novas, causando deformações e alterando o desenvolvimento destas.

No início do período seco, o inseto se multiplica rapidamente e permanece na cultura durante a floração e a frutificação. Estes se alojam nas inflorescências, podendo causar secamento, e também atacam os frutos novos, comprometendo o seu desenvolvimento (GARCIA, 1998).

Neste projeto, pretende-se estudar aspectos da bioecologia de *L. adisi*, incluindo a dinâmica populacional, bem como o desenvolvimento de metodologias de monitoramento da população. Além disso, serão testados métodos de controle utilizando-se inseticidas naturais e sintéticos.

## Material e Métodos

Os experimentos serão desenvolvidos no laboratório de entomologia e na área experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, situados à Rodovia AM-010, Km 29, Manaus, AM.

Para o estudo da dinâmica populacional, serão coletados, a cada dez dias, durante um ano, tripes da espécie *L. adisi* (ninfas e adultos) de guaranzeiros estabelecidos em áreas experimentais da Embrapa. Serão preparadas oito parcelas amostrais, acondicionadas em sacos plásticos e enviadas ao laboratório, para contagem. Serão obtidos dados climatológicos da estação local de todo o período de observação, para avaliação de correlações entre a estimativa da população/parâmetros

climáticos. Quanto ao estudo do monitoramento populacional, serão testadas armadilhas para coleta de adultos (4/ha), constituídas de armadilhas adesivas de cor azul, armadilhas adesivas de cor amarela e armadilhas de plástico brancas com água (bandeja). Os tratamentos serão submetidos a testes de contraste entre si, entre suas médias ou medianas (dependendo da distribuição de probabilidade dos dados), e comparados aos dados obtidos na mesma época no experimento de dinâmica populacional.

Para a caracterização, serão coletados indivíduos adultos de tripes em guaranzeiro de plantios que não recebem tratamento químico para seu controle. Serão criados em laboratório, em câmara climatizada, utilizando-se placas de petri forradas com papel de filtro, sob folhas jovens de guaranzeiro. Estas serão trocadas a cada três dias. Os insetos serão verificados diariamente em sua mortalidade, e a umidade do papel de filtro será mantida. Para o estudo de toxicidade de inseticidas sintéticos e naturais, serão testados, em laboratório e campo, inseticidas sintéticos e naturais. Será utilizado o número de dez árvores para cada tratamento como unidades de observação. Será feita a contagem dos tripes em três ramos de cada planta e a comparação com os números observados das plantas do tratamento controle.

## Resultados e Discussão

Resultados preliminares do uso de armadilhas adesivas mostraram que esse método não foi eficiente na captura de tripes. O número de capturas de indivíduos de *L. adisi* não foi significativo se comparado aos resultados descritos na literatura para outras espécies de tripes. Tommasini & Maini (2003) confirmam que testes efetuados com os mesmos tipos de cartões adesivos (tamanho e cor) não foram efetivos para a

captura de *Frankliniella occidentalis* e *Thrips tabaci* para o objetivo de sua utilização como método de monitoramento em campo, sendo as amostras de flores a mais indicada, confirmando assim ineficiência dessas armadilhas para os mesmos propósitos observados em *L. adisi*.

Armadilhas adesivas de diferentes cores, para monitoramento de tripes e até seu controle em certas situações (casa de vegetação), é prática comum. Registros de Lewis (1959) indicaram que *Thaeniothrips vulgatissimus* (Halliday), *T. atratus* (Halliday), *Thrips major* Uzel, *T. fuscipennis* Halliday e *Ahelothrips tenuicornis* Bagnall foram fortemente atraídos por armadilhas adesivas de cor branca, não sendo efetivas para essas espécies as armadilhas de cor verde e também de cor preta. Por sua vez, Wilde (1962) cita que adultos de *Taeniothrips* sp. foram significativamente atraídos em número por armadilhas brancas em contraste às de cor amarela. Apesar da baixa eficiência dos cartões adesivos de cores azul e amarela, testes serão repetidos em campo utilizando outros tipos e cores de armadilhas para captura de tripes.

## Conclusão

Diferentes métodos de controle e monitoramento populacional de tripes do guaranazeiro necessitam ser avaliados quanto a eficiência e viabilidade.

## Referências

GARCIA, M. V. B. **Tripos**: praga do guaranazeiro. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. 1998. 1 folder.

LEWIS, T. A comparison of water traps, cylindrical sticky traps, and suction traps for sampling thysanopteran populations at different levels. **Entomology Explied Applied**, v. 2 p. 204-215. 1959.

TOMMASINI, M. G.; MAINI, S. **Thrips control on protected sweet pepper crops: enhancement by means of Orius laevigatus releases**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THYSANOPTERA, 7., 2003. **248 Thrips and tospoviruses: proceedings**. [s.l.]. p. 249-256.

WILDE, W.H.A., 1962. A note on colour preference of some Homoptera and Thysanoptera in British Columbia. **Can. Entomol.**, 94, 107.

# Germinação de Sementes do Gênero *Elaeis* sp. sob Diferentes Substratos em Luz e Escuro

C. Dezordi<sup>1</sup>; M. Green<sup>2</sup>; R. R. de Moraes<sup>3</sup>, P. C. Teixeira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bolsista CNPq, Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, clecidezordi@hotmail.com; <sup>2</sup>Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Amazonas (Ufam), <sup>3</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, paulo.teixeira@cpaa.embrapa.br

Apoio: Embrapa Amazônia Ocidental, CNPq

## Resumo

O dendezeiro pertence à família das palmáceas e ao gênero *Elaeis*, este possui duas espécies de interesse comercial para dendeicultura: caiaué (*Elaeis oleifera* (H.B.K.) Cortez) e dendê (*Elaeis guineensis*, Jacq.). São propagados por sementes, semi-recalcitrantes, que, em condições naturais, apresentam dormência e baixa porcentagem de germinação, além de esta ser desuniforme e demorada. Este estudo objetivou verificar o efeito de diferentes substratos e da luz na germinação de sementes e no desenvolvimento das plântulas em três diferentes espécies de dendezeiro. As sementes foram acondicionadas em caixas do tipo gerbox, sobre os substratos areia ou vermiculita, e como controle foram colocadas dentro de sacos de poliestireno, sem substrato. Foram distribuídos casualmente todos os tratamentos no interior de incubadoras, tipo BODs e/ou germinadores modelo MA 403 (MARCONI), sob temperatura controlada de 30 °C ( $\pm 1$  °C), com fotoperíodo de oito horas de luz e 16 horas de escuro ou escuro em tempo integral. Os resultados de máximo percentual de germinação de sementes de *E. guineensis* foi de 57,5%, híbrido (OxG) foi de 32,5%, e para *E. oleifera* foi de 13,7%. O substrato influenciou o IVG das sementes de *E. guineensis* apresentando maior velocidade de germinação no interior de sacos de poliestireno, sem substrato. As sementes de dendezeiro, quando germinadas a 30 °C, comportaram-se como fotoblásticas negativas. De modo geral, os substratos testados nesse trabalho influenciaram sensivelmente a germinação de sementes de dendezeiro, sugerindo a existência de diferentes necessidades de germinação entre as espécies estudadas. É provável que a capacidade de retenção de água de cada substrato, aliada às características intrínsecas que regulam o fluxo de água para as sementes, possa ter influenciado nos resultados.

**Palavras-chave:** substratos, palma, propagação, água na semente.

## Introdução

O reflorestamento de grandes áreas torna-se cada dia mais necessário, em consequência da baixa reposição, da extinção de grandes populações de espécies florestais e da crescente demanda por produtos e subprodutos (PINTO et al., 2004). Nesse contexto, apresenta-se a dendeicultura como alternativa viável para sanar tais necessidades.

A dendeicultura oferece amplas possibilidades de aproveitamento, tais como: produtos já comerciais, que são o óleo de palma e o óleo de palmiste, ambos provenientes dos frutos; possibilidade de o dendezeiro ser cultivado em áreas desmatadas na Região Amazônica,

contribuindo para a recuperação desses locais; conversão para gerar créditos de carbono para o Brasil e também como alternativa sustentável de renda para as populações locais, uma vez que o óleo pode ser utilizado na fabricação de biodiesel.

O dendezeiro pertence à família das palmáceas e ao gênero *Elaeis*. De acordo com Surre e Ziller (1969), o gênero *Elaeis* possui duas espécies de interesse comercial para dendeicultura: o caiaué, cujo nome científico é *Elaeis oleifera* (H.B.K.) Cortez, e o dendê, cientificamente denominado de *Elaeis guineensis*, Jacq. São propagadas por sementes, que, em condições naturais, apresentam porcentagem de germinação muito baixa e demorada; podem ocorrer germinações de um mesmo lote ao longo de quatro anos, dependendo do ambiente em que as sementes se encontram (VARGAS, 1996).

Com ajuda do melhoramento genético, são realizados cruzamentos intra-específicos (polinização cruzada) entre plantas dos tipos: Dura e Pisífera, objetivando obter híbridos interespecíficos tipo Tenera, pertencentes à espécie *Elaeis guineensis* Jacq. Estes, por sua vez, apresentam características agrônômicas superiores em produtividade, arquitetura das plantas, resistência a doenças, entre outras.

Esses cruzamentos também são propagados por sementes que morfologicamente apresentam endocarpo com espessura variável entre dois e quatro milímetros e forma ovóide, com comprimento variando de 2 a 5 centímetros e pesando de 3 a 30 gramas. Geralmente, as sementes são mais parecidas com aquelas produzidas pela espécie *E. guineensis* do que com as de *E. oleifera*.

No entanto, a germinação das sementes oriundas de cruzamentos é muito baixa. No

Brasil, obtém-se em torno de 30% de germinação, mesmo após serem submetidas a tratamentos de quebra de dormência (VIEGAS; MULLER, 2000). A falta de sementes selecionadas, com altos índices de germinação e vigor, é tida como um problema para o desenvolvimento da cultura do dendezeiro no País. Por isso são necessários maiores estudos sobre técnicas apropriadas para avaliação de germinação e vigor dessas sementes, principalmente para aquelas de maior produtividade, como os híbridos interespecíficos.

Um dos aspectos que necessitam de melhor esclarecimento diz respeito à qualidade fisiológica das sementes, haja vista que estão sujeitas a uma série de mudanças degenerativas de origem bioquímica, fisiológica, sanitária e física após a maturação, todas associadas à redução do vigor (ALIZAGA et al., 1990).

Em alguns países já se comercializa esse material, e no Brasil, apesar dessa atividade ainda ser muito restrita, existe grande potencial de expansão. Os principais fornecedores de sementes são a Embrapa Amazônia Ocidental, no Amazonas, e a Ceplac, na Bahia. Esses estão entregando as sementes aquecidas ou germinadas, com comprimento variando de dois a cinco centímetros e pesando de 3 a 30 gramas.

No Brasil, a germinação das sementes de dendezeiro é realizada após 80 dias de aquecimento, para quebra de dormência, possuindo 23% – 25% de umidade das sementes e com a utilização de sacos de polietileno transparentes, hermeticamente fechados, contendo volume de ar no mínimo igual ao volume de sementes sob temperatura em torno de 25°C – 27°C. Esse processo pode demorar até dois meses.

Na Colômbia, Vargas (1996) recomenda a germinação das sementes de *E. guineensis* e do híbrido interespecífico com 28% a 30% de umidade, e de *E. oleifera* com umidade entre 23% a 25%, dentro de sacos de polietileno acomodados em local bem aerado, com temperatura média de 27 °C.

Na Malásia, a germinação de sementes de dendezeiro é realizada com umidade de 22% nas sementes e dentro de sacos de polietileno com tamanho de 30 cm por 40 cm.

De acordo com as regras para análise de sementes (REGRAS..., 1992), além da luz, da temperatura, da umidade e do oxigênio, o substrato tem fundamental importância nos resultados do teste de germinação. Existe grande variação na resposta das sementes florestais quanto à luminosidade; a germinação de algumas espécies é inibida pela luz, enquanto em outras a germinação é estimulada; algumas germinam com extensa exposição à luz, outras com breve exposição e, ainda, existem aquelas que se apresentam indiferentes à luminosidade, outras germinam somente no escuro; outras necessitam de fotoperíodo diário, longo ou curto. A luz é, portanto, um importante fator controlador da germinação durante a maturação da semente (NASSIF et al., 1998).

As sementes germinam quando as condições para o crescimento são favoráveis e quando elas não apresentam nenhum tipo de dormência. A primeira exigência para a germinação é a água. Segundo Floriano (2004), o substrato de germinação tem influência sobre a disponibilidade de água, de gases, de nutrientes e age sobre a temperatura. Na escolha do material para o substrato de germinação se deve levar em consideração o tamanho das sementes, sua exigência em umidade, sensibilidade ou não à luz e, ainda,

a facilidade que este oferece para o desenvolvimento das plântulas (FANTI & PEREZ, 1999). Os principais substratos comumente utilizados na germinação de sementes de espécies arbóreas são: areia, papel e solo (REGRAS..., 1992).

A temperatura age influenciando o percentual de germinação das sementes de diferentes espécies (LABOURIAU, 1983). Cada espécie apresenta diferentes faixas de temperatura dentro das quais suas sementes podem germinar e, dessa forma, possuem um mínimo e um máximo de temperaturas, denominadas cardeais e uma temperatura intermediária determinada ótima na qual há um máximo de germinação em menor período de tempo (MALAVASI, 1998).

Segundo Lorenzi et al. (1996), para a germinação de várias espécies de palmeira são consideradas favoráveis as temperaturas entre 24 °C e 28 °C, com umidade relativa do ar de aproximadamente 70%. Já Broschat (1994) constatou que muitas sementes de palmeira germinaram melhor na faixa de 30°C a 35°C.

De acordo com Takaki (2001), a percepção da qualidade da luz pelas plantas ocorre por meio do fitocromo A, que corresponde a uma classe de pigmentos constituída de cinco formas distintas, e o fitocromo B, responsável pela indução da germinação de sementes.

Os conhecimentos de como os fatores ambientais influenciam a germinação das sementes são de extrema importância. Assim, eles poderão ser controlados e manipulados de forma a aperfeiçoar a porcentagem, a velocidade e a uniformidade de germinação, resultando na produção de mudas mais vigorosas para plantio e minimização dos gastos.

No entanto, especificamente para germinação de sementes de dendezeiro, ainda não há definição de recomendações oficiais, nas Regras de Análise de Sementes (RAS), quanto aos requerimentos de tipo de substrato, temperatura, umidade, fotoblasticidade e procedimentos de superação de dormência.

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a germinação de sementes de três espécies de dendezeiro sob diferentes substratos e ofertas de regime de luz.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado nas dependências da Embrapa Amazônia Ocidental, no Estado do Amazonas, Brasil. Foram utilizadas sementes de três espécies de dendezeiro: dendê (*E. guineensis*), caiaué (*E. oleifera*) e híbrido (cruzamentos de Dura x Písfera), as quais foram obtidas de frutos coletados no Campo Experimental de Dendê do Rio Urubu (Ceru), que se encontra a 2°30' de latitude sul e 59°25' de longitude, no Município de Rio Preto da Eva, a 140 quilômetros de Manaus, AM.

A obtenção das sementes dos frutos de dendezeiro foi realizada por meio de despoldamento em centrífuga, sob água corrente. As sementes foram armazenadas em sacos de algodão por 60 dias, em ambiente com temperatura controlada a 20°C ( $\pm 3^\circ\text{C}$ ). Após esse período, as sementes foram selecionadas manualmente, descartando-se aquelas eventualmente injuriadas ou deformadas.

Em seguida, foram submetidas ao processo de superação de dormência, o qual consiste em hidratar as sementes até 17% – 19% de umidade e colocar dentro de sacos de polietileno transparentes, hermeticamente

fechados, contendo volume de ar no mínimo igual ao volume de sementes, sob temperatura em torno de 39 °C, durante 80 dias.

Foram retiradas três amostras de 20 sementes cada uma, para determinar o teor de água. Empregou-se o método da estufa a 105 °C ( $\pm 3^\circ\text{C}$ ), por 24 horas (REGRAS..., 1992). O teor de água das sementes foi de 18,9% para *E. guineensis*, 19,9% para híbrido (OxG) e 22,1% para *E. Oleifera*.

Os lotes de semente foram novamente hidratados por imersão em água, durante cinco dias, e retirados da água, secos à sombra até que apresentassem coloração opaca, em seguida foram utilizados no experimento.

Para o teste de germinação, utilizaram-se germinadores com fotoperíodo de 8 horas de luz e 16 horas de escuro. A determinação dos efeitos dos substratos e da luz na germinação de sementes e no desenvolvimento das plântulas das diferentes espécies de dendezeiro foi feita distribuindo-se casualmente todos os tratamentos no interior de incubadoras, tipo BODs e/ou germinadores modelo MA 403 (MARCONI), sob temperatura controlada de 30°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ).

Como recipientes, utilizaram-se sacos de poliestireno e caixas de acrílico transparente com tampa, tipo gerbox, com as seguintes dimensões: 11 cm x 11 cm x 3 cm. Foram colocados substratos de areia e/ou vermiculita, esterilizados, com volume de 240 g de areia e 110 g de vermiculita em cada gerbox e umedecidos com água destilada e esterilizada, volume igual a 2,5 vezes a massa de cada substrato (REGRAS..., 1992).

Dentro de cada recipiente e sobre cada substrato, foram colocadas as sementes de cada espécie de dendezeiro, 20 sementes por gerbox ou saco de poliestireno com quatro repetições.

Sobre substrato, as sementes foram dispostas com a região do opérculo voltada para baixo e enterradas até a sua metade no substrato, conforme Iossi et al. (2003). Os substratos foram umedecidos, semanalmente, com volume de água destilada igual a 2,5 vezes a sua massa para garantir que se mantivessem suficientemente úmidos até o final do teste.

O tratamento controle foi realizado acondicionando as sementes em sacos de poliestireno sem substrato, com volume de ar no mínimo igual ao de sementes, que é o procedimento usual para germinação de sementes de dendezeiro na Embrapa Amazônia Ocidental.

Os tratamentos sob luz branca foram realizados utilizando-se duas lâmpadas fluorescentes do tipo "luz do dia" (4W x 20W), com irradiância na lateral dos recipientes de  $15 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Os tratamentos de fotoperíodo foram: 16 horas de luz com 8 horas de escuro e 24 horas de escuro. Quatro repetições de 20 sementes foram utilizadas para cada tratamento, por espécie de dendezeiro.

Para simular ausência de luz, os gerbox e os sacos de poliestireno foram envolvidos em papel alumínio, para vedar totalmente a passagem desta.

As sementes foram consideradas germinadas ao apresentarem uma protrusão inicial da raiz primária com comprimento mínimo de 1 mm (REGRAS..., 1992). Nos tratamentos que envolveram ausência de luz, as avaliações foram feitas em câmara escura, sob luz verde de segurança

(AMARAL-BAROLI & TAKAKI, 2001). As avaliações do número de sementes germinadas foram realizadas a cada sete dias, anotando-se o número de plântulas normais, anormais e mortas (REGRAS..., 1992). O monitoramento dos experimentos foi encerrado após 56 dias, quando as porcentagens de germinação se tornaram constantes por um período de sete dias.

Foram avaliados o efeito da luminosidade e dos substratos (areia, vermiculita e plástico) na germinação, com resultado expresso em porcentagem de sementes germinadas, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (REGRAS..., 1992).

Como forma de quantificar a cinética de germinação, calculou-se o IVG (Índice de Velocidade de Germinação), quando foi contado a cada sete dias e contabilizado o número de sementes germinadas concomitantemente ao teste de germinação. Com a avaliação buscou-se relacionar o número de diásporos germinados por unidade de tempo, quanto maior o IVG, maior a velocidade de germinação, o que permite inferir que mais vigoroso é o lote de sementes.

As plântulas normais de cada tratamento foram divididas em raiz e parte aérea, descartando-se as estruturas remanescentes das sementes. Esse material foi colocado em estufa a  $60^\circ\text{C}$  até o momento em que houve estabilidade no peso da matéria seca. Em seguida, o material foi pesado e, então, calculou-se o peso da biomassa seca da raiz e da parte aérea de cada plântula, dividindo-se o peso encontrado pelo número de plântulas normais postas para secar. O peso da biomassa foi expresso em g/plântula.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, constituído de esquema fatorial  $3 \times 3 \times 2 \times 4$ , ou seja, três espécies (dendê, caiaué e híbrido), três substratos,

dois regimes de luz e quatro repetições de 20 sementes. O BOD foi considerado um bloco com quatro prateleiras, uma vez que cada prateleira continha uma repetição de cada um dos tratamentos.

Na análise estatística, os dados foram submetidos à análise de variância, em esquema fatorial, no delineamento em blocos casualizados, comparando-se as

médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, quando houver significância pelo teste F (STEEL e TORRIE, 1980).

## Resultados e Discussão

Os resultados referentes à germinação de sementes de três espécies de dendezeiro sob diferentes substratos encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Percentual de germinação (%), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca total (MST) e índice de velocidade de germinação (IVG) de diferentes espécies de dendezeiro, acondicionadas em substratos e condições de luminosidade distintas, n = 4.

Espécies	Germinação (%)					
	Areia		Plástico		Vermiculita	
	Luz	Escuro	Luz	Escuro	Luz	Escuro
<i>E. oleifera</i>	B 1,25 Aa	B 0,00 Aa	C 10,00 Aa	B 13,75 Aa	A 0,00 Aa	A 0,00 Aa
<i>E. guineensis</i>	A 35,00 Aa	A 28,75 Ab	A 48,75 Aa	A 57,50 Aa	A 2,50 Ab	A 1,25 Ac
Híbrido	B 11,25 Ab	B 1,25 Ab	B 32,50 Aa	B 26,25 Aa	A 0,00 Ab	A 0,00 Ab
Espécies	Matéria seca da raiz (MSR)					
	Areia		Plástico		Vermiculita	
	Luz	Escuro	Luz	Escuro	Luz	Escuro
<i>E. oleifera</i>	B 0,006 Aa	B 0,000 Aa	A 0,006 Aa	B 0,011 Aa	A 0,000 Aa	A 0,000 Aa
<i>E. guineensis</i>	A 0,656 Aa	A 0,419 Ba	A 0,086 Bb	A 0,475 Aa	A 0,014 Ab	A 0,013 Ab
Híbrido	B 0,106 Aa	B 0,000 Aa	A 0,103 Aa	B 0,112 Aa	A 0,000 Aa	A 0,000 Aa
Espécies	Matéria seca da parte aérea (MSPA)					
	Areia		Plástico		Vermiculita	
	Luz	Escuro	Luz	Escuro	Luz	Escuro
<i>E. oleifera</i>	B 0,005 Aa	B 0,000 Aa	A 0,005 Aa	B 0,002 Aa	A 0,000 Aa	A 0,000 Aa
<i>E. guineensis</i>	A 0,891 Aa	A 0,640 Ba	A 0,083 Bb	A 0,312 Ab	A 0,014 Ab	A 0,035 Ac
Híbrido	B 0,203 Aa	B 0,021 Aa	A 0,070 Aa	AB 0,141 Aa	A 0,000 Aa	A 0,000 Aa
Espécies	Matéria seca total (MST)					
	Areia		Plástico		Vermiculita	
	Luz	Escuro	Luz	Escuro	Luz	Escuro
<i>E. oleifera</i>	B 0,012 Aa	B 0,000 Aa	A 0,011 Aa	B 0,013 Aa	A 0,000 Aa	A 0,000 Aa
<i>E. guineensis</i>	A 1,548 Aa	A 1,059 Ba	A 1,169 Bb	A 0,787 Aa	A 0,029 Ab	A 0,049 Ab
Híbrido	B 0,310 Aa	B 0,021 Ba	A 0,173 Aa	B 0,253 Aa	A 0,000 Aa	A 0,000 Aa
Espécies	Índice de velocidade de germinação (IVG)					
	Areia		Plástico		Vermiculita	
	Luz	Escuro	Luz	Escuro	Luz	Escuro
<i>E. oleifera</i>	B 0,00 Aa	B 0,00 Aa	C 0,06 Aa	B 0,07 Aa	A 0,00 Aa	A 0,00 Aa
<i>E. guineensis</i>	A 0,70 Ab	A 0,51 Ab	A 0,95 Ba	A 1,33 Aa	A 0,01 Ac	A 0,01 Ac
Híbrido	B 0,15 Aab	B 0,01 Aa	B 0,30 Aa	B 0,22 Aa	A 0,00 Ab	A 0,00 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula à esquerda na coluna e maiúsculas e minúsculas à direita na linha, para espécies, luminosidade e substratos, respectivamente, não diferem pelo teste Tukey (P 0,05).

As sementes de *E. guineensis* germinaram mais que as de *E. oleifera* e híbrido (OxG). Quanto à germinação (%G), houve diferença significativa entre os substratos testados, sendo que a vermiculita foi estatisticamente inferior aos demais tratamentos.

Dos substratos avaliados para as sementes das três espécies de dendezeiro, a areia e o plástico apresentaram mais germinação que a vermiculita, mesmo sem diferir estatisticamente. Esse fato foi ocasionado, provavelmente, pela maior capacidade de retenção de água no substrato vermiculita causando excesso de umidade nas sementes e inibição da germinação. O substrato areia apresenta a vantagem de drenar a água, ficando a parte superior ressecada. Esse resultado reforça o de Barbosa et al. (1985), que comentam em seus trabalhos que fatores como aeração, estrutura, capacidade de retenção de água, entre outros, podem variar de um substrato para outro, favorecendo ou prejudicando a germinação das sementes.

O máximo percentual de germinação de sementes de híbrido (OxG) foi de 32,5%, (Tabela 1). Quanto ao efeito do substrato sobre IVG das sementes de *E. guineensis*, notou-se que apresentaram melhor desempenho dentro de sacos de poliestireno, independente do regime de luz, do que na areia ou vermiculita. Já as demais espécies não apresentaram diferenças significativas na expressão do vigor das sementes.

Nos resultados apresentados na Tabela 1, nota-se que as sementes de híbrido (OxG) germinaram melhor dentro de sacos de poliestireno do que no substrato areia ou vermiculita. E germinaram mais que *E. oleifera* e menos que *E. guineensis* dentro de sacos de poliestireno, independente do regime de luminosidade. Porém, no escuro, germinou menos que dendê e mais que

caiaué. *E. oleifera* foi a espécie que menos germinou nos diferentes substratos e regimes de luminosidade.

De modo geral, os substratos testados nesse trabalho influenciaram sensivelmente a germinação de sementes de dendezeiro, sugerindo a existência de diferentes necessidades de germinação entre as espécies estudadas. É provável que a capacidade de retenção de água de cada substrato, aliada às características intrínsecas que regulam o fluxo de água para as sementes, possa ter influenciado os resultados. Pois, segundo Rosa & Ohashi (1999), essa grande variação de resultados da influência do substrato sobre a germinação de sementes de espécies arbóreas depende sobretudo das necessidades que cada espécie apresenta em termos de umidade e aeração.

Das três espécies estudadas, *E. guineensis* foi a que apresentou maior percentual de germinação, acúmulo de matéria seca e IVG. Estas apresentaram maior germinação no interior de sacos de poliestireno no escuro, no entanto, sem diferir estatisticamente daqueles com oferta de luminosidade ou no substrato areia.

Embora não haja diferenças significativas entre os tratamentos, quanto ao parâmetro germinabilidade, observa-se, na Tabela 1, que o acúmulo de matéria seca (MSR; MSPA; MST) das plântulas de *E. guineensis* foi maior no escuro do que com oferta de fotoperíodo (luz e escuro), quando no interior de sacos de poliestireno; porém, no substrato areia, as plântulas apresentaram maior matéria seca quando houve disponibilidade de luz sem, no entanto, interferir no IVG. Esse fato não ocorreu para as sementes das espécies híbridas (OxG) e caiaué.

Esse fato permite acreditar que a luz não é importante para haver germinação, porém as sementes, depois de germinadas, se mantidas sobre substrato de areia, deverão permanecer no escuro, para prolongar o período entre a germinação, a comercialização e o plantio. No entanto, se mantidas dentro de sacos de plástico, é interessante manter a umidade e a luminosidade constante, para um menor crescimento.

## Conclusões

Os substratos utilizados influenciaram a germinação de sementes de dendezeiro.

As sementes de híbrido (OxG) apresentaram maior percentagem de germinação acondicionadas no interior de sacos de plástico sem substrato do que sobre substratos de areia e vermiculita.

A presença de luz não é um fator limitante para a germinação de sementes de dendezeiro quando a 30°C.

## Recomendações

Fatores como umidade de armazenamento das sementes durante a germinação merecem ser melhor estudados nas condições amazônicas.

## Referências

ALIZAGA, R. L. et al. Avaliação de testes de vigor em sementes de feijão e suas relações com a emergência em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 44-58, 1990.

AMARAL-BAROLI, A.; TAKAKI, M. Phytochrome controls achene germination in *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) by very low fluency response. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 44, p. 212-124, 2001.

BARBOSA, J. M. et al. Influência do substrato, da temperatura e do armazenamento sobre germinação de sementes de quatro espécies nativas. **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 10, p. 46-54, 1985.

BROSCHAT, T. K. Palm seed propagation. **Acta Horticulturae**, v.360, 1994, p. 141-147.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. Influência do substrato e do envelhecimento acelerado na germinação de olho-de-dragão (*Adenanthera pavonina* L. Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 2, n. 2, p. 135-141, 1999.

FLORIANO, E. P. **Germinação e dormência de sementes florestais**. Santa Rosa, 2004. 19 p. (Caderno Didático, n. 1).

IOSSI, E. et al. Efeito de substratos e temperaturas na germinação de sementes de tamareira-anã (*Phoenix roebelenii* O'Brien). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 2, p. 63-69, 2003.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington, D.C.: OEA, 1983. 174 p.

LORENZI, H. **Palmeiras do Brasil: exóticas e nativas**. Nova Odessa: Editora Plantarum, p.1-20, 1996.

MALAVASI, M. M. Germinação de sementes. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. (Coord.). **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 1998. p. 25-39.

NASSIF, S. M. L.; VIEIRA, I. G.; FERNANDES, G. D. **Fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação de sementes**. Piracicaba: IPEF, 1998. (Informativo Sementes IPEF, abril, 1998). Disponível em: <<http://www.ipef.br/sementes/>>. Acesso em: 07 ago. 2004.

PINTO, A. M.; INOUE, M. T.; NOGUEIRA, A. C. Conservação e vigor de sementes de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, n. 2, p. 233-236, 2004.

REGRAS para análise de sementes. Brasília, DF: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, Departamento Nacional de Defesa Vegetal, Coordenação de Laboratório Vegetal, 1992. 365 p.

ROSA, L. S.; OHASHI, S. T. Influência do substrato e do grau de maturação dos frutos sobre a germinação do pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). **Revista de Ciências Agrárias**, n. 31, p. 49-55, 1999.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics**. New York : McGraw-Hill, 1980. 633 p.

SURRE, C.; ZILLER, R. **La palmera de aceite**. Barcelona: Blume, 1969. 243 p.

TAKAKI, M. New proposal of classification of seeds base don forms of phytochrome instead of photoblastism. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Brasília, v. 13, p. 103-107, 2001.

VARGAS, P. F. **Memórias-Primer Curso Internacional de Palma de Aceite**. Santafé de Bogotá D.C.: Cenipalma, 1996. p. 55-68.

VIEGAS, I. J.; MULLER, A. A. (Ed.). **A cultura do dendezeiro na Amazônia Brasileira**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. 374 p.

# Incidência e Controle de Fungos em Sementes de Dendzeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) com Diferentes Fungicidas

M. Green<sup>1</sup>; C. Dezordi<sup>2</sup>; R. N. V. da Cunha<sup>3</sup>; R. R. de Moraes<sup>3</sup>; P. C. Teixeira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Amazonas (Ufam), Bolsista Fapeam, marcia.green@cpaa.embrapa.br (apresentadora do trabalho); <sup>2</sup>Doutora em Agronomia; <sup>3</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM. Apoio: Embrapa Amazônia Ocidental, CNPq.

## Resumo

Este trabalho teve como objetivos verificar a incidência de fungos em sementes de dendzeiro e avaliar a eficiência de diversos produtos com ação fungicida por meio do tratamento de sementes. Foram realizadas análises sanitárias em sementes, com e sem tratamento fungicida, utilizando a metodologia "Blotter test". Testaram-se 14 diferentes tratamentos de sementes com os produtos fitossanitários (g ou mL p.c. /100 kg de sementes): carboxin + thiram (300); thiram + thiabendazole (300+200); captan (750); thiabendazole (200); tiofanato metílico + carbendazim (70 + 150); fludioxonil (200); carbendazim + thiram (200); tiofanato metílico (70); thiram + benomil + mancozeb (1 + 50 + 100); carbendazim (100); fludioxonil + difeconazole (100 + 150); fludioxonil + metalaxil-m (100 + 100); difeconazole (100); hipoclorito de sódio (2,5% i.a.) e controle. Os resultados mostraram incidência dos gêneros *Fusarium* sp.; *Curvularia* sp.; *Aspergillus* sp., *Penicillium* spp., *Cladosporium* sp., *Rhizopus* sp., *Epicoccum* sp., *Nigrospora* sp. nas amostras de sementes armazenadas. Os tratamentos com os fungicidas carboxim + thiram; captan; carbendazim + tiofanato metílico controlaram satisfatoriamente *Penicillium* spp. e *Aspergillus* sp. durante quebra de dormência. Os demais tratamentos não controlaram os fungos. Com isso, pode-se concluir que o tratamento das sementes de dendzeiro com fungicidas deve ser realizado antes do armazenamento, para manutenção da qualidade das sementes.

**Palavras-chave:** armazenamento, tratamento de sementes, controle de fungos.

## Introdução

A alta qualidade das sementes representa a chave do sucesso de uma plantação de dendzeiro, cuja exploração tem durabilidade em torno de 25 anos (BARCELOS et al., 2000). As plantas utilizadas para o estabelecimento de plantios são do tipo Tenera, provenientes do cruzamento (polinização cruzada) entre os tipos Dura e Pisífera, pertencentes à espécie *Elaeis guineensis* Jacq. A manutenção da qualidade das sementes de dendê, durante o período de armazenamento e quebra de dormência, é uma das maiores necessidades para se obter melhor índice de germinação.

De acordo com Ferreira (1989), um dos problemas mais sérios, nos estudos de germinação, é a grande contaminação fúngica das sementes. Tal fato demonstra a necessidade de utilização de produtos que visam à diminuição ou à eliminação desses patógenos. Em razão da carência de informações, há dificuldades na obtenção de elevados percentuais de germinação de sementes de dendzeiro em nível comercial e, assim, faz-se necessário o estudo de estratégias de

controle de fungos para possibilitar a manutenção da qualidade fisiológica das sementes e viabilizar a produção. Diante disso, este trabalho teve como objetivos verificar a incidência de fungos em sementes de dendezeiro e avaliar a eficiência de diversos produtos com ação fungicida por meio do tratamento de sementes.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, em 2007. As sementes foram provenientes de dendezeiros plantados no Campo Experimental de Dendê do Rio Urubu (Ceru), localizado no Município de Rio Preto da Eva, AM (2°35' S e 59°28' W), na Rodovia ZF-07 do Distrito Agropecuário da Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa). Após o processo de colheita, beneficiamento e transporte dos frutos à Embrapa Amazônia Ocidental, as sementes da categoria BRS 2528, tipo Tenera, foram armazenadas por um ano, em sacos de algodão à temperatura média de 20°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ) e umidade relativa média do ar de 78%. Para o experimento, essas sementes foram homogeneizadas e divididas em 60 lotes de mil sementes cada. Determinou-se o teor de água dos lotes por meio de amostras de 100 g de sementes moídas, a 105°C, por 24h, segundo as Regras para Análises de Sementes – RAS (REGRAS..., 1992). Para análise sanitária das sementes, seguiu-se o método descrito pela International Seed Testing Association (ISTA, 1976), em associação com Regras... (1992), e foi avaliada pela detecção, identificação e contagem dos fungos associados às sementes e expressa pela incidência (porcentagem de sementes portadoras de cada espécie fúngica), conforme Regras... (1992).

Para sanidade, foram utilizadas caixas de plástico tipo *gerbox* (11 cm x 3,5 cm),

previamente desinfestadas com hipoclorito de sódio, 1% por 10 min, e, em seguida, lavadas com água destilada. Colocaram-se duas folhas de papel de filtro esterilizadas e umedecidas com água destilada. Utilizaram-se 40 sementes, sem assepsia, sobre o papel de filtro (10 por caixa). As caixas foram vedadas com parafilme e colocadas à temperatura de 39°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ), por sete dias, com luz fluorescente constante. Depois desse período, as sementes foram analisadas sob microscópio estereoscópico e composto.

Os fungos foram identificados, utilizando-se chaves de classificação de Barnett & Hunter (1972).

As sementes restantes foram hidratadas durante sete dias. Em seguida, foram secas à temperatura ambiente até atingirem coloração opaca ou umidade de 17% – 18%. Imediatamente após, foram tratadas com diferentes fungicidas. Os fungicidas (em g ou mL de p.c. /100 kg de sementes) mais água foram adicionados às sementes, agitando-se até a completa cobertura destas. O tratamento com fungicidas líquidos (suspensão concentrada) foi efetuado pelo método de molhagem das sementes ("*Water treatment*"), adicionando-se 100 mL de água/kg de sementes e com produtos em pó (pó molhável), utilizando-se 40 mL de água/kg de sementes (NEERGAARD, 1977). Os fungicidas e as doses usadas encontram-se na Tabela 1.

Após o tratamento com fungicidas, determinou-se novamente a umidade das sementes (REGRAS..., 1992). Estas foram colocadas à temperatura de 39°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ), por 80 dias, para superar a dormência. Após 80 dias, as sementes foram avaliadas quanto à incidência de fungos, pelo teste de sanidade, e determinou-se a umidade dos tratamentos pelos métodos já descritos anteriormente.

**Tabela 1.** Fungicidas utilizados para tratamento de sementes de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) visando ao controle de fungos\*.

Tratamentos	Princípio Ativo	Classe**	Formulação***
1	Carboxin 375 g/kg + Thiram 375 g/kg	S + C	SC
2	Thiram 500 g/kg + Thiabendazole 100 g/kg	C + S	SC + PM
3	Captan 750 g/kg	C	PM
4	Thiabendazole 100 g/kg	S	PM
5	Carbendazim 500 g/L + Tiofanato metílico 700 g/kg	S + S	SC + PM
6	Fludioxonil	C	SC
7	Carbendazim 500 g/L + Thiram 500 g/kg	S + C	SC + SC
8	Tiofanato metílico 700 g/kg	S	PM
9	Thiram 700 g/kg + Benomil + Mancozeb	C + S + C	SC + PM + PM
10	Carbendazim 500 g/L	S	SC
11	Fludioxonil + Difeconazole 150 g/L	C + S	SC
12	Fludioxonil + Metalaxil-M	C + S	SC
13	Difeconazole 150 g/L	S	SC
14	Hipoclorito de sódio	C	Líquido
15	Testemunha	-	-

\* (em g ou mL de p.c. /100 kg de sementes); \*\*S: sistêmico; C: contato; \*\*\*SC: solução concentrada; PM: pó molhável.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 15 tratamentos e 4 repetições de 1.000 sementes cada. Os dados de incidência de fungos foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

Após um ano de armazenamento, as sementes apresentaram 10,9% de umidade. Na Tabela 2, pode-se visualizar a incidência de fungos nas sementes de dendê armazenadas por um ano. A elevada frequência de fungos de armazenamento, *Aspergillus* spp. (19,39%), *Penicillium* sp. (68,75%) e *Cladosporium* sp. (53,75%), indica deficiências no manejo de pós-colheita e armazenamento.

Durante a análise sanitária das sementes, observou-se que sementes de dendê submetidas à quebra de dormência sem tratamento com fungicidas apresentavam maior incidência de *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Nigrospora* sp. e *Epicoccum* sp., do que quando tratadas (Tabela 2). Esse resultado pode ter sido em decorrência das

condições adequadas para o desenvolvimento do fungo, durante a quebra de dormência, e sugere que o tratamento de sementes com fungicidas pode ser uma alternativa para redução desses fungos durante o processo de superação de dormência.

Entre os chamados fungos de campo e potencialmente patogênicos ao dendezeiro, foram detectados os gêneros *Fusarium* sp. (14,37%) e *Curvularia* sp. (11,87%) nas amostras de sementes armazenadas, conforme Tabela 2.

Os resultados apresentados na Tabela 2 indicam que: 1) os fungicidas carboxim + thiram e thiabendazole foram eficientes no controle de *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Cladosporium* sp., *Epicoccum* sp.; *Fusarium* sp. e *Nigrospora* sp., porém ineficientes no controle de *Rhizopus* sp.; 2) o fungicida captan 750 controlou *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp., *Epicoccum* sp.; *Fusarium* sp.; *Nigrospora* sp. e *Rhizopus* sp.; 3) o tratamento carbendazim + tiofanato metílico controlou *Penicillium* spp., erradicou *Aspergillus* spp., *Cladosporium* sp.,

*Fusarium* sp. e *Nigrospora* sp. e *Rhizopus* sp., porém não controlou *Curvularia* sp.; 4) o fungicida difeconazole erradicou *Aspergillus* spp., *Cladosporium* sp., *Rhizopus* sp., *Epicoccum* sp.; *Fusarium* sp. e *Nigrospora* sp., porém foi ineficiente no controle de *Penicillium* spp., durante o período de quebra de dormência das sementes de dendezeiro. Entretanto, as sementes não tratadas com fungicidas permaneceram atacadas pelos

fungos *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Curvularia* sp. e *Epicoccum* sp. durante todo o período de quebra de dormência e germinação. Os fungicidas tiabendazole, carbendazim + tiofanato metílico, fludioxonil + metalaxil M, difeconazole, thiram + benomil + mancozeb inibiram em 100% a incidência de *Aspergillus* sp. em sementes de dendezeiro submetidas à temperatura de 39°C, por 80 dias.

**Tabela 2.** Incidência de fungos (%) em sementes de dendezeiro armazenadas durante um ano, sem tratamento fungicida; sementes com diferentes tratamentos fungicidas e após a quebra de dormência

Produtos Fitossanitários	Sementes sem tratamento							
	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.	<i>Cladosporium</i> spp.	<i>Curvularia</i> sp.	<i>Rhizopus</i> sp.	<i>Epicoccum</i> sp.	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Nigrospora</i> sp.
	Sementes tratadas e após 80 dias de quebra de dormência							
	19,3*	68,7*	53,7*	11,8*	3,1*	23,7*	14,3*	0,0*
Carboxin + Thiram	15,0 b	2,5 f	0,0 a	0,0 d	2,5 a	0,0 b	0,0 a	0,0 a
Thiram + Thiabendazole	2,5 b	12,5 def	0,0 a	12,5 bcd	0,0 a	0,0 b	0,0 a	0,0 a
Captan 750	2,5 b	2,5 f	0,0 a	0,0 d	0,0 a	0,0 b	0,0 a	0,0 a
Thiabendazole	0,0 b	12,5 def	0,0 a	2,5 cd	5,0 a	0,0 b	0,0 a	0,0 a
Carbendazim + Tiofanato metílico	0,0 b	5,0 ef	0,0 a	32,5 a	0,0 a	0,0 b	0,0 a	0,0 a
Fludioxonil	2,5 b	27,5 bcd	0,0 a	5,0 cd	0,0 a	0,0 b	0,0 a	0,0 a
Carbendazim + Thiram	7,5 b	10,0 ef	0,0 a	7,5 cd	0,0 a	0,0 b	0,0 a	0,0 a
Tiofanato metílico	7,5 b	12,5 def	0,0 a	10,0 cd	2,5 a	0,0 b	0,0 a	0,0 a
Thiram + Benomil + Mancozeb	0,0 b	17,5 cdef	0,0 a	0,0 d	0,0 a	0,0 b	0,0 a	7,5 a
Carbendazim	0,0 b	20,0 cde	0,0 a	27,5 ab	2,5 a	0,0 b	0,0 a	0,0 a
Fludioxonil + Difeconazole	2,5 b	37,5 b	0,0 a	0,0 d	0,0 a	7,5 ab	0,0 a	0,0 a
Fludioxonil + Metalaxil-M	0,0 b	32,5 bc	0,0 a	0,0 d	0,0 a	0,0 b	0,0 a	0,0 a
Difeconazole	0,0 b	40,0 b	0,0 a	0,0 d	0,0 a	0,0 b	0,0 a	0,0 a
Hipoclorito de sódio	2,5 b	32,5 bc	0,0 a	0,0 d	0,0 a	0,0 b	0,0 a	0,0 a
Testemunha	42,5 a	67,5 a	0,0 a	17,5 abc	0,0 a	22,5 a	0,0 a	7,5 a

\*Incidência de fungos (%) do lote de sementes, antes aplicação de fungicida.

†Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O tratamento de sementes de dendezeiro com hipoclorito de sódio (2,5%) mostrou-se eficiente na eliminação de *Curvularia* sp., *Cladosporium* sp., *Rhizopus* sp., *Epicoccum* sp. e *Nigrospora* sp., mas não eliminou a incidência de *Aspergillus* sp. e *Penicillium* spp., e todos esses fungos permaneceram colonizando as sementes sem tratamento. Esses resultados permitem pressupor que os fungos *Curvularia* sp., *Cladosporium* sp., *Rhizopus* sp., *Epicoccum* sp. e *Nigrospora* sp., presentes nos lotes de sementes estudadas, apresentaram posicionamento de colonização na parte externa das sementes; já os fungos *Aspergillus* sp. e *Penicillium* spp. estariam infectando

internamente. Muniz et al. (2007) afirmam que, com assepsia das sementes usando hipoclorito de sódio, é possível reduzir a incidência de fungos associados às sementes das espécies florestais.

*Penicillium* spp. foi controlado significativamente pelos fungicidas carboxim + thiram; carbendazim + tiofanato metílico e captan em relação ao controle (Tabela 2). Já os tratamentos thiabendazole; carbendazim; thiabendazole + thiram; carbendazim + thiram; thiram + benomil + mancozeb e tiofanato metílico também reduziram a incidência desse fungo nas sementes (Tabela 2).

*Epicoccum* sp. foi controlado em todos os tratamentos com fungicidas, quando comparado à testemunha sem tratamento antifúngico, exceto pelo tratamento fludioxonil + difeconazole, que apenas reduziu a incidência em relação ao controle durante o período de quebra de dormência das sementes.

Barcelos et al. (2000) recomendam estocagem das sementes de dendezeiro tratadas com fungicidas (ditiocarbamatos) e armazenagem em sala climatizada com temperatura média de 20°C.

Levando-se em conta a importância do controle dos fungos em sementes de dendezeiro, destacam-se como mais eficientes os seguintes tratamentos: carboxim + thiram (300 mL/100 kg de sementes); captan (200 g/100 kg de sementes), carbendazim + tiofanato metílico (150 mL + 70 g/100 kg de sementes) que controlaram *Penicillium* e *Aspergillus* nas sementes, durante os períodos de quebra de dormência e germinação.

Observou-se, ainda, que o tratamento com produtos fitossanitários foi responsável pela redução acentuada do percentual de fungos, antes e durante a superação de dormência, o que ressalta a importância desse tratamento para o armazenamento de sementes de dendezeiro (Tabela 2). Porém, é importante estudar o tratamento químico de sementes em lotes com alta qualidade inicial, para verificar o comportamento fisiológico de sementes tratadas e armazenadas durante períodos maiores.

Deve-se ressaltar que, atualmente, não há fungicida para tratamento de sementes de dendezeiro com registro no Ministério da Agricultura (ANDREI, 2005). No entanto, havendo possibilidade de isso ocorrer futuramente, a prática de tratamento de

sementes na cultura poderá ser uma alternativa que, além de controlar fungos de armazenamento, poderá agregar valor ao produto no Brasil, em termos de qualidade e segurança fitossanitária do produto "semente" oferecido ao produtor de dendê.

## Conclusões

O controle da umidade das sementes e da temperatura do ambiente de armazenamento é essencial para evitar a incidência de fungos e, também, são fatores importantes para a manutenção da viabilidade de sementes por longos períodos.

O tratamento das sementes de dendezeiro com fungicidas deve ser realizado antes do armazenamento, para manutenção da qualidade das sementes.

## Recomendações

Fatores como temperatura e umidade relativa do ar, durante o armazenamento, merecem ser melhor estudados nas condições amazônicas.

## Referências

- ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas**. 7. ed. São Paulo: Organização Andrei Editora, 2005. 1.142 p.
- BARCELOS, E.; NUNES, C. D. M.; CUNHA, R. N. V. Melhoramento genético e produção de sementes comerciais de dendezeiro. In: VIÉGAS, I. J. M.; MÜLLER, A. A. (Ed.). **A cultura do dendezeiro na Amazônia Brasileira**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. p. 145-174.
- BARNETT, H. L.; HUNTER B. B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. 3th. Minneapolis: Minneapolis Burgess Publishing Company, 1972. 241 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília : Mapa/ACS, 2009. 399 p.

FERREIRA, F. A. **Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil**. Viçosa: SIF: UFV, 1989. 570 p.

ISTA – International Seed Testing Association. **International rules for seed testing**, v. 31, n.1, p.107-115, 1976.

MUNIZ, M. F. B.; SILVA, L. M.; BLUME, E. Influência da assepsia do substrato na qualidade de sementes e mudas de espécies florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, p. 140-146, 2007.

NEERGAARD, P. **Seed pathology**. London: Macmillan, 1977. v. 1. 839 p.

REGRAS para análise de sementes. Brasília, DF: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, Departamento Nacional de Defesa Vegetal, Coordenação de Laboratório Vegetal, 1992. 365 p.

# Influência de Espaçamentos e Épocas de Corte na Produção de Biomassa e Teor de Óleo Essencial de Pimenta-de-Macaco (*Piper aduncum* L.), nas Condições de Manaus, AM.

A. L. da Silva<sup>1</sup>; F. C. M. Chaves<sup>2</sup>; R. das C. Lameira<sup>3</sup>; L. S. Souto<sup>4</sup>; J. P. Queiróz<sup>3</sup>; H. R. Bizzo<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agronomia Tropical, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM; <sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, celio.chaves@cpaa.embrapa.br; <sup>3</sup>Graduando em Agronomia, Universidade Federal do Amazonas, bolsistas Pibic/fapeam, Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM; <sup>4</sup>Bolsista DCR/CNPq/Fapeam, Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM. <sup>5</sup>Pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

## Resumo

Pimenta-de-macaco (*Piper aduncum* L.) é uma espécie usada na medicina popular em quase todo o Brasil, onde empregam-se suas folhas, inflorescências e raízes, que apresentam alto teor de óleo essencial (2,5% a 4%) rico em dilapiol. O óleo essencial é utilizado em vários setores das indústrias farmacêutica, química e de cosméticos, além de outros. Aperfeiçoar a produção do óleo essencial com a produção agrônômica requer estudos de técnicas de propagação, adubação, espaçamentos, época de corte, secagem, etc., sempre associando essa resposta produtiva ao perfil químico dessas espécies. Em função disso, objetivou-se contribuir para um sistema de produção agrônômica, visando ao cultivo da espécie *Piper aduncum* L. Piperaceae, nas condições de Manaus, AM. O experimento constituiu-se de um delineamento experimental de blocos casualizados com sete espaçamentos (0,5 m x 0,5m; 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), três épocas de corte e quatro repetições em esquema fatorial 7 x 3 x 4, perfazendo 21 tratamentos, com área útil de cada parcela constituída por quatro plantas. As mudas, provenientes de sementes de população natural, foram plantadas em definitivo no campo quando atingiram a altura de 10 cm–15 cm. Duas amostras de 20 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 por meio de aparelho tipo Clevenger, com duas amostras de 100 g de material fresco para folhas. Na produção de biomassa, todas as variáveis apresentaram diferença significativa em relação aos espaçamentos e épocas de corte. A avaliação do teor de óleo essencial foi maior no terceiro corte, decrescendo com os espaçamentos maiores.

**Palavras-chave:** *Piper aduncum*, planta medicinal, Amazônia.

## Introdução

*Piper aduncum* L. é uma planta aromática, nativa da Região Amazônica, com característica arbustiva, de porte ereto, ramificado perenifólio, de hastes articuladas e nodosas, de 2–4 metros de altura, com folhas simples e inteiras, flores pequenas e discretas, reunidas em espigas alongadas, densas e curvas. Seu fruto é acre e picante, útil, internamente, como incisivo (anti-bleorrágico 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 como estimulante. As folhas são adstringentes e tônicas do útero, eficazes na cura do prolapso uterino (CORRÊA, 1984).

É uma espécie que apresenta alto teor de óleo essencial (2,5% a 4%), rico em dilapiol. O dilapiol é um éter fenílico que vem sendo testado com êxito como fungicida, moluscicida, acaricida, bactericida e larvicida com a vantagem de ser um produto biodegradável. Há de se destacar estudos fitopatológicos em que o óleo essencial possui atividade fungicida, controlando efetivamente os fungos *Crinipellis pernicios* (Stahel) Singer, agente causal da vassoura-de-bruxa em cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) e cupuaçuzeiro [*Theobroma grandiflorum* (Wild. Ex Spreng.)], assim como em *Colletotrichum musae* (Berk. & Curtis) Arx, causador da antracnose em frutos de bananeira (*Musa* spp.) (BASTOS, 1997).

## 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 sete espaçamentos (0,5 m x 0,5m; 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 três épocas de corte, em esquema fatorial 7x3x4. A área útil de cada parcela foi constituída por quatro plantas, cortadas a 30 cm do solo. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com quatro 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), nas quais cada célula recebeu quatro sementes.

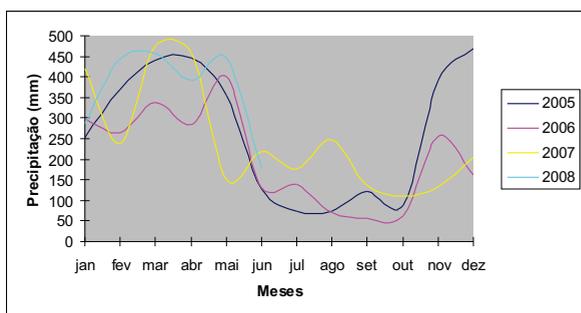
Após a germinação, foi feito desbaste, deixando a planta mais vigorosa. Essas mudas permaneceram em viveiro, recebendo irrigação diária até a data de plantio definitivo no campo. O plantio foi realizado quando as plantas alcançaram altura média de 10 cm–15 cm em uma área que recebeu calcário para correção da acidez. No dia 16 de dezembro de 2006, foi realizado o plantio, selecionando 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. O teor de óleo essencial foi obtido por meio do aparelho tipo Clevenger, com duas amostras de 100 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 porcentagem (base seca). O programa utilizado para análise estatística foi o Sisvar 4.3, com os dados submetidos à análise de variância e testes de médias (Tukey 5%). As variáveis respostas estão apresentadas em equações de regressão. A precipitação pluviométrica e a insolação foram observadas no decorrer do experimento baseadas nos dados do laboratório de agroclimatologia da Embrapa Amazônia Ocidental.

## Resultados e Discussão

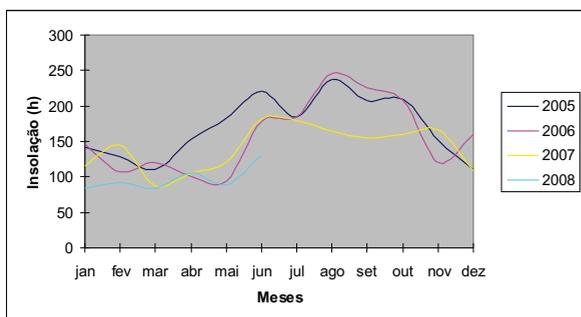
Na produção de biomassa, a variável altura mostrou resultados significativos, com C2 apresentando resposta linear e crescente, com o aumento no espaçamento e com resultados superiores àqueles obtidos no C3 (Fig. 3). Já C1 não apresentou significância em relação aos demais tratamentos.

A maior produção de folhas (Fig. 4) foi verificada no C2, com valores de 520 g por planta. Embora no C3 as plantas tenham ficado mais tempo no campo, aproximadamente dois anos, no espaçamento 1,5 m x 2,0 m, houve maior resposta. A produção de folhas foi provavelmente mais afetada pela quantidade de luz solar do que pela precipitação pluviométrica (Fig. 1 e 2), pois o ideal é a obtenção de área foliar adequada para captar rapidamente a radiação incidente e mantê-la por um longo período após o rebroto. Menciona-se ainda que a produção de folhas, mesmo naqueles menores espaçamentos, foi superior às do C3, em função do rebroto.



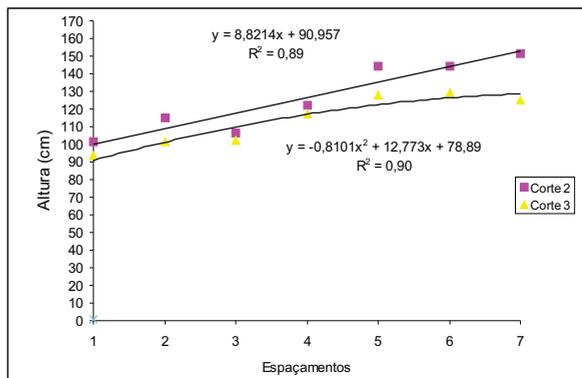
Fonte: Laboratório de Agroclimatologia da Embrapa Amazônia Ocidental.

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



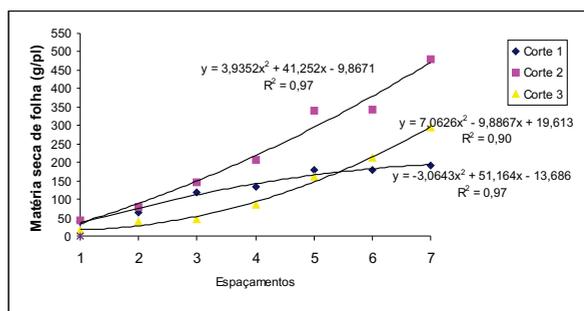
Fonte: Laboratório de Agroclimatologia da Embrapa Amazônia Ocidental.

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



Fonte: Laboratório de Agroclimatologia da Embrapa Amazônia Ocidental.

**Fig. 3.** Altura das plantas de pimenta-de-macaco em função de diferentes espaçamentos e épocas de corte. Manaus, AM, Embrapa Amazônia Ocidental, 2008.

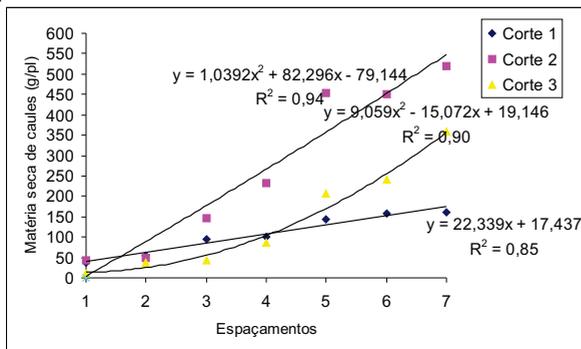


Fonte: Laboratório de Agroclimatologia da Embrapa Amazônia Ocidental.

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

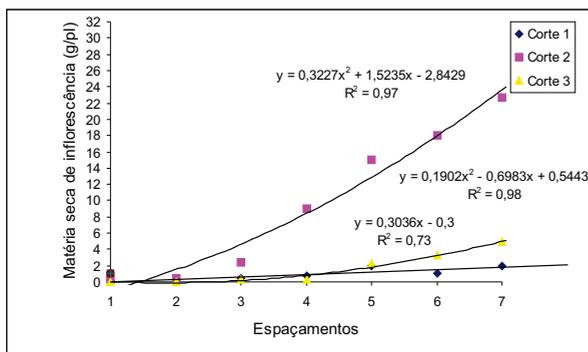
O maior valor para folhas situou-se em torno de 480 g/planta, verificado no tratamento 6 (2,0 m x 1,5 m). Para o caule, esse valor foi mais expressivo, pois alcançou até 520 g/planta, no maior espaçamento, 2,0 m x 2,0 m. Observou-se também que, embora o C3 tenha sido realizado em plantas com maior número de dias, os menores espaçamentos não conseguiram investir no sistema radicular (Fig. 5).

O componente que teve menor contribuição na produção biomassa foi a inflorescência, com valor máximo de 22,5 g/planta, obtida por ocasião do C2 (Fig. 6).



Fonte: Laboratório de Agroclimatologia da Embrapa Amazônia Ocidental.

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

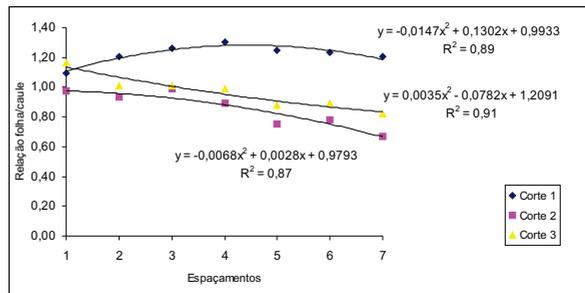


Fonte: Laboratório de Agroclimatologia da Embrapa Amazônia Ocidental.

**Fig. 6.** Massa seca de inflorescências de pimenta-de-macaco em função de diferentes espaçamentos e épocas de corte. Manaus, AM, Embrapa Amazônia Ocidental, 2008.

Na avaliação da relação folha/caule, embora os maiores valores tenham sido observados no C1, a maior produção dos dois componentes não ocorreu exatamente nessa fase, e sim em C2, pois os maiores espaçamentos foram favorecidos com melhor aproveitamento de uso da luz, e o espaço não foi limitante para o desenvolvimento das plantas.

O teor de óleo essencial foi maior no C3, decrescendo em função do aumento do espaçamento, seguido por C1 (Fig. 7).



Fonte: Laboratório de Agroclimatologia da Embrapa Amazônia Ocidental.

**Fig. 7.** Relação folha/caule em pimenta-de-macaco em função de diferentes espaçamentos e épocas de corte. Manaus, AM, Embrapa Amazônia Ocidental, 2008.

## Conclusões

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 necessidade de acompanhamento das condições nutricionais, considerando as condições onde o estudo está sendo realizado, principalmente em ecossistemas amazônicos.

## Referências

- BASTOS, C.N. Efeito do óleo de *P. aduncum* sobre *Crinipellis pernicioso* e outros fungos fitopatogênicos. *Fitopatologia Brasileira*, v.22:441-443, 1997.
- 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.

# Sistema de Produção de Tomate em Substrato para Agricultura Familiar na Região Metropolitana de Manaus

A. da S. Gama<sup>1</sup>; H. N. Lima<sup>2</sup>; J. R. P. Gonçalves<sup>3</sup>; W. G. Teixeira<sup>3</sup>; J. L. da S. Bentes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), bolsista Fapeam, Universidade Federal do Amazonas (Ufam), Manaus, AM, aildogama@eafmanaus.gov.br; <sup>2</sup>Professor Adjunto, FCA, Ufam, Manaus, AM, hedinaldo@ufam.edu.br, jlbentes@ufam.edu.br; <sup>3</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, ricardo.pupo@cpaa.embrapa.br, wenceslau@cpaa.embrapa.br; <sup>4</sup>Bolsista DCR/CNPq/Fapeam, Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM. <sup>5</sup>Pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

Apoio: Finep, Embrapa, Ufam, Escola Agrotécnica Federal de Manaus, Fapeam.

## Resumo

A agricultura familiar, no Estado do Amazonas, necessita da incorporação de novas tecnologias agropecuárias que proporcionem alto retorno econômico que minimizem os riscos e assegurem a sustentabilidade do agronegócio familiar. Este trabalho objetiva selecionar cultivares de tomateiro e substratos no sistema de cultivo protegido para agricultura familiar na região metropolitana de Manaus. Serão avaliadas as cultivares de tomate Setcopa, Santa Bárbara, Yoshimatsu e Duradero em quatro tipos de substratos: S1) 30% fibra de coco + 70% solo + NPK e calcário dolomítico; S2) 30% esterco de gado curtido + 70% solo + NPK e calcário dolomítico; S3) 30% carvão triturado + 70% solo + NPK e calcário dolomítico; S4) 100% solo + NPK e calcário dolomítico. O delineamento experimental será disposto em blocos casualizados, com esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições. As variáveis a ser avaliadas são: precocidade, altura das plantas, área foliar, diâmetro de caule, matéria seca do sistema radicular, número de frutos por planta, produção total e comercial por planta, teor de macro e micronutrientes da planta. Os dados serão submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Palavras-chave:** *Lycopersicon esculentum* Mill., cultivo protegido, olericultura no Amazonas.

## Introdução

Atualmente, no Brasil, há cerca de 4,5 milhões de estabelecimentos agropecuários de caráter familiar, correspondendo a 80% do total, responsáveis pela ocupação de aproximadamente 70% da mão-de-obra na área rural dos municípios brasileiros. Tais unidades produtivas respondem por 84% da mandioca, 67% do feijão, 58% dos suínos e frangos, 52% do leite, 49% do milho e 31% do arroz produzidos no País (LISITA, 2005).

A agricultura familiar, no Estado do Amazonas, possui papel fundamental para o desenvolvimento da região, evidenciando a necessidade da implementação de ações que visem ao fortalecimento dessa atividade, tais como a incorporação de novas tecnologias agropecuárias que proporcionem alto retorno econômico, que minimizem os riscos e assegurem a sustentabilidade do agronegócio familiar. Dentre as novas tecnologias agropecuárias, pode-se destacar o cultivo de tomate em substrato, como alternativa para aumentar a eficiência relativa dos sistemas tradicionais, resguardando as especificidades de sua base natural e seu contexto social e econômico.

sua capacidade de aproveitar com vantagens as variações do ambiente. Uma variedade de sucesso deve apresentar, em diferentes condições de ambiente, alta produtividade e superioridade estável (BORÉM, 2001). Por falta de informação técnica sobre as cultivares disponíveis no mercado, a maioria é sugerida por comerciantes de produtos agrícolas ou por olericultores, sem ter a certeza da eficiência produtiva e da adaptação às condições climáticas da região, havendo, assim, a necessidade de pesquisas.

É importante, para o desenvolvimento da olericultura e principalmente para a cultura do tomate, a identificação de cultivares mais adaptadas às condições climáticas locais e a determinação da eficiência de substratos, obtidos de produtos disponíveis em Manaus.

Portanto, o presente projeto tem como objetivo selecionar cultivares de tomateiro e substratos que apresentem maior desempenho produtivo com uso de fertirrigação no sistema de cultivo protegido para agricultura familiar nas condições climáticas da região metropolitana de Manaus.

## Material e Métodos

O experimento será conduzido no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, Caldeirão, Município de Iranduba, AM. A casa de vegetação será de madeira de lei, modelo capela, com largura de 7,5 m, comprimento de 50,4 m, altura do pé direito de 3,2 m e altura central 5,4 m, coberta com plástico polietileno transparente de baixa densidade (PEBD) com espessura de 150  $\mu\text{m}$  e aberta nas laterais.

Serão avaliadas as cultivares de tomate Setcopa, Santa Bárbara, Yoshimatsu e Duradoro em quatro substratos: S1) 30% fibra de coco + 70% solo adicionado NPK e

calcário dolomítico; S2) 30% esterco de gado curtido + 70% solo adicionado NPK e calcário dolomítico; S3) 30% carvão triturado + 70% de solo adicionado NPK e calcário dolomítico; S4) 100% solo adicionado NPK e calcário dolomítico. Esses substratos serão desinfestados com uso de vapor a uma temperatura de 100° C para o controle de fitopatógenos, plantas daninhas e pragas. A solução nutritiva será fornecida por fertirrigação, conforme descrito por Moraes & Furlani (1999).

A caracterização dos componentes dos substratos e das misturas, antes e após desinfestação, será por meio de análises físico-químicas. As propriedades avaliadas serão teores de matéria orgânica, nitrogênio, relação carbono/nitrogênio (C/N), pH, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Mn, Cu, Zn e B, conforme procedimento metodológico descrito por Silva (1999), além do cálculo da CTC e V%. As propriedades físicas avaliadas serão: capacidade de aeração (CapAr), porosidade após cessado o processo de drenagem; água facilmente disponível (AFD), umidade entre 1 e 5 kPa; água de reserva (ARes), teor de umidade entre as tensões de 5 e 10 kPa; condutividade elétrica (CE); curva de retenção de umidade (CRU), proposto por Carrijo et al. (2004).

As mudas serão produzidas em casa de vegetação com as laterais protegidas com tela anti-afídeos, em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, de acordo com a técnica rotineira na produção comercial. O transplântio será realizado quando as mudas se encontrarem no estágio de cinco folhas definitivas.

O delineamento experimental será disposto em blocos casualizados, com esquema fatorial 4 (cultivares) x 4 (substratos), com quatro repetições. Os blocos serão instalados com objetivo de minimizar qualquer diferença microclimática que

O tomateiro, *Lycopersicon esculentum* Mill., é a segunda hortaliça mais cultivada no mundo, superada apenas pela batata (CANÇADO JÚNIOR et al., 2003). No Brasil, dentre as oleráceas cultivadas, o tomate é a mais importante, considerando-se a demanda de consumo, a geração de emprego e renda e a participação expressiva no agronegócio, por ser um dos produtos hortícolas mais consumidos, tanto in natura como industrializados (MARTINS, 1992; ALVARENGA, 2004). Anualmente, são cultivados mais de 58 mil hectares, que resulta em uma produção anual em torno de três milhões de toneladas, sendo uma das hortaliças com maior potencial de produção por área cultivada (LOPES & ÁVILA, 2005).

No Amazonas, o tomate é a terceira hortaliça de fruto mais consumida, com aproximadamente 1.185 t/mês, superado apenas pela melancia e pela abóbora. Cerca de 92% do tomate comercializado no Estado é importado de Rondônia, São Paulo e Santa Catarina, numa visível evasão de divisas e dependência externa (SEPROR-AM, 2005).

A produção de tomate na Região Amazônica é dificultada por doenças e pragas no solo, por altas temperaturas e por elevado índice pluviométrico, sendo a ocorrência de murcha-bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) o principal fator limitante. Muitos solos, apesar de física e quimicamente apropriados para a tomaticultura, são contaminados com essa bactéria, que sobrevive por longo período no solo quente e úmido. As cultivares disponíveis não apresentam níveis satisfatórios de resistência, práticas de manejo, tais como a rotação de cultura, não são eficazes no controle dessa doença, portanto não se dispõe de nenhuma técnica de cultivo que possa garantir o sucesso do tomate no solo permanentemente quente e úmido (BRITO et al., 2006).

Cultivos em substrato demonstram grande avanço frente aos sistemas de cultivo no solo, pois oferecem vantagens, como: manejo adequado da água; fornecimento de nutrientes em doses e épocas apropriadas; redução do risco de salinização do meio radicular; e redução da ocorrência de problemas fitossanitários. O uso de substrato traduz-se em benefícios diretos no rendimento e na qualidade dos produtos colhidos. A caracterização de produtos encontrados nas diferentes regiões do País e a viabilização destes como substrato agrícola é fundamental para reduzir os custos da produção (ANDRIOLO et al., 1999).

Conforme descrito por Sasaki (1997), é importante desenvolver substratos de baixo custo, de fácil utilização, de longa durabilidade e recicláveis, assim como desenvolver métodos para reaproveitá-los no cultivo convencional e na melhoria das condições químicas e físicas do solo. Nesse sentido, destaca-se a utilização da casca de coco verde, cuja água é bastante consumida no Brasil, e a casca é descartada (CARRIJO et al., 2002), da mesma forma que resíduos da indústria carvoeira, madeireira e agroindustrial, pois ocupam grande volume e apresentam decomposição lenta, provocando problemas ambientais.

Freqüentemente, novas cultivares de tomate com maior potencial produtivo e resistência às doenças mais comuns são lançadas no mercado. Essas cultivares são desenvolvidas em regiões de condições climáticas diferentes das da Amazônia, e as variações do ambiente causam efeito direto no comportamento dos genótipos. Na avaliação de cultivares de hortaliças, os rendimentos médios mais elevados, nos ensaios de competição associados a fatores de qualidade, são utilizados como critérios de recomendação (RODRIGUES, 2005). A adaptabilidade de uma variedade refere-se à

possa ocorrer dentro da casa de vegetação. Sendo assim, cada quadrante da casa de vegetação corresponderá a um bloco.

A parcela experimental será constituída de doze plantas dispostas em fileiras simples e acondicionadas sobre valas abertas no solo com profundidade de 0,20 m, largura de 0,30 m, comprimento de 4,8 m, contendo 288 L de substrato, forradas com plástico de polietileno dupla face de 200  $\mu$ m e com declividade de 2%, a fim de evitar o contato do substrato com o solo e facilitar a drenagem da solução nutritiva excedente. As valas serão construídas permitindo o espaçamento de 0,9 m entre linha e 0,4 entre plantas. Será considerada área útil as oito plantas centrais de cada parcela.

A condução da planta será na forma vertical em uma haste, através de fitilhos, com desbrota de todos os brotos axilares, sem raleio de frutos e flores. Será utilizado sistema de irrigação localizado, com tubo gotejador auto-compensado, instalado ao lado do caule de cada planta. Como bordadura, será cultivada duas fileiras de plantas nas laterais do experimento.

A lâmina de água e a frequência de irrigação serão baseadas na avaliação da condutividade elétrica (CE) e do controle da quantidade (20% a 30%) do efluente drenado (CARRIJO & MAKISHIMA, 2003).

As variáveis a ser avaliadas são: precocidade (início da colheita após a semeadura), altura das plantas, diâmetro do caule, área foliar, matéria seca do sistema radicular, número de cachos e de frutos por planta; peso dos frutos comerciais, produção total e comercial por planta, teor de macro e micronutrientes da planta. Os dados serão submetidos à análise de variância e as médias serão comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Referências

- ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: UFSM, 1999. 142 p.
- ALVARENGA, M. A. R. Valor alimentício. In: ALVARENGA, M. A. R. (Ed.). **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004. p. 25-30.
- BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2001. 500 p.
- BRITO, C. F. et al. Efeito de adubação química sobre o desenvolvimento do tomateiro cultivado em pneus descartados. Belém, PA: Embapa Amazônia Oriental, 2006. 7 p. Disponível em: <[http://www.cpatu.embrapa.br/pub\\_res\\_exp/efeito\\_de\\_adubacao\\_quimica\\_sobre\\_o\\_desenvolvimento\\_do\\_tomateiro\\_cultivado\\_em\\_pneusdescartado.doc](http://www.cpatu.embrapa.br/pub_res_exp/efeito_de_adubacao_quimica_sobre_o_desenvolvimento_do_tomateiro_cultivado_em_pneusdescartado.doc)>. Acesso em: 14 nov. 2006.
- CANÇADO JÚNIOR, F. L. et al. Aspectos econômicos da produção e comercialização do tomate para mesa. **Informe Agropecuário**, v. 24, p. 7-18, 2003.
- CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibras da casca de coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 533-536, 2002.
- CARRIJO, O. A.; MAKISHIMA, N. Cultivo do tomateiro em casa de vegetação. Tomate para mesa. **Informe Agropecuário**, v. 24, p. 98-107, 2003.
- CARRIJO, O. A. et al. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casa de vegetação. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 1, 2004.

LISITA F. O. Agricultura familiar: importância da agropecuária familiar na economia nacional, MT, 2005. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.php?texto&&idt=23>>. Acesso em: dez. 2006.

LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. **Doenças do tomateiro**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2005. 151 p.

LOPES, M. C.; STRIPARI, P. C. A cultura do tomateiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. (Org.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: UNESP, 1998. p. 257-319.

MARTINS, G. **Uso de casa de vegetação com cobertura plástica na tomaticultura de verão**. 1992. 65 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

MORAES, C. A.; FURLANI, P. R. Cultivo de hortaliças frutos em hidroponia em ambiente protegido. Cultivo protegido de hortaliças em solo e hidroponia. **Informe Agropecuário**, v. 20, p. 105-113, 1999.

RODRIGUES, I. N. **Características agrônomicas de híbridos de pimentão (*Capsicum annum* L.) e cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) em Manaus-AM**. 2005. 68 f. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

SASSAKI, O. K. Resultados preliminares da produção de hortaliças sem o uso de solo no Amazonas. **Horticultura Brasileira**, v. 15, p. 165-169, 1997, Suplemento.

SEPROR-AM. **Estudo de mercado do Município de Manaus referente aos segmentos atacadistas e varejistas**. Manaus: Secretaria de Produção Agropecuária, Pesca e Desenvolvimento Rural Integrado, 2005. 74 p.

SILVA, F. C. da (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 1999. 370 p.



# Melhoramento



# Repetibilidade da Produção de Cachos, Anomalias Florais e Germinação de Pólen de Híbridos Interespecíficos entre o Caiaué e o Dendzeiro

G. S. Chia<sup>1</sup>; R. Lopes<sup>2</sup>; R. N. V. da Cunha<sup>2</sup>; R. N. Carvalho da Rocha<sup>2</sup>; M. T. G. Lopes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, Universidade Federal do Amazonas (Ufam)/Embrapa Amazônia Ocidental, Bolsista Fapeam, gilson.chia@cpaa.embrapa.br; <sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, ricardo.lopes@cpaa.embrapa.br, raimundo.cunha@cpaa.embrapa.br, raimundo.rocha@cpaa.embrapa.br; <sup>3</sup>Faculdade de Ciências Agrárias/Universidade Federal do Amazonas (FCA/Ufam), Mini Campus, Manaus, AM, mtglopes@ufam.edu.br

Apoio: Embrapa Amazônia Ocidental, CNPq, Fapeam, ATU-Inpa.

## Resumo

A hibridação interespecífica entre dendzeiro e caiaué explora a possibilidade de obter variedades tão produtivas quanto às do dendzeiro e resistentes a pragas e doenças, em especial ao amarelecimento-fatal. O objetivo deste trabalho foi estimar os coeficientes de repetibilidade ( $\hat{r}$ ) para caracteres de produção de cachos, a associação de ocorrência de anomalias nas inflorescências femininas (ginandromorfia) e o tipo de genitor masculino usado na hibridação e viabilidade de pólen dos híbridos. Os  $\hat{r}$  foram estimados pelos métodos Anova, CPR, CPCV e AER. Para estudo da ginandromorfia foram analisados cruzamentos entre caiaué e dendzeiro tipo Dura (OxD), tipo Tenera (OxT) e tipo Pisífera (OxP). A frequência de ginandromorfia nos cruzamentos foi comparada pelo teste t. A viabilidade de pólen foi analisada empregando-se o delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições. Na análise dos  $\hat{r}$ , o método CPCV, o mais adequado, indicou quatro anos de avaliação para selecionar progênies com  $R^2$  superior a 85% e seis para seleção individual de plantas com  $R^2$  superior a 80%. A ocorrência média de ginandromorfia nos cruzamentos OxP foi estatisticamente superior a dos OxD e OxT, que não diferiram estatisticamente entre si. A viabilidade de pólen do dendzeiro não diferiu estatisticamente ( $p < 0,05$ ) do caiaué, mas foi estatisticamente superior a todos os híbridos, a dos híbridos não diferiu entre si nem do pólen de caiaué.

**Palavras-chave:** *Elaeis guineensis*, *E. oleifera*, híbridos interespecíficos.

## Introdução

O dendzeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.), espécie de origem africana, e o caiaué (*E. oleifera* (Kunth) Cortés), espécie de origem americana, são palmeiras oleaginosas que pertencem à família *Arecaceae*. Do fruto do dendzeiro extraem-se dois tipos de óleo: o óleo de dendê, extraído do mesocarpo, e o de palmiste, da amêndoa. Esses óleos são utilizados nas indústrias de alimentos, de cosméticos, farmacêutica, siderúrgica, oleoquímica e para produção de biocombustível. O caiaué pode ser cruzado com o dendzeiro produzindo híbridos viáveis (MEUNIER, 1975; BARCELOS, 1986). No programa de melhoramento genético do dendzeiro da Embrapa Amazônia Ocidental, priorizou-se a hibridação interespecífica entre essas espécies, em razão da resistência do caiaué à anomalia denominada amarelecimento-fatal (AF), que também é expressa nos híbridos  $F_1$ . O AF tem causado perdas drásticas em diversos plantios na América Latina, incluindo o Brasil, e, apesar de mais de três décadas de estudo,

ainda é desconhecida a origem da anomalia (FRANQUIVILLE, 2001). Por ser a resistência genética a única solução encontrada para o problema até o momento, e o caiaué, sua única fonte, são necessários estudos que viabilizem o melhoramento genético e o plantio de híbridos interespecíficos.

Este trabalho foi desenvolvido com objetivo de auxiliar o programa de melhoramento interespecífico entre caiaué e dendezeiro. Estimaram-se os coeficientes de repetibilidade da produção de cachos; analisou-se a relação entre o tipo de genitor de dendezeiro e a ocorrência de anomalias nas inflorescências masculinas dos híbridos, bem como a viabilidade de pólen de híbridos com diferentes tipos de genitores de dendezeiro.

## **Material e Métodos**

O trabalho foi desenvolvido no Campo Experimental do Rio Urubu – Ceru/Embrapa Amazônia Ocidental, localizado a 160 quilômetros ao norte de Manaus (2°35'S e 59°28'W) na Rodovia ZF-07, no Distrito Agropecuário da Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa), no Município de Rio Preto da Eva.

### **Coeficientes de repetibilidade da produção de cachos de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro**

Realizaram-se avaliações para número de cachos (NC), produção total dos cachos (PTC) e peso médio dos cachos (PMC), durante sete anos. Os coeficientes de repetibilidade ( $\hat{r}$ ) foram estimados empregando quatro métodos: análise de variância (Anova), componentes principais com base na matriz de correlações (CPR) e

de covariâncias (CPCV) e análise estrutural com base na matriz de correlações (AER). Foram obtidas, também, as estimativas do número de avaliações ( $\eta$ ) necessárias para predizer o valor dos genótipos a partir de valores estabelecidos para o coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

### **Relação entre tipo de genitor de dendezeiro e ocorrência de anomalias florais em híbridos interespecíficos com o caiaué**

Foram analisados três tipos de cruzamentos: caiaué com dendezeiro Dura (OxD), caiaué com dendezeiro Pisífera (OxP) e caiaué com dendezeiro Tenera (OxT). A ocorrência média de inflorescências com anomalias nos diferentes tipos de cruzamento foi comparada pelo emprego do teste t ( $p < 0,05$ ). A homogeneidade das variâncias dos tratamentos foi verificada pelo teste F máximo de Hartley ( $p < 0,05$ ) (HARTLEY, 1950).

### **Germinação de pólen de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro**

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos: as espécies caiaué e dendezeiro e quatro híbridos interespecíficos. A germinação de pólen in vitro dos tratamentos foi analisada com cinco repetições.

As análises foram realizadas no programa GENES (CRUZ, 2006).

## Resultados e Discussão

### Coeficientes de repetibilidade da produção de cachos de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro

#### Estimativas obtidas com base na média das progênes

Na Tabela 1, é apresentada a Anova. O efeito das progênes foi significativo ( $p < 0,01$ ) para os três caracteres avaliados, evidenciando variabilidade genética entre as progênes, portanto perspectivas na obtenção de ganhos genéticos por meio de seleção. A Tabela 2 apresenta a estimativa do  $\hat{r}$ , para NC, que variou de 0,54 a 0,77; para PTC, que variou de 0,46 a 0,65; e para

PMC que, variou de 0,64 a 0,80. As estimativas dos  $R^2$  obtidas para os três caracteres e pelos quatro métodos foram superiores a 90%, com exceção da obtida para PTC pelo método Anova, 86%, demonstrando que a seleção das progênes superiores pode ser realizada a partir desse período de avaliação.

**Tabela 1.** Análise de variância dos caracteres NC, PTC e PMC durante sete anos em 10 progênes de híbridos interespecíficos de caiaué com dendezeiro tipo Pisífera.

Fonte de variação	Quadrado médio			
	GL	NC	PTC	PMC
Anos de produção	6	48,45	8.986,78	102,87
Progênie	9	14,24**	2.549,83**	31,36**
Resíduo	54	1,54	362,31	2,36
Média		5,98	88,46	15,18
CV(%)		20,71	21,52	10,13

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 2.** Estimativas do coeficiente de repetibilidade ( $\hat{r}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e número de avaliações necessárias ( $\eta$ ) para obtenção de diferentes  $R^2$  para os caracteres NC, PTC e PMC, estimados pelos métodos Anova, CPCV, de CPR e AEC.

Caráter	Estimativa	Quadrado médio			
		ANOVA*	CPCV*	CPR*	AER*
NC	$\hat{r}$	0,54	0,77	0,65	0,63
	$R^2$	89,21	95,91	92,79	92,39
	$\eta R^2 = 85\%$	5(4,80)	2(1,69)	4(3,08)	4(3,26)
	$\eta R^2 = 90\%$	8(7,62)	3(2,68)	5(4,89)	6(5,18)
	$\eta R^2 = 95\%$	16(16,08)	6(5,67)	11(10,34)	11(10,94)
PTC	$\hat{r}$	0,46	0,65	0,58	0,56
	$R^2$	85,79	92,73	90,74	90,00
	$\eta R^2 = 85\%$	7(6,68)	4(3,11)	5(4,05)	5(4,41)
	$\eta R^2 = 90\%$	11(10,43)	5(4,94)	7(6,43)	7(14,77)
	$\eta R^2 = 95\%$	23(22,03)	11(10,42)	14(13,57)	15(14,77)
PMC	$\hat{r}$	0,64	0,80	0,74	0,74
	$R^2$	92,47	96,63	95,29	95,24
	$\eta R^2 = 85\%$	4(3,23)	2(1,38)	2(1,96)	2(1,98)
	$\eta R^2 = 90\%$	6(5,13)	3(2,19)	4(3,12)	4(3,15)
	$\eta R^2 = 95\%$	11(10,83)	5(4,64)	7(6,58)	7(6,64)

(\*)Número aproximado (número calculado).

### Estimativas com base na média de plantas individuais

Na Tabela 3, apresenta-se a Anova. O efeito de genótipos foi significativo ( $p < 0,01$ ) para os três caracteres avaliados, evidenciando variabilidade dos caracteres e possibilidade de seleção de indivíduos superiores. Na Tabela 4, observa-se a estimativa do  $\hat{r}$  para NC variou de 0,31 a 0,41, para PTC de 0,35 a 0,42 e para PMC de 0,51 a 0,59, para as três características, os  $R^2$  foram baixos, sendo para NC e PTC próximos ou inferiores a 0,4. Essa situação indica maior dificuldade na identificação dos melhores genótipos e necessidade de grande número de medições fenotípicas para boa precisão na seleção dos genótipos. Para atingir valores  $R^2$  superiores

a 85%, o número de anos de avaliação requeridos é de nove para NC, oito para PTC e cinco para PMC. Para nível de precisão superior a 80%, são necessários seis anos para PMC e PTC e cinco para PMC.

**Tabela 3.** Análise de variância dos caracteres NC, PTC e PMC durante sete anos em 100 indivíduos de híbridos interespecíficos de caiaué com dendezeiro tipo Pisífera.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		NC	PTC	PMC
Anos de produção	6	484,54	89.867,81	896,26
Progenie	9	38,87**	9.895,91**	151,03**
Resíduo	54	9,49	2.072,60	18,31
Média		5,98	88,46	14,16
CV(%)		51,49	51,46	30,24

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 4.** Estimativas do coeficiente de repetibilidade ( $\hat{r}$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e número de avaliações necessárias ( $\eta$ ) para obtenção de diferentes  $R^2$  para os caracteres NC, PTC e PMC, estimados pelos métodos Anova, CPCV, CPR e AEC.

Caráter	Estimativa	Quadrado médio			
		ANOVA*	CPCV*	CPR*	AER*
NC	$\hat{r}$	0,31	0,41	0,32	0,31
	$R^2$	75,58	82,79	76,40	75,72
	$\eta R^2 = 85\%$	10(9,05)	6(5,82)	9(8,65)	9(8,98)
	$\eta R^2 = 90\%$	13(12,82)	9(8,26)	13(12,25)	13(12,72)
	$\eta R^2 = 95\%$	21(20,36)	14(13,09)	20(19,46)	21(20,19)
PTC	$\hat{r}$	0,35	0,42	0,36	0,36
	$R^2$	78,97	83,29	80,06	79,48
	$\eta R^2 = 85\%$	8(7,46)	6(5,69)	7(6,98)	8(7,23)
	$\eta R^2 = 90\%$	11(10,56)	8(7,96)	10(9,88)	11(10,24)
	$\eta R^2 = 95\%$	17(16,78)	13(12,64)	16(15,69)	17(16,26)
PMC	$\hat{r}$	0,51	0,59	0,55	0,54
	$R^2$	87,88	90,84	89,38	89,23
	$\eta R^2 = 85\%$	4(3,86)	3(2,83)	4(3,33)	4(3,38)
	$\eta R^2 = 90\%$	6(5,47)	5(4,00)	5(4,71)	5(4,78)
	$\eta R^2 = 95\%$	9(8,69)	7(6,36)	8(7,49)	8(7,59)

(\*)Número aproximado (número calculado).

## Relação entre tipo de genitor de dendezeiro e ocorrência de anomalias florais em híbridos interespecíficos com o caiaué

As freqüências de ocorrência de ginandromorfia nos três tipos de cruzamentos são apresentadas na Tabela 5. Todos os cruzamentos OxP apresentaram plantas com ginandromorfia, variando de 20% a 100%, e média de 71,32%. Nos cruzamentos OxT, três dos 15 não apresentaram ginandromorfia, com

percentual de plantas com anomalias por cruzamento variando de 0% a 40%, em média 14,6% e nos OxD três de 10 cruzamentos apresentaram anomalias, variando de 0% a 20% de plantas por cruzamento, em média 9,58%. A freqüência média de anomalia nos cruzamentos OxP (71,32%) é superior a dos OxT (14,60%) e do OxD (9,58%) (Tabela 6). Nos cruzamentos OxT, tanto as plantas híbridas do tipo Dura (91 plantas) como Tenera (76), apresentaram ocorrência de ginandromorfia.

**Tabela 5** Ocorrência de inflorescências ginandromórficas em híbridos interespecíficos nos cruzamentos de caiaué com dendezeiro tipo Dura (OxD), caiaué com dendezeiro tipo Tenera (OxT) e caiaué com dendezeiro tipo Pisífera (OxP), Embrapa Amazônia Ocidental.

N°	Tipo de cruzamento											
	OxD				OxT				OxP			
	Cruz.	N° de plantas			Cruz.	N° de plantas			Cruz.	N° de plantas		
	Total	CA	%	Total	CA	%	Total	CA	%	Total	CA	%
1	RUB 71	10	2	20,0	RUB 41	11	0	0,0	RUB 72	10	9	90,0
2	RUB 54	10	1	10,0	RUB 51	10	1	10,0	RUB 75	10	7	70,0
3	RUB 55	10	1	10,0	RUB 50	10	2	20,0	RUB 77	10	10	100,0
4	RUB 52	10	1	10,0	RUB 46	10	4	40,0	RUB 79	10	8	80,0
5	RUB 48	11	2	18,2	RUB 44	12	2	16,7	RUB 80	10	4	40,0
6	RUB 45	10	2	20,0	RUB 68	10	1	10,0	RUB 81	10	5	50,0
7	RUB 47	11	1	9,1	RUB 42	12	0	0,0	RUB 84	10	2	20,0
8	RUB 43	12	0	0,0	RUB 66	12	1	8,3	RUB 85	10	9	90,0
9	RUB 63	10	1	10,0	RUB 65	12	3	25,0	RUB 86	10	10	100,0
10	RUB 38	13	0	0,0	RUB 39	10	2	20,0	RUB 88	11	8	72,7
11	RUB 36	12	0	0,0	RUB 2	12	4	33,3	RUB 87	11	9	81,8
12	RUB 58	13	1	7,7	RUB 60	12	0	0,0				
13					RUB 59	11	2	18,2				
14					RUB 57	11	1	9,1				
15					RUB 56	12	1	8,3				
<b>Total</b>		<b>132</b>	<b>12</b>		<b>67</b>	<b>24</b>			<b>112</b>	<b>81</b>		
<b>Max (%)</b>			<b>20,00</b>				<b>40,00</b>				<b>100,00</b>	
<b>Min (%)</b>			<b>0,00</b>				<b>0,00</b>				<b>20,00</b>	
<b>Média</b>			<b>9,58</b>				<b>14,60</b>				<b>71,32</b>	
<b>Variância</b>			<b>51,90</b>				<b>140,74</b>				<b>632,79</b>	

**Tabela 6.** Comparação das médias de ocorrência de inflorescências masculinas anormais entre tipos de cruzamentos interespecíficos caiaué x dendezeiro.

Tipo de cruzamento	Fc para homogeneidade das variâncias	GL	t
(OxD) x (OxT)	2,71ns		1,35ns
(OxD) x (OxP)	12,19*		7,85*
(OxT) x (OxP)	4,49*		6,94*

\* e <sup>ns</sup>, significativo e não significativo a 5% de probabilidade, respectivamente

## Germinação de pólen de híbridos interespecíficos entre caiaué e dendezeiro

Na Tabela 7, é apresentada a Anova. O efeito dos tratamentos foi significativo no percentual de germinação de pólen indicando que existem diferenças entre as médias destes ( $p=0,017\%$ ). A germinação percentual média foi de 64,53% e variou de 84,81%, para o dendezeiro tipo Pisífera, a 54,80% no híbrido Tenera obtido a partir do cruzamento entre o dendezeiro Tenera e o caiaué. Na Tabela 8, são apresentadas as médias dos tratamentos. O percentual de germinação de pólen de dendezeiro tipo Pisífera (84,81%) foi estatisticamente superior ao percentual de germinação de pólen dos híbridos interespecíficos, mas não diferiu do percentual de germinação de pólen do caiaué (73,13%). O percentual de germinação do pólen de caiaué, embora com valor superior ao dos híbridos, não diferiu estatisticamente destes. Os percentuais de germinação dos híbridos não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram valores próximos.

**Tabela 7.** Análise de variância da germinação percentual de grãos de pólen de dendezeiro, caiaué e híbridos interespecíficos.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Prob. (%)
Tratamento	5	3512,40	702,48	7,83*	0,0173
Resíduo	24	2153,53	89,73		
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>5665,93</b>			
<b>Média</b>		<b>64,53</b>			
<b>CV%</b>		<b>14,68</b>			

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.

**Tabela 8.** Percentual médio de germinação de pólen de dendezeiro, caiaué e híbridos interespecíficos.

Tipo de pólen	Média*
Dendezeiro Pisífera	84,81 <sup>a</sup>
Caiaué	73,13 <sup>ab</sup>
Híbrido tipo Dura (OxT)	58,29 <sup>b</sup>
Híbrido Dura (OxP)	58,10 <sup>b</sup>
Híbrido Dura (OxD)	58,02 <sup>b</sup>
Híbrido Tenera (OxT)	54,80 <sup>b</sup>
<b>Média</b>	<b>64,53</b>

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## Conclusões

Para seleção de progênies híbridas com acurácia superior a 85%, são necessários quatro anos de avaliação da produção de cachos na fase adulta. Para seleção individual de plantas híbridas com acurácia superior a 80% na predição do valor dos indivíduos, são necessários pelo menos seis anos de avaliação na fase adulta.

A ocorrência de ginandromorfia em híbridos interespecíficos obtidos do cruzamento entre o caiaué e o dendezeiro está associada, direta ou indiretamente, com o gene Pisífera oriundo do dendezeiro. As anomalias ocorrem durante todos os meses do ano.

A germinação de pólen de híbridos interespecíficos é inferior à das espécies genitoras caiaué e dendezeiro, contudo não é fator impeditivo à polinização e à frutificação dos híbridos, desde que haja número suficiente de inflorescência em antese e população de polinizadores que garantam a dispersão do pólen para as inflorescências femininas.

## Referências

BARCELOS, E. **Características genéticas e ecológicas de populações naturais de caiaué (*Elaeis oleifera* (H.B.K) Cortés na Amazônia Brasileira**. 1986. 108 p. Dissertação (Mestrado) - INPA/UA, Manaus.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: biometria**. Viçosa: UFV, 2006. 382 p.

FRANQUIVILLE, H. **Oil palm bud rot in Latin America: preliminary review of established facts and achievements**. S.I.: Cirad Tree Crops Department, 2001. 35 p.

HARTLEY, H. O. The use of range in analysis of variance. **Biometrika**, v. 37, p. 271-280, 1950.

MEUNIER, J. Le palmier de huile american, *Elaeis melanococca*. **Oléagineux**, v. 30, p. 51-62, 1975.

# Sistema Reprodutivo do Tucumã-do-Amazonas (*Astrocaryum aculeatum*, Meyer)

S. L. F. Ramos<sup>1</sup>; M. T. G. Lopes<sup>2</sup>; J. L. V. de Macêdo<sup>3</sup>; D. P. Rodrigues<sup>4</sup>;  
R. N. V. da Cunha<sup>3</sup>; R. Lopes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Eng. Agr., M.Sc., Bolsista CNPq, Faculdade de Ciências Agrárias; Universidade Federal do Amazonas (Ufam), Campus Universitário, Manaus, AM, slfr03@hotmail.com; <sup>2</sup>Eng. Agr., M.Sc., Dra., Faculdade de Ciências Agrárias, Ufam; mtglopes@ufam.edu.br; <sup>3</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, jeferson.macedo@cpaa.embrapa.br; ricardo.lopes@cpaa.embrapa.br, raimundo.nonato@cpaa.embrapa.br; <sup>4</sup>Bióloga., M.Sc., Dr., Faculdade de Ciências Biológicas, Ufam, prdoriane@ufam.edu.br.

Apoio: Embrapa Amazônia Ocidental, CNPq, Fapeam, ATU-Inpa.

## Resumo

O tucumã-do-amazonas (*Astrocaryum aculeatum* G. Meyer) é uma palmeira nativa, não domesticada, com grande variabilidade nas suas características morfológicas, constituindo-se em recurso genético para o melhoramento. O objetivo deste trabalho foi estudar o sistema reprodutivo do tucumã-do-amazonas, empregando marcadores microssatélites. Coletaram-se amostras de folíolos e frutos maduros de 11 plantas (matrizes) de uma população de tucumãzeiros. Os frutos constituíram as sementes para o estudo de propagação e de produção de plântulas para complementação do estudo de reprodução. As amostras de folíolos das matrizes e das plântulas foram utilizadas para o estudo do sistema de reprodução. Constatou-se que a germinação das sementes variou de 43,68% a 86,52%. No estudo do sistema reprodutivo, a taxa de cruzamento uniloco ( $t_s=0,978$ ) e multilocos ( $t_m=0,978$ ) indica que a espécie é predominantemente alógama. A correlação de paternidade ( $r_p=0,176$ ) demonstra que as progênies são constituídas principalmente por meios-irmãos.

**Palavras-chave:** propagação, marcadores moleculares, taxa de cruzamento.

## Introdução

O tucumã-do-amazonas (*A. aculeatum*) é uma palmeira nativa da América do Sul, encontrada nos Estados do Acre, do Mato Grosso, de Rondônia e principalmente do Amazonas, provável centro de origem (SOUZA et al., 1996). A ocorrência dessa espécie é comum em áreas desmatadas ou que sofreram alguma ação antrópica. A polpa do fruto é muito apreciada como alimento pela população da Região Amazônica (COSTA e VAN LEEUWEN, 2002). A espécie é explorada quase exclusivamente de forma extrativista, porém as populações espontâneas apresentam grande variabilidade nas características morfológicas, constituindo fonte de recursos genéticos para uso atual ou potencial no melhoramento genético.

Nos últimos anos, os marcadores moleculares têm sido empregados no estudo do sistema reprodutivo de diversas espécies vegetais, fornecendo informações sobre modo de reprodução, estimativas dos parâmetros do sistema misto de cruzamento, da taxa de cruzamento e da taxa de autofecundação, parâmetros importantes para programas de melhoramento genético. Além disso, o modo de reprodução e o sistema de cruzamento determinam como a variabilidade genética se organiza no espaço e no tempo.

O objetivo deste trabalho foi estudar o sistema reprodutivo do tucumã empregando a técnica de marcadores microssatélites (SSR – seqüências simples repetidas) como subsídios ao pré-melhoramento da espécie.

## Material e Métodos

### Coleta do material

De 11 plantas (matrizes) provenientes de uma população espontânea de *A. aculeatum*, foram coletados os folíolos, para o estudo do sistema de cruzamento, e os frutos maduros (sementes), para o estudo de propagação, formação de plântulas e realização de coleta de folíolos de 25 plântulas selecionadas de cada uma das 11 progênies; entretanto, as progênies dois e nove apresentaram 21 e 24 plântulas respectivamente, perfazendo um total de 270 plântulas.

No laboratório de dendê e agroenergia da Embrapa Amazônia Ocidental (Manaus, AM), os frutos foram despulpados, e os pirênios (sementes com endocarpo), colocados em ambiente natural sob sombra, para secagem. Após o desprendimento da semente do endocarpo, extraíram-se as sementes com auxílio de uma prensa de bancada (morsa).

Os folíolos coletados das 11 matrizes e das 270 plântulas foram colocados em sacos plásticos tipo *zip lock*, previamente identificados e contendo sílica gel. Em seguida foram encaminhados ao laboratório de biotecnologia da Universidade Nilton Lins para a extração do DNA genômico.

### Propagação de tucumã-do-amazonas

As sementes das matrizes foram colocadas em sacos plásticos transparentes perfurados em toda sua extensão e mergulhados em

tanques com água, que era trocada diariamente, para iniciar a embebição, durante quatro dias. Em seguida, as sementes foram colocadas em sacos plásticos transparentes identificados, preenchidos com ar e amarrados na abertura, e foram deixadas em uma sala para iniciar o processo de germinação. Três a quatro vezes por semana efetuava-se triagem, retirando as sementes germinadas e eliminando as contaminadas. A germinação permitiu detectar os quatro primeiros estádios de germinação do *A. aculeatum*, conforme descrito por Gentil e Ferreira (2005).

As sementes germinadas eram identificadas e levadas para um viveiro coberto com sombrite 50%, onde eram semeadas em tubetes com substrato comercial "Plantmax". Após a emergência, as plântulas que apresentavam de três a quatro folhas bifidas foram transplantadas para sacos plásticos pretos, próprios para a produção de mudas, com capacidade para 2 kg, contendo um substrato preparado com terriço de mata e esterco de galinha curtido e peneirado, na proporção 6:1 (m/m), ao qual foram adicionados mais 1,5 kg m<sup>-3</sup> de calcário dolomítico e 1,0 kg m<sup>-3</sup> de superfosfato triplo.

### Sistema de cruzamento do tucumã

#### Extração do DNA

Utilizou-se o método CTAB (MURRAY & THOMPSON, 1980), sendo retirados 100 mg de tecido foliar de cada uma das 281 amostras, as quais foram fragmentadas em pedaços bem pequenos e colocadas no gral de porcelana. Adicionaram-se 800 µL de detergente de extração de brometo de cetiltrimetilamônio 2X (CTAB), para ser macerada. O produto resultante foi colocado em tubos de ensaio tipo *appendorf*, de 1,5 ml. Em seguida, acrescentaram-se 2 µL de 2-β-mercaptoetanol. Os tubos foram incubados em banho-maria a 60°C, durante 30

minutos. Logo, adicionaram-se 600  $\mu\text{L}$  de clorofórmio e álcool isoamílico (CIA). Depois os tubos foram centrifugados a 14.000 rpm por 12 minutos. Posteriormente, pipetou-se a fase aquosa de cada uma das amostras, as quais foram depositadas em outros tubos *appendorf*. Adicionaram-se, em seguida, 400  $\mu\text{L}$  de isopropanol frio ( $-20\text{ }^\circ\text{C}$ ) à solução aquosa e misturou-se, para permitir a precipitação do DNA. O material foi incubado por 12 horas a  $-20\text{ }^\circ\text{C}$ . Em seguida, foram centrifugados a 7.500 rpm por 10 minutos, permitindo identificar o DNA precipitado (*pellet*). Depois realizou-se a eliminação do isopropanol e, em seguida, acrescentou-se, por duas vezes, 1 mL de etanol absoluto a 70% ao *pellet* de cada amostra por 10 minutos. Posteriormente, colocou-se 1 ml de etanol absoluto a 100% por três minutos, e deixou-se secar na capela por meia hora. O *pellet* foi combinado com 75  $\mu\text{L}$  de uma solução tampão TE (Tris-HCl e EDTA) acrescido de RNase. Esta foi incubada por 2 horas a  $37\text{ }^\circ\text{C}$  e *vortexada* de 30 em 30 minutos para a digestão do RNase. O material final foi armazenado.

### Quantificação e diluição do DNA

No laboratório de genética do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Amazonas, foi realizada a quantificação do DNA em gel de agarose 0,8% (p/v) por comparações visuais de sua fluorescência com padrões de massa molecular de DNA do fago lambda. O DNA *stock* quantificado, foram diluídos a uma concentração de 10 ng de DNA/ $\mu\text{L}$  em água mili-q.

### Amplificação dos loci SSR no DNA de tucumã

Foram amplificados oito pares de *primers* (mBg: 41, 58, 62, 66, 77 e 91. Bg: 17 e 55. Desenvolvidos por Billote et al. (2004) e Martinez et al. (2002), respectivamente, para a genotipagem do tucumã. Adicionou-

se ao *primer forward* de todos os *locus* a seqüência M13, segundo o protocolo descrito por Schuelke (2000) com algumas modificações.

### Reação de polimerase em cadeia (PCR), Diluição e genotipagem dos locus

Apresentou volumes de 0,8  $\mu\text{L}$  de  $\text{H}_2\text{O}$  mili-Q; 1,0  $\mu\text{L}$  do buffer Tp10X; 1,0  $\mu\text{L}$  de mix dNTP (20  $\mu\text{L}$  de cada dNTP mais 720  $\mu\text{L}$   $\text{H}_2\text{O}$  mili-Q); 1,0  $\mu\text{L}$  de  $\text{MgCl}_2$  (25 mM); 1,0  $\mu\text{L}$  de *primer reverse* (2,5 mM); 0,5  $\mu\text{L}$  de *primer forward* (2,5 mM); 0,5  $\mu\text{L}$  de *primer* fluorescente M13 (5 mM); 0,2  $\mu\text{L}$  do LGC Biotecnologia Taq DNA polimerase (5 U/ $\mu\text{L}$ ); e 4,0  $\mu\text{L}$  de DNA (10 ng).

O programa consistiu na desnaturação a  $94\text{ }^\circ\text{C}$  por 2 min, seguida por 25 ciclos a  $94\text{ }^\circ\text{C}$  por 10s, a temperatura de anelamento do *primer* por 20s e finalmente a  $72\text{ }^\circ\text{C}$  por 30s, seguida por um ciclo de  $72\text{ }^\circ\text{C}$  por 15 min, 20 ciclos a  $94\text{ }^\circ\text{C}$  por 10s, e finalmente  $50\text{ }^\circ\text{C}$  por 20s, depois a  $72\text{ }^\circ\text{C}$  por 30s, finalizando com uma extensão a  $72\text{ }^\circ\text{C}$  por 30 min.

Do produto das PCRs, uma parte foi diluída em uma proporção de 10%, para ser utilizada na genotipagem. Os PCRs diluídos foram visualizados em seqüenciador automático (*Mega Base 1000*). A estimativa do tamanho dos alelos, pares de bases (pb), foi realizada com o programa *Fragment Profiler* auxiliado pelo marcador de peso molecular ET-400-ROX.

### Sistema de cruzamento do tucumã

Utilizou-se o programa MLTR "*Multilocus Mating System Program*" desenvolvido por Ritland (2002), estimando: 1) a taxa de cruzamento *multiloco* ( $t_m$ ) da população; 2) a taxa de cruzamento média *uniloco* ( $t_s$ ) da população; 3) a correlação de paternidade de cruzamento entre dois irmãos, ou a

proporção de irmãos-completos entre irmãos de cruzamento dentro das progênies ( $r_p$ ) e 4) a correlação de cruzamento ou autofecundação entre *locus* dentro das progênies ( $r_s$ ). O erro padrão das estimativas foi estimado por reamostragem *bootstrap* (RITLAND, 2004). Utilizaram-se 1.000 reamostragens entre e dentro das progênies.

## Resultados e Discussão

### Propagação

A progênie seis iniciou a germinação no quinto dia, e a progênie cinco iniciou a germinação no 24º dia, sendo esta a última a iniciar a germinação. Todas as progênies tiveram período final de germinação de 269 dias, com exceção da progênie 10, que foi de 172 dias. A desuniformidade na germinação das sementes de *A. aculeatum* também é relatada por Gentil e Ferreira (2005).

O tempo médio da germinação (aparecimento do pecíolo cotiledonar) das sementes foi bastante desuniforme, variando de 51 dias para a progênie 10 e de 102 dias para a progênie 11 (Tabela 1). Gentil e Ferreira (2005) apresentaram tempo médio de aparecimento do pecíolo cotiledonar de 99 dias.

A porcentagem de sementes germinadas variou de 43,68% para a progênie 10 e de 86,52% para a progênie 1 (Tabela 1). Esses resultados são similares aos obtidos por Ferreira e Gentil (2006), que relatam 58% de germinação (sementes não embebidas) e 70% de germinação (sementes submetidas a nove dias de embebição).

Na fase de viveiro, a emergência ocorreu em média 50 dias após a repicagem das sementes germinadas para os tubetes, e a primeira folha bífida surgiu, em média, 30

dias após a emergência do eófilo, totalizando 80 dias para se obter uma plântula com a primeira folha bífida.

**Tabela 1.** Distribuição das progênies e resultados obtidos no processo de germinação e emergência das plântulas.

Nº Progênie	Início da germinação (dias)	Tempo médio de germinação (%)	Germinação (%)	Emergência (%)
1	13	67,6	86,52	60,67
2	13	98,2	46,55	36,21
3	10	83,1	63,53	38,24
4	13	67,2	50,00	32,56
5	24	92,4	44,00	25,14
6	5	67,5	62,34	33,77
7	10	93,5	58,49	31,13
8	13	83,5	47,33	29,33
9	13	57,8	55,93	42,37
10	10	51,0	46,09	24,35
11	21	102,2	43,68	22,63
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>80,5</b>	<b>53,49</b>	<b>32,24</b>

Da embebição até a formação da primeira folha bífida, quando se considera que a plântula está morfológicamente formada, o período médio foi de 161 dias. Para Gentil e Ferreira (2005), a completa expansão da primeira folha bífida se deu, em média, 253 dias após a embebição da semente.

Verifica-se também que a matriz que apresentou a maior percentagem de plântulas emergidas foi a matriz 1 (60,67%) e a que apresentou a menor percentagem de emergência foi a matriz 11 (22,63%).

### Sistema de Cruzamento

A taxa de cruzamento multiloco e uniloco, a partir da qual as progênies foram originadas, foi de 97,8%, sugerindo que a espécie se reproduz por sistema misto de reprodução com predomínio de fecundação cruzada. Altas estimativas de cruzamento têm sido encontradas para outras palmeiras, como *A. mexicanum* (EGUIARTE et al., 1992) e *Euterpe edulis* (CONTE, 2004).

Os resultados de autofecundação ( $\hat{s} = 1 - \hat{t}_m$ ) apresentaram taxa muito baixa, que foi de 2,2%, e essa autofecundação é distribuída entre a correlação de t entre lócus ( $r_s = 0,898$ ) que corresponde à fração de endogamia devido à endogamia uniparental e à fração de endogamia biparental ( $1 - r_s = 0,102$ ).

A correlação da paternidade ( $r_p$ ) mede a proporção de indivíduos de cruzamentos que foram gerados por cruzamentos biparentais, ou seja, irmãos completos (MOURA, 2005). Em *A. aculeatum*, a  $r_p = 0,176$ , revelou que o processo de polinização cruzada foi aleatório com poucos cruzamentos biparentais.

## Conclusões

A estimativa dos parâmetros do sistema de cruzamento determinou que *A. aculeatum* é uma espécie predominantemente alógama, com 97,8% de exocruzamento e taxa de autofecundação de 2,2%.

As altas taxas de fecundação cruzada verificadas na população de tucumã-do-amazonas resultaram em progênieis predominantemente compostas por meios-irmãos.

## Referências

BILLOTE, N. et al. A new set of microsatellite markers for the peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth): characterization and across-taxa utility within the tribe Cocoeae. **Molecular Ecology Notes**, v. 4, p. 580-582, 2004.

CONTE, R. **Estrutura genética de populações de *Euterpe edulis* Mart. submetidas à ação antrópica utilizando marcadores alozímicos e microssatélites**. 2004. 135 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, São Paulo.

COSTA, J. R.; VAN LEEUWEN, J. O uso do tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) por produtores rurais em áreas alteradas e degradadas no Estado do Amazonas. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 5., 2002, Belo Horizonte. **Anais de trabalhos voluntários**. Viçosa: Folha de Viçosa, 2002. p. 311-312.

EGUIARTE, L. E.; PEREZ-NASSER, N.; PIÑERO, D. Genetic - structure, outcrossing rate and heterosis in *Astrocaryum mexicanum* (Tropical Palm): implications for evolution and conservation. **Heredity**, v. 69, p. 217-228, 1992.

FERREIRA, S. A. N.; GENTIL, D. F. O. Extração, embebição e germinação de sementes de tucumã *Astrocaryum aculeatum*. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 36, n. 2, p. 141-146, 2006.

GENTIL, D. F. O.; FERREIRA, S. A. N. Morfologia da plântula em desenvolvimento de *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 35, n. 3, p. 337-342, 2005.

MARTÍNEZ, A. K. et al. Microsatellite loci in *Bactris gasipaes* (Arecaceae): their isolation and characterization. **Molecular Ecology**, v. 2, p. 408-410, 2002.

MOURA, M. C. O. **Distribuição da variabilidade genética em populações naturais de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish por isoenzimas e RAPD.** 2005. 165 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MURRAY, M. G.; THOMPSON, W. F. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA. **Nucleic Acids Research**, v. 8, n. 19, p. 4321-4326, 1980.

RITLAND, K. Extensions of models for the estimation of mating systems using  $n$  independent locos. **Heredity**, v. 88, p. 221-228, 2002.

RITLAND, K. Multilocus mating system program-MLTR Version 3.0. Vancouver, 2004. Disponível em: <<http://genetics.forestry.ubc.ca/ritland/programs.html>>. Acesso em: 3 set. 2007.

SCHUELKE, M. An economic method for the fluorescent labeling of PCR fragments. **Nature Biotechnology**, v. 18, p. 233-234, 2000.

SOUZA, A. das G. C. de; SOUSA, N. R.; SILVA, S. E. L. da; NUNES, C. D. M.; CANTO, A. do C.; CRUZ, L. A. de A. **Fruteiras da Amazônia.** Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1996. 204 p. (Biblioteca Botânica Brasileira, 1).



# **Piscicultura**



# Avaliação da Potencialidade do Uso do Alho e do Cipó-Alho no Cultivo do Tambaqui

R. C. S. e Silva<sup>1</sup>; L. A. K. A. Inoue<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mestrando do curso de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras Tropicais, Bolsista Fapeam, Ufam, Manaus, AM; <sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, luis.inoue@cpaa.embrapa.br.

Apoio: Embrapa e CNPq

## Resumo

A piscicultura é uma das atividades agropecuárias que mais crescem na Amazônia. Isso é devido à importância natural dos peixes, alimentação das populações humanas locais, que sempre os tiveram em abundância. Contudo, o crescimento dos centros urbanos, especialmente Manaus, e o aumento da pressão de captura dos estoques naturais são fatores responsáveis pelo declínio da fartura de peixes na região. Dessa forma, a piscicultura vem crescendo como alternativa que atende ao apelo ambiental de conservação dos peixes amazônicos, gerando ainda emprego e renda para as comunidades rurais. Entretanto, os cultivos comerciais de peixes trabalham com densidades de animais mais elevadas que as encontradas na natureza. A disseminação de doenças e organismos parasitos é facilitada. Assim o uso indiscriminado de produtos químicos no controle e na prevenção de problemas sanitários está cada vez mais evidente. A proposta do presente trabalho é testar o uso de produtos naturais (alho e cipó-alho) na prevenção de doenças no peixe mais cultivado na Amazônia – o tambaqui. O alho possui características medicinais comprovadas, inclusive para peixes. O cipó-alho é uma planta da Amazônia com características similares ao alho, entretanto ainda pouco explorada e aparentemente sem valor comercial.

**Palavras-chave:** prevenção, produtos naturais.

## Introdução

A aquicultura surge como atividade de indiscutível relevância no contexto da produção de alimentos nobres para o homem. Aproximadamente 75% dos estoques pesqueiros de importância comercial encontram-se em declínio, devido à exploração desordenada (FAO, 2002). A atividade atualmente vem sendo considerada como a única alternativa para a redução do déficit entre demanda e oferta de produtos aquícolas.

A piscicultura vem se apresentando como atividade do setor agropecuário que mais cresce; em 2000, teve crescimento da ordem de 35 %, destacando-se como a única do setor agropecuário presente em todos os estados do País. Esse crescimento está relacionado com a capacidade da atividade em gerar divisas, em aproveitar de forma sustentável os recursos íctios e promover o desenvolvimento social e econômico (NEW, 1998).

A produção racional de peixes está em expansão na região, acompanhando a tendência brasileira e mundial, contudo a criação de peixes de forma intensiva ainda é diminuta. A região amazônica dispõe de vários fatores que favorecem a piscicultura, tais como: grande

disponibilidade de água e espaço físico; grande diversidade de espécies de peixes habitando suas águas; e mercado consumidor (GOUDING, 1980; VAL e ALMEIDA-VAL, 1999).

Além do tambaqui, são espécies muito cultivadas: a matrinxã e, mais recentemente, o pirarucu (ONO, 2005). Dados oficiais do Ibama para o ano de 2004 mostraram uma produção de 4.775 toneladas de pescado pela aquicultura no Estado do Amazonas, sendo duas espécies responsáveis por mais de 99% desse volume: o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e a matrinxã (*Brycon amazonicus*).

O tambaqui é um peixe da família Serrasalminidae, de crescimento rápido, de alto valor comercial e bastante apreciado pelo consumidor local. Essa espécie, que já atingiu mais de 44% do peso total desembarcado em Manaus (VAL e HONCZARYK, 1995), representa 95% da produção aquícola (IBAMA, 2005).

A criação de peixes de forma intensiva ainda é diminuta, apesar da adoção de sistemas cada vez mais intensivos na produção do tambaqui, para que se possa aproveitar ao máximo a água e o espaço na obtenção de uma maior safra. Entretanto, problemas relacionados à sanidade animal são também mais freqüentes por causa da maior taxa de estocagem, da facilidade de deterioração da qualidade da água, do maior contato entre os indivíduos e da facilidade de disseminação dos organismos patogênicos.

As doenças em peixes são causadas geralmente por microrganismos oportunistas. Nesse caso, as doenças se manifestam e o controle destas envolve o uso de produtos químicos como: o formaldeído, o verde malaquita, o azul de metileno e os antibióticos oxitetraciclina, cloranfenicol, etc.

(PAVANELLI et al., 1998). Muitos desses apresentam potencial tóxico elevado. Dessa forma, o uso de produtos naturais com conhecida característica medicinal apresenta-se como alternativa interessante para amenizar a disseminação de doenças e conseqüentemente melhorar o desempenho zootécnico.

Trabalhos informam características positivas do uso do alho (*Allium sativum*) no tratamento de doenças em peixes (BUCHMANN et al., 2003; LATERÇA et al., 2002; MADSEN et al., 2000; BOXASPEN e HOLM, 1992) e melhoria no crescimento (SASMAL et al., 2005).

O cipó-alho (*Adenocalymna alliaceum*), planta nativa da Amazônia com características similares ao alho, ainda é pouco explorada e aparentemente não tem valor comercial. Entretanto, informações sobre efeitos medicinais do cipó-alho para animais são ausentes, ainda mais em se tratando de peixes amazônicos.

## Material e Métodos

Alevinos de tambaqui serão obtidos na estação de piscicultura da hidrelétrica de Balbina, localizada nas imediações do Município de Presidente Figueiredo, AM. Inicialmente os peixes serão estocados em viveiro escavado nas instalações da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, por um período de recria de 30 dias.

A alimentação será com ração comercial contendo 32% de proteína bruta, e os peixes, quando atingirem cerca de 50 g, serão estocados em nove gaiolas de tela metálica em açude, localizado no Pesque Pague San Diego, Manaus, AM, na densidade de 50 peixes/gaiola. Os peixes serão distribuídos de forma homogênea.

Todos os peixes serão pesados e medidos na ocasião da estocagem, anestesiados em banhos com eugenol (ROUBACH et al., 2005) na concentração de 50 mg/L.

Será utilizada uma régua, fixada numa caixa de madeira, para obtenção do comprimento total dos animais, em centímetros, e balança de precisão de duas casas, para leitura do peso total dos animais, além de realizada a coleta de sangue dos animais.

Após a biometria inicial, os peixes serão alimentados com uma ração controle e duas rações experimentais duas vezes ao dia até a saciedade aparente, uma contendo alho e outra, cipó-alho, num período de 45 dias. A cada intervalo de 15 dias, os peixes das unidades experimentais serão submetidos a nova biometria e coleta de sangue.

A homogeneidade do lote, após a pesagem no início do experimento, deverá ser analisada através do teste Cochran, com 5% de probabilidade (MENDES, 1999).

Os resultados das biometrias do experimento deverão ser determinados por análise de variância para o delineamento inteiramente casualizado, nível de 5% de significância com a finalidade de aferir o efeito dos tratamentos sobre o desempenho dos peixes. O teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) poderá ser utilizado com o intuito de discriminar as médias, caso "F" seja significativo.

## Rações experimentais

Três rações serão confeccionadas a partir de ingredientes tradicionais, como milho, soja e farinha de peixe. Uma ração controle (30% PB) sem a adição de alho ou cipó-alho será feita, além de realizada análise bromatológica no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa). A segunda ração será composta por 5 kg da ração controle mais 0,5 kg de sal e 0,5 kg de alho descascado e moído.

Finalmente a terceira ração será composta por 5 kg da ração controle mais 0,5 kg de sal mais 0,5 kg da parte aérea do cipó-alho seco e moído. O sal será também adicionado à ração controle na mesma proporção que nas outras duas rações experimentais. Todas as rações serão peletizadas.

O alho será comprado no mercado local e o cipó-alho vem sendo cultivado pelo setor de plantas medicinais da Embrapa Amazônia Ocidental. A produção de massa verde e corte será de acordo com a rotina da Embrapa. Após colheita do material, este será pesado e exposto ao ar. Diariamente será realizada uma pesagem da massa verde até que o material apresente peso constante para moagem e mistura na ração.

Os parâmetros a serem avaliados são:

- Desempenho

Os parâmetros de crescimento a serem observados no experimento:

- Ganho de peso (GP):  
 $GP = \text{Peso médio final} - \text{Peso médio inicial}$
- Consumo médio de ração individual (CMDi):  
 $CMDi = \text{Quantidade de ração fornecida por dia (g)} / N^{\circ} \text{ de peixes}$
- Consumo individual médio de ração no final do experimento (CIMFi):  
 $CIMFi = \sum CMDi$
- Conversão alimentar aparente (CAA):  
 $CAA = CIMFi / (\text{peso médio final} - \text{peso médio inicial})$
- Crescimento específico em peso dos peixes (CEP):  
 $CEP = 100 \times (\ln \text{ peso médio final} - \ln \text{ peso médio inicial}) / \text{tempo}$
- Taxa de sobrevivência dos peixes (TS):  
 $TS = 100 \times (\text{número final de peixes} / \text{número inicial de peixes})$

## Monitoramento da qualidade de água

Os principais parâmetros físicos e químicos da qualidade da água do açude, onde estarão instaladas as gaiolas, serão monitorados durante todo o experimento. Diariamente serão medidos: oxigênio dissolvido, pH e temperatura. A cada quatro dias serão avaliados também os parâmetros de alcalinidade, dureza e amônia.

Todas as análises de água serão realizadas no período da manhã, de duas a três horas depois do nascer do sol. A temperatura e o oxigênio serão mensurados por um medidor YSI modelo 55. O pH será medido por outro equipamento da mesma marca, mas modelo YSI pHmeter 74. Os valores de alcalinidade e dureza da água serão medidos por titulação com ácido sulfúrico diluído e EDTA, respectivamente (BOYD e TUCKER, 1992).

## Parâmetros hematológicos

### Coleta de sangue

Amostras de sangue serão obtidas por punção do vaso caudal utilizando-se seringas heparinizadas. Esse sangue será destinado à determinação do número de eritrócitos (RBC), leucócitos (LEU), hematócrito (Ht), concentração de hemoglobina ([Hb]), glicose plasmática e colesterol, como descritos a seguir:

- **Contagem de eritrócitos e leucócitos:** A contagem de eritrócitos (RBC) deverá ser realizada em câmara de Neubauer após diluição em solução de Natt e Herrick (1952). Após 10 minutos de repouso, a contagem dos eritrócitos será realizada na câmara de Neubauer com auxílio de um microscópio óptico com ampliação de 400 vezes. Os eritrócitos serão contados em cinco áreas de  $0,04 \text{ mm}^2$  e os valores serão expressos em L de sangue. A contagem dos leucócitos totais (LEU) deverá ser feita utilizando-se as extensões sanguíneas, segundo Tavares-Dias

et al. (2002), após serem previamente coradas pelo método de coloração rápida – MGGW, segundo Tavares-Dias e Moraes (2003).

- **Determinação do Ht:** O Ht será determinado com uso de um tubo capilar heparinado e centrifugado em centrífuga de micro-hematócrito Fanem modelo 241 a 5.000 rpm durante 6 minutos. A leitura do percentual (%) da sedimentação dos eritrócitos será feita em escala padronizada de volume celular.
- **Determinação da concentração de hemoglobina:** Para dosagem da [Hb] será usado o método da cianometa-hemoglobina. O procedimento consistirá na diluição de  $10 \mu\text{L}$  de sangue em 2 mL do reagente de Drabkin, que após homogeneização permanecerá em repouso por 3 minutos. A amostra deverá ser lida em absorbância de 540 nm em espectrofotômetro. A concentração de hemoglobina será calculada usando-se a fórmula:

$$\text{Hb (g/dL)} = \text{Absorbância da amostra} \times \text{Fator}^*$$

$$*\text{Fator} = 14,3/\text{Absorbância padrão}$$

- **Determinação da glicose plasmática:** A determinação da glicose será feita pelo método enzimático-colorimétrico (glicose oxidase), utilizando-se um kit comercial (Doles). As amostras de sangue serão centrifugadas em centrífuga da marca NanoFuge, para a separação do plasma dos eritrócitos. Em seguida,  $10 \mu\text{L}$  de plasma de cada amostra será diluído em 1 mL do reagente Glucox, posteriormente agitado em agitador de tubo da marca Fanem modelo 251 e mantido em banho-maria a  $37^\circ \text{ C}$  durante 10 minutos. As amostras serão lidas em 510 nm em espectrofotômetro. A glicose plasmática será calculada usando-se a fórmula:

$$\text{Glicose (mg/dL)} = \text{Absorbância da amostra} \times \text{Fator}^*$$

$$*\text{Fator} = 100/\text{Absorbância padrão}$$

## Índices hematimétricos de Wintrobe

Após obtenção dos resultados de RBC, Ht e [Hb], para cada indivíduo, os valores do volume corpuscular médio (VCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) serão determinados seguindo as recomendações de Wintrobe (1934):

$$\text{VCM (um}^3\text{/cel)} = \text{Ht} * 10 / \text{RBC}$$

$$\text{CHCM (\%)} = [\text{Hb}] * 100 / \text{Ht}$$

## Resultados Esperados

- Indicar o cipó-alho como inovação tecnológica no cultivo do tambaqui na Amazônia.
- Contribuir para o melhor conhecimento da biologia do tambaqui.
- Gerar informações úteis para a criação comercial dessa espécie e melhoria das condições de cultivo.
- Revelar o potencial de exploração de uma planta amazônica (cipó-alho) sem importância econômica aparente.

## Referências

BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. **Water quality and pond soil analyses for aquaculture**. Alabama: Auburn University, 1992. 183 p.

BOXASPEN, K.; HOLM, J. C. New biocides used against sea lice compared to organophosphorus compounds. In: DE PAUW, N.; JOYCE, J. (Ed). **Aquaculture and the environment: reviews of the International Conference Aquaculture Europe '91**. Dublin, Ireland: EAS, 1991. p. 393-402. (EAS Special Publication, 16).

BUCHMANN, K.; JENSEN, P. B.; KRUSE, K. D. Effects of sodium percarbonate and garlic extract on *Ichthyophthirius multifiliis* Theronts and Tomocysts: in vitro experiments. **North American Journal of Aquaculture**, v. 65, n.1, p.21-24, 2003.

FAO. The State of world of fisheries and aquaculture. Reports FAO Information division. Rome, Italy. Disponível em: <<http://www.fao.org>. org.2002>. Acesso em: 20 ago. 2008.

GOULDING, M. **The fish and forest: explorations in Amazonian Natural History**. Los Angeles: University of California, 1980. 280 p.

IBAMA. **Estatística da pesca Brasil: grandes regiões e unidades da federação**. Brasília, DF, 2005.

LATERÇA, M. L. et al. Alternative treatment for *Anacanthorus penilabiatus* (Monogenea: Dactylogyridae) infection in cultivated pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Osteichthyes: Characidae) in Brazil and its haematological effects. **Parasite**, v. 9, n. 2, p. 175-180, 2002.

MADSEN, H. C. K., BUCHMANN, K., MELLERGAARD, S. Treatment of trichodiniasis in eel (*Anguilla anguilla*) reared in recirculation systems in Denmark: alternatives to formaldehyde. **Aquaculture**, v. 186, n. 3-4, p. 221-231, 2000.

MENDES, P. P. **Estatística aplicada à Aquicultura**. Recife: Bargaço, 1999. 265 p.

NATT, M. P.; HERRICK, C. A. A new blood diluent for counting the erythrocytes and leucocytes of the chicken. **Poultry Science**, v. 31, p. 735-738, 1952.

NEW, M. 1998. **Global aquaculture**. In: Congresso Sul-Americano de Aqüicultura, 1.; Simpósio Brasileiro de Aqüicultura, 10.; Simpósio Brasileiro sobre Cultivo de Camarões, 5.; Feira de Tecnologia e Produtos para Aqüicultura, 2, Recife: PNFC / ABRAq, 1998. v. 1. p. 58.

ONO, E. A. Cultivar peixes na Amazônia: possibilidade ou utopia? **Panorama da Aqüicultura**, v. 90, p. 41-48, jul./ago. 2005.

PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M. **Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento**. Maringá: Eduem, 1998. 264 p.

ROUBACH, R. et al. Eugenol as an efficacious anesthetic for tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Aquaculture Research**, v. 36, p. 1056-1061, 2005.

SASMAL, D.; BABU, C. S.; ABRAHAM, T. J. Effect of garlic (*Allium sativum*) extract on the growth and disease resistance of *Carassius auratus*. **Indian Journal of Fisheries**, v. 52, n. 2, p. 207-214, 2005.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. Características hematológicas da *Tilapia rendalli* Boulenger, 1896 (Osteichthyes: Cichlidae) capturada em "pesque-pague" de Franca, São Paulo, Brasil. **Bioscience Journal**, v. 19, p. 103-110, 2003.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R.; MARTINS, M.L.; SANTANA, A.E. 2002 Haematological changes in *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) with gill ichthyophthiriasis and saprolegniosis. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 28(1):1-9.

VAL, A. L.; HONCZARYK, A. **Criando peixes na Amazônia**. Manaus: INPA, 1995. 165 p.

VAL, A. L.; ALMEIDA-VAL, V. M. F. **Volume overview: biology of tropical fish**. Manaus, 1999. 460 p.

# Comparação da Sensibilidade de *Metil paration* entre Peixes da Amazônia e Espécies da Região Temperada

A. R. Artero<sup>1</sup>; R. G. Corrêa<sup>2</sup>; A. V. Waichman<sup>3</sup>; M. V. B. Garcia<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Aluno de Mestrado da Universidade de Wageningen, Holanda, wetto3@hotmail.com; <sup>2</sup>Mestre em Biotecnologia e Recursos Naturais (UEA), Manaus, AM, rachelgeber@yahoo.com.br; <sup>3</sup>Professora-Adjunta da Universidade Federal do Amazonas (Ufam), Manaus, AM, awaichman@ufan.edu.br; <sup>4</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, marcos.garcia@cpaa.embrapa.br

## Resumo

O metil paration (inseticida organofosforado) possui alta toxicidade para organismos aquáticos, mesmo assim é amplamente utilizado em cultivos de frutas e verduras nas áreas de várzea da Amazônia, podendo ser uma das principais causas da poluição dos ecossistemas aquáticos associados. Este estudo objetivou avaliar o efeito de metil paration em espécies endêmicas de peixes da Amazônia para a comparação da sensibilidade com espécies de regiões temperadas, através de curvas de distribuição de sensibilidade (SSD). O efeito do metil paration nas espécies amazônicas foi avaliado através de testes de toxicidade aguda (CL<sub>50</sub> 96h) proporcionando os seguintes resultados: *Dicrossus filamentosus* (CL<sub>50</sub> = 2,90 mg/L), *Corydoras pigmaeus* (CL<sub>50</sub> = 4,09 mg/L), *Colossoma macropomum* (CL<sub>50</sub> = 4,98 mg/L), *Nannostomus unifasciatus* (CL<sub>50</sub> = 5,39 mg/L), *Paracheirodon axelrodi* (CL<sub>50</sub> = 6,09 mg/L) e *Hyphessobrycon erythrostigma* (CL<sub>50</sub> = 7,27 mg/L). O resultado da comparação das curvas de sensibilidade entre as espécies de regiões temperadas (obtido da base de dados da RIVM) e da Região Amazônica não apresentou diferenças significativas. Este trabalho sugere que os dados de toxicidade de metil paration com espécies temperadas podem ser usados para o estabelecimento de critérios e normas de qualidade da água na Amazônia, embora número maior de espécies nativas ainda precise ser testado.

**Palavras-chave:** *Metil paration*, toxicidade, peixes amazônicos.

## Introdução

Metil paration é um inseticida organofosforado, não sistêmico, altamente tóxico para organismos aquáticos, utilizado para controlar populações de indivíduos danosos à produção agrícola numa grande variedade de culturas (ATSDR, 2001).

Waichman et al. (2007) mostraram que metil paration é amplamente utilizado entre agricultores de frutas e verduras nas áreas de várzea (42%). Além disso, esse estudo mostrou que os agricultores aplicam de maneira indiscriminada esse agrotóxico no meio ambiente, em desacordo com a legislação vigente do País, produzindo risco potencial não somente para a saúde humana, como também para a biodiversidade e para a abundância de peixes nos ecossistemas aquáticos correlacionados.

Os critérios utilizados no Brasil para controle e monitoramento ambiental de ecossistemas aquáticos dessa substância, assim como em muitos países da região tropical, estão baseados nos critérios utilizados na Europa e na América do Norte, devido à falta de conhecimento da

toxicidade desse agrotóxico em espécies endêmicas da Região Amazônica. Esses critérios não levam em consideração a diferença da sensibilidade das espécies e das condições ambientais tropicais (LACHER et al., 1997).

A variação da sensibilidade entre as espécies de peixes tropicais e temperadas pode ser precisamente descrita pela construção de uma Curva de Distribuição de Sensibilidade de Espécies (Species Sensitivity Distribution – SSD), que é definida como uma função de distribuição acumulativa da toxicidade de um composto em grupo de espécies (POSTHUMA et al., 2002). Normalmente as curvas de SSD são utilizadas para calcular a HC (hazardous concentration), que representa a concentração do agrotóxico na água que afeta uma proporção de espécies determinada (tipicamente 5% ou 10%) (VERSTEEG et al., 1999).

Kwok et al. (2007) compararam a sensibilidade entre espécies tropicais e temperadas para seis agrotóxicos utilizando o conceito de SSD. Eles observaram que as espécies tropicais de peixes tendem a ser mais sensíveis que as temperadas, contudo o conhecimento sobre o efeito de agrotóxicos nas espécies tropicais ainda é muito limitado, especialmente para espécies endêmicas da Região Amazônica.

Neste trabalho, o efeito de metil paration foi avaliado em espécies endêmicas amazônicas, com a finalidade de fazer uma comparação inicial da sua sensibilidade com a sensibilidade das espécies temperadas.

## Material e Métodos

O efeito de metil paration foi avaliado por meio de testes de toxicidade aguda ( $CL_{50}$  96 horas) para seis espécies de peixes da Amazônia: *Dicrossus filamentosus*, *Paracheirodon axelrodi*, *Nannostomus*

*unifasciatus*, *Corydoras pigmaeus*, *Hyphessobrycon erythrostigma* e *Colossoma macropomum*. Os indivíduos foram testados livres de tratamento com antibióticos ou com prévia contaminação com agrotóxico. Realizaram-se os testes definitivos para determinar a  $CL_{50}$ , adaptando as normas da OECD para as condições amazônicas (OECD, 1992). Os testes agudos foram estáticos (sem troca de água) e duraram 4 dias (96 horas). Medidas diárias de temperatura na água, pH, oxigênio dissolvido, dureza da água e mortalidade foram feitas. Os testes tinham fotoperíodo de 12 horas com luz natural e temperatura da água controlada a  $27\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Para cada espécie, foram testadas cinco concentrações, com três replicadas (concentração nominal do agrotóxicos: C1, C2, C3, C4, C5) além do controle negativo (C0), em recipientes de vidro contendo 2,5 litros de solução teste, com um período de aclimatação de 24 horas. Em cada recipiente (unidade de teste), dez indivíduos foram expostos à substância tóxica. A água usada no experimento foi similar à da região de origem dos peixes: dureza da água entre 3 mg – 4 mg  $\text{CaCO}_3$  e pH entre 5,5 e 6,5, com concentração de oxigênio maior que 60% da saturação. Para suprir a falta de oxigênio nos recipientes, um sistema de aeração foi instalado. As curvas de dose-resposta foram construídas utilizando o software ToxRat, e a  $CL_{50}$  e os limites de confiança, calculados pelo método dos Probitos. A comparação da sensibilidade entre as espécies tropicais amazônicas e temperadas foi feita por meio do conceito de SSD utilizando o software ETX 2.0, levando em consideração valores de HC5 e HC50 (5% e 50% das espécies respectivamente). Os resultados de toxicidade aguda de metil paration para as espécies temperadas foram coletados na base de dados da RIVM (Instituto Nacional do Ambiente e de Saúde Pública da Holanda).

## Resultados e Discussão

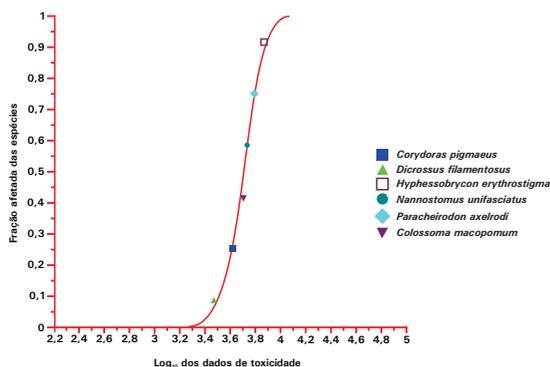
Dentre as espécies amazônicas testadas, *Dicrossus filamentosus* apresentou maior sensibilidade ( $CL_{50} = 2,90$  mg/l). *Hyphessobrycon erythrostigma* ( $CL_{50} = 7,27$  mg/l) foi a menos sensível à exposição de metil paration. Os resultados podem ser observados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resultados dos testes de toxicidade aguda com metil paration em termos de  $CL_{50}$  e intervalo de confiança (IC) de 95%.

Espécies Endêmicas Amazônicas	$CL_{50}$	IC 95%
<i>Dicrossus filamentosus</i>	2,90	(2,66 - 3,17)
<i>Corydoras pigmaeus</i>	4,09	(3,82 - 4,38)
<i>Colossoma macopomum</i>	4,98	(4,41 - 5,63)
<i>Nannostomus unifasciatus</i>	5,39	(5,02 - 5,78)
<i>Paracheirodon axelrodi</i>	6,09	(5,49 - 6,76)
<i>Hyphessobrycon erythrostigma</i>	7,27	(7,05 - 7,49)

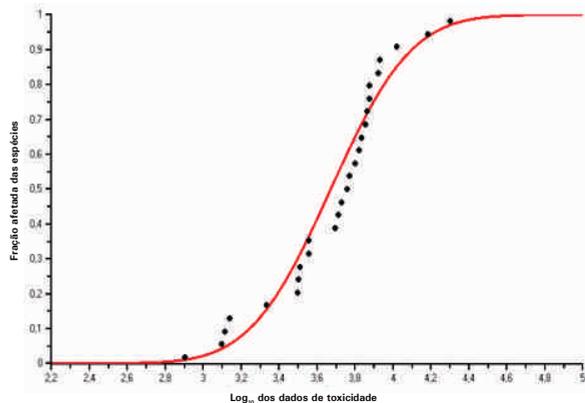
Esses resultados são semelhantes aos resultados mostrados por Aguiar et al. (2004) e Cruz et al. (2004) sobre o efeito de metil paration em *Brycon cephalus* e *Piaractus mesopotamicus*, respectivamente.

A Figura 1 mostra a curva de SSD para os resultados de toxicidade aguda  $CL_{50}$  obtidos neste trabalho para espécies endêmicas amazônicas.



**Fig. 1.** Curva de SSD para os resultados de toxicidade aguda  $CL_{50}$  para espécies endêmicas amazônicas.

A Figura 2 mostra a curva de SSD para os dados de toxicidade aguda para peixes de regiões temperadas.



**Fig. 2.** Curva de SSD para os dados de toxicidade aguda  $CL_{50}$  para espécies de regiões temperadas.

A Tabela 2 mostra os resultados de HC5 e HC50 com os correspondentes valores de intervalos de confiança (IC 95%) obtidos a partir das curvas de sensibilidade de espécies de peixes da Região Amazônica e espécies de regiões temperadas para metil paration.

**Tabela 2.** Resultados dos testes de toxicidade aguda com metil paration em termos de  $CL_{50}$  e intervalo de confiança (IC) de 95%.

	HC5 (IC 95%)	HC50 (IC 95%)
Região Amazônica	2,80 (1,49-3,70)	4,91 (3,77-6,41)
Região Temperada	1,31 (0,83-1,82)	4,70 (3,65-6,04)

Os resultados da comparação de sensibilidade entre espécies de peixes amazônicos e espécies temperadas a respeito de metil paration em termos de HC5 e HC50 não mostraram diferenças significativas.

Esses resultados distinguem-se dos de Kwok et al. (2007), que estudaram as diferenças de sensibilidade entre espécies de peixes tropicais e espécies temperadas utilizando seis agrotóxicos diferentes, mostrando que as espécies tropicais são mais sensíveis.

Dyer et al. (1997) observaram que as espécies de peixes em regiões mais frias são mais sensíveis aos agrotóxicos, seguidas das espécies temperadas e tropicais, respectivamente.

## Conclusões

As espécies de peixes amazônicos testadas não apresentaram diferenças significativas de sensibilidade ao metil parathion, quando comparadas às espécies de regiões temperadas.

Esses resultados sugerem que os dados de toxicidade obtidos para metil parathion com as espécies de peixes de regiões temperadas podem ser usados para o estabelecimento dos critérios e normas de qualidade da água na Amazônia.

Apesar desses resultados, estudos com um número maior de espécies nativas precisam ainda ser desenvolvidos com o objetivo de conseguir maior representatividade da biodiversidade de peixes nos ecossistemas aquáticos amazônicos.

## Agradecimentos

À Embrapa, por oferecer o laboratório para iniciar nosso estudo.

Aos doutores Marcos Garcia (Embrapa), Andréa Viviana Waichman (Ufam) e Paul van den Brink (Wageningen University), pelo incentivo e apoio científico.

## Referências

AGUIAR, L. H. et al. Metabolical effects of Folidol 600 one the neotropical freshwater fish matrinxã, *Brycon cephalus*. **Environmental Research**, v. 95, p. 224-230, 1995.

ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for methyl parathion. U.S. Department of Health and Human Services. Available at: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp48.html>. (15 de junho de 2008).

CRUZ, C.; MACHADO NETO, J. G.; MENEZES, M. L. Acute toxicity of insecticide methyl parathion and of the biopesticide azadirachtin from neem leaves (*Azadirachta indica*) to alevine and juvenile pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 14, 2004.

DYER S. D.; BELANGER S. E.; CARR G. J. An initial evaluation of the use of Euro/North American fish species for tropical effects assessments. **Chemos**, v. 35, p. 2767-2781, 1997.

LACHER, T. E.; GOLDSTEIN, M. I. Tropical Ecotoxicology: status and needs. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 16, p. 100-111, 1997.

KWOK, K. W. H. et al. Warne and M. Crane Comparison of tropical and temperate freshwater species sensitivities to chemicals: implications for deriving safe extrapolation factors. **Int Environ Assess and Mang**, v. 3, p. 49-67, 2007.

OECD: Organization for Economic Cooperation and Development. **Guidelines for the testing of chemicals**. Fish Acute Toxicity Test. Adopted test guideline 203. Paris: Environment Directorate, 1992.

POSTHUMA L.; SUTER G. W. II; TRAAS T. P. **Species-sensitivity distributions in ecotoxicology**. Boca Raton: Lewis, 2002.

VERSTEEG, D.J.; BELANGER, S.E.; CARR, G.J. Understanding single-species and model ecosystem sensitivity: Data-based comparison. **Environ. Toxicol. Chem.** 18, 1329-1346, 1999.

WAICHMAN, A. V.; NINA, N. C. S. Do farmers understand the information displayed on pesticide product labels? A key question to reduce pesticides exposure and risk poisoning in the Brazilian Amazon. **Crop Protection**, v. 26, p. 576-583, 2007

# Transporte de Juvenis de Matrinxã (*Brycon Amazonicus*): Uso da Zeolita e do Eugenol para Minimizar o Estresse

F. R. Brandão<sup>1</sup>; L. A. K. A. Inoue<sup>2</sup>; G. Moraes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mestrando do curso de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras Tropicais, Bolsista Fapeam/Ufam, Manaus, AM; <sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, luis.inoue@cpaa.embrapa.br; <sup>3</sup>Professor Titular, Universidade Federal de São Carlos, SP, rodrigues23fbrandao@hotmail.com

Apoio: Embrapa e Fapeam

## Resumo

A espécie *Brycon amazonicus*, genericamente conhecida como matrinxã, pertence à classe Actinopterygii, ordem Characiforme, família Characidae e gênero *Brycon*. É um dos peixes com maior potencial para criação na Amazônia. O objetivo deste trabalho é avaliar a zeolita e o eugenol, adicionados na água, como redutores do estresse. Para isso, serão realizados dois experimentos: 1) transporte com zeolita e 2) transporte usando os dois produtos associados. Serão analisados parâmetros do metabolismo energético (cortisol, glicose e lactato). O uso de um anestésico (o eugenol) em associação com a zeolita, mineral de efeito adsorptivo de substâncias tóxicas da água, parece ser interessante para o transporte de peixes, já que a água do transporte teria concentrações mínimas de amônia, e os peixes estariam tranquilizados pelo eugenol.

**Palavras-chave:** peixes, criação, metabolismo, cortisol, glicose, lactato.

## Introdução

O matrinxã (*Brycon amazonicus*) é muito apreciado para a criação em cativeiro por apresentar crescimento rápido e índices desejáveis de conversão alimentar, além de alcançar bons preços no mercado (BRANDÃO et al., 2005). Entretanto, é uma espécie que se movimenta em excesso durante práticas de manejo, como o transporte, podendo sofrer ferimentos, perdas de muco e escamas, que são indesejáveis para o cultivo, pois mortes de animais e/ou doenças por microrganismos patogênicos oportunistas podem ocorrer. Gomes (2002) relata que, embora o transporte seja uma das práticas de manejo mais importantes e indispensáveis na piscicultura, pouca atenção tem sido dada ao assunto no Brasil. Em adição, a caracterização dos indicadores de estresse está restrita principalmente às espécies de clima temperado, as quais apresentam grande variabilidade interespecífica, principalmente quanto à tolerância aos diferentes agentes estressantes (FLETCHER, 1984). Conseqüentemente, as reações fisiológicas dos peixes de clima quente, como o matrinxã, a diversos estressores agudos, inclusive o transporte, necessitam ser mais consideradas em relação ao perfil das respostas, para melhor caracterização, compreensão e aperfeiçoamento das técnicas de manejo das espécies tropicais (URBINATI; CARNEIRO, 2004). Nos últimos anos, os procedimentos para o transporte de várias espécies de água doce têm sido melhorados por técnicas simples, como a restrição alimentar antes do transporte e o uso de substâncias anestésicas como: sal de cozinha (NaCl), gesso (CaSO<sub>4</sub>) e cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) adicionados na água, além de trocas de água ao longo das viagens (WURTS, 1995; GROTTUM et al., 1997; KUBITZA, 1997; GOMES; URBINATI, 2005).

A utilização dessas substâncias no transporte de peixes tem o intuito de amenizar o estresse, por alterar componentes dessas respostas. Assim, o uso de anestésicos, durante o transporte de peixes, provém da idéia de que peixes levemente sedados têm metabolismo mais baixo, excretam menos amônia na água e as condições de transporte ficariam melhores. O eugenol, principal componente do óleo de cravo, é um anestésico alternativo, um composto orgânico natural, seguro e não mutagênico, totalmente eliminado da corrente sanguínea e do tecido muscular comestível em menos de 2 dias após o seu uso em peixes (KILDEA et al., 2004; SLADKY et al., 2001; WOODY et al., 2002). A propósito, um trabalho sobre o uso do óleo de cravo no transporte do matrinxã já foi realizado, indicando o eugenol como preventivo ao estresse (INOUE et al., 2005). Outra substância, a zeolita, é um mineral que tem efeito adsorptivo de substâncias tóxicas da água, como a amônia (SILAPAJARN et al., 2006). Seu uso parece ser interessante no transporte de peixes, pois observam-se teores mais baixos de amônia na água de transporte (SINGH et al., 2004). Dessa forma, o uso de um anestésico (o eugenol) em associação com a zeolita parece ser interessante para o transporte de peixes, já que a água de transporte teria concentrações mínimas de amônia.

O objetivo deste trabalho é avaliar a zeolita e o eugenol, adicionados na água, como meio de diminuir o estresse durante o transporte.

## Material e Métodos

### Experimento I

Juvenis de matrinxã serão obtidos de estabelecimento comercial de produção de alevinos e trazidos para condições de laboratório para estocagem em caixas de 2.000 L, com abastecimento de água em

sistema fechado de circulação para filtragem e aquecimento central. Os peixes serão alimentados com ração comercial de 32% de proteína bruta até atingirem cerca de 50 g. A simulação de transporte será realizada durante 4 horas, embalando-se os peixes em sacos plásticos de 50 cm x 85 cm, contendo 10 L de água e oxigênio. Os sacos serão colocados em veículo automotor, que se deslocará ao acaso durante o transporte. A cada 1 h serão coletadas amostras da água de transporte das embalagens para aferição da quantidade de amônia acumulada. Cada embalagem será aberta, retirada amostra de 100 mL e novamente fechada, inflando-se o oxigênio.

### Experimento II

O segundo experimento será conduzido em laboratório, onde será preparado 1 L de solução de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  a 1 mM. Cinquenta mililitros dessa solução serão colocados em cinco beakers de 100 ml, sendo que cada recipiente receberá, respectivamente, 2,5 mg, 5 mg, 7 mg, 10 mg e 15 mg de zeolita. Esse experimento terá duração de 4 horas e em cada hora será retirado 1 mL de água para análise da concentração de amônia na água.

### Experimento III

O transporte será realizado em sacos plásticos de maneira similar ao Experimento I. Serão colocados 12 peixes em cada embalagem para teste dos dois produtos no transporte do matrinxã: a zeolita (quantidade a ser determinada no experimento II) e o anestésico alternativo eugenol, na concentração de 5 mg/L (INOUE et al., 2005). Os tratamentos constarão de controle sem a imposição de estresse, peixes transportados sem a adição de qualquer produto, eugenol, zeolita e zeolita combinado com eugenol.

## Coleta de material biológico

Os animais serão anestesiados para dissecação. O sangue dos peixes será retirado por punção caudal com seringas de 3 mL, previamente heparinizadas. O sangue será imediatamente centrifugado a 14.400 rpm por 3 min para separação do plasma. Pedacos de fígado e de músculo branco serão coletados e devidamente armazenados em nitrogênio líquido.

## Análises bioquímicas

Alíquotas de plasma serão submetidas às determinações colorimétricas de glicose (TRINDER, 1969), lactato (HARROWER; BROWN, 1972), proteína total (KRUGER, 1994), amônia  $\text{NH}_4^+$  (GENTZKOW; MASEN, 1942) e cloreto (APHA, 1980). As concentrações plasmáticas de sódio ( $\text{Na}^+$ ) e potássio ( $\text{k}^+$ ) serão determinadas por fotômetro de chama. As dosagens do cortisol plasmáticas serão realizadas utilizando-se kit analítico (DSL/Gênese). Amostras de fígado e de músculo branco serão submetidas à determinação do glicogênio (BIDINOTTO et al., 1997).

## Análises de água

Amostras de água serão coletadas dos tanques experimentais e das embalagens utilizadas no transporte para medição de temperatura e oxigênio dissolvido, utilizando-se equipamento YSI modelo 55. O pH será medido em medidor de bancada. A determinação da amônia na água será por adição de reagente de Nessler e leitura de absorbância em espectrofotômetro Hach em comprimento de onda de 420 nm.

## Resultados Esperados

- Que a zeolita seja eficaz na absorção de amônia da água.
- Determinação da melhor concentração de zeolita a ser utilizada no transporte de juvenis de matrinxã.

- Que a zeolita e o eugenol sejam eficazes na redução de estresse durante transporte.

## Referências

APHA. **Standard methods for determinations of water and wastes**. 12 ed. [s.l.], 1980.

BIDINOTTO, P. M. et al. **Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fish: a procedure for field determinations of microsamples**. Pirassununga: Cepta, 1997. p. 53-60. (Cepta. Boletim Técnico, v. 10).

BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L. D.; SILVA, A. L. F. Densidade de estocagem de matrinxã (*Brycon amazonicus*) na recria em tanque-rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 3, p. 299-303. 2005.

FLETCHER, D. J. Plasma glucose and plasma fatty acid levels of *Limanda limanda* in relation to season, stress, glucose cords and nutritional state. **Journal of Fish Biology**, v. 25, p. 629-648, 1984.

GENTZKOW, C. J.; MASEN, J. M. An accurate method for the determination of blood urea nitrogen by direct nesslerization. **Journal of Biological Chemistry, Bethesda**, v. 143, p. 531-544, 1942.

GOMES, L. C. **Transporte de juvenis de tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER 1818) (Teleostei, Characidae)**. 2002. 101 p. Tese (Doutorado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus.

GOMES, L. C.; URBINATI, E. C. Matrinxã *Brycon amazonicus*. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (Org.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2005. p. 149-174.

- GROTTUM, J.A.; STAURNES, M.; SIGHOLT, T. Effect of oxygenation, aeration and pH control on water quality and survival of turbot, *Scophthalmus maximus* (L), kept at high during transport. **Aquaculture Research**, v. 28, p.159-164, 1997.
- HARROWER, J. R.; BROWN, C. H. **Blood lactic acid**. A micromethod adaptes to field collection of microliter samples. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 32, n. 5, p. 224-228, 1972.
- INOUE, L.A.K.A. et al. Effects of clove oil on the estress response of matrinxã (*Brycon cephalus*) subjected to transport. **Acta Amazônica**, Manaus , v. 35, n. 2, p. 289 - 295, 2005.
- KILDEA, M.; ALLAN, G.; KEARNEY, R. Accumulation and clearance of the anesthetics clove oil and Aqui-STM from the edible tissue of silver perch (*Bidyanus bidyanus*). **Aquaculture**, v. 232, p. 265-277, 2004.
- KRUGER, N. The Bradford method for protein quantification. **Methods in Molecular Biology**, Totowa, v. 32 , p. 9-15, 1994.
- KUBITZA, F.; LOVSHIN, L. L. The use of freeze-dried krill to feed train largemouth bass (*Micropterus salmoides*): feeds and training strategies. **Aquaculture**, Amsterdã, v. 148, p. 299-312, 1997.
- SILAPAJARN, O.; SILAPAJARN, K.; BOYD, C. E. Evaluation of zeolite products used for aquaculture in Thailand. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 37, n. 1, p. 136-138, 2006.
- SINGH, K.P. et al. Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India) – a case study. **Water Research**, 38, 3980–3992, 2004.
- SLADKY, K. et al. Comparative efficacy of tricaine methanesulfonate and clove oil for use as anesthetic in red pacu (*Piaractus brachypomus*). **American Journal of Veterinary Research**, v. 62, n. 3, p. 337-342, 2001.
- TRINDER, P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor. **Analytical Clinical Biochemistry**, Amsterdam, v. 6, p. 24-27, 1969.
- URBINATI, E. C.; CARNEIRO, P. C. F. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura. In: CYRINO, J. E. P. et al. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e biologia Aquática, 2004a. p. 171-193.
- WOODY, C. A.; NELSON, J.; RAMSTAD, K. Clove oil as an anaesthetic for adult sockeye salmon: field trails. **Journal of Fish Biology**, v. 60, n. 2, p. 340-347, 2002.
- WURTS, W. A. Using salt to reduce handling stress in channel catfish. **Journal of the World Aquaculture**, v. 26, n. 3, p. 80-81, 1995.

**Solos**



# Caracterização Morfológica de Alguns Perfis na Província Petrolífera de Urucu, Coari, AM

O. C. Encinas<sup>1</sup>; W. G. Teixeira<sup>2</sup>; G. C. Martins<sup>2</sup>; R. S. Macedo<sup>3</sup>; M. E. G. da Cruz<sup>3</sup>; C. C. Quaresma<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Aluno de Mestrado da Universidade de Wageningen, Holanda, wetto3@hotmail.com; <sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, wenceslau@cpaa.embrapa.br, gilvan.martins@cpaa.embrapa.br; <sup>3</sup>Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, AM; <sup>4</sup>Estagiária do curso de Ciências Biológicas da Escola Superior Batista do Amazonas (Esbam), Manaus, AM.

Apoio: Finep – Rede Amazônia, Embrapa Amazônia Ocidental, Petrobrás

## Resumo

O conhecimento das características morfológicas do solo é uma importante ferramenta para subsidiar estudos de recuperação de áreas degradadas, bem como para simular as características originais do solo a fim de se restabelecer suas funções ecológicas. O presente estudo tem por objetivo a caracterização morfológica de quatro perfis e duas amostras extras na Província Petrolífera de Urucu, Coari, AM. A presença de cores amareladas e avermelhadas na superfície do solo, reforçada pela presença de mosqueados em alguns perfis, indica clara herança dos horizontes subsuperficiais desferrificados. Em atividades futuras, pretende-se classificar os perfis e caracterizá-los quanto às propriedades físicas e químicas.

**Palavras-chave:** cor do solo, áreas degradadas, horizonte superficial.

## Introdução

As atividades envolvidas na prospecção de gás e petróleo na Província Petrolífera de Urucu envolvem a retirada de grandes quantidades de terra, para a construção de estradas e manutenção dos dutos, e com isso promovem a abertura de clareiras de difícil recuperação natural na floresta primária. Porém é necessária a adoção de práticas que simulem as condições anteriormente existentes, oriundas dos horizontes superficiais originais do solo.

As alterações ocorridas no solo e na vegetação, no decorrer do tempo, são indicadores de eficiência de regeneração nessas áreas. Logo, o conhecimento das características morfológicas torna-se importante ferramenta para subsidiar estudos de recuperação de áreas degradadas, por ser de fácil visualização e estimativa em campo, e para simular as características originais do solo a fim de restabelecer suas funções ecológicas.

O presente estudo tem por objetivo a caracterização morfológica de quatro perfis e duas amostras extras na Província Petrolífera de Urucu, Coari, AM.

## Material e Métodos

O trabalho foi realizado na Província Petrolífera de Urucu, situada nas coordenadas geográficas 4°53'S e 65°11'W, Município de Coari, AM. O clima é tropical úmido, tipo Afi pela classificação de Köppen, com precipitação média anual de 2.250 mm. A temperatura média anual da região é de aproximadamente 26 °C (VIEIRA e SANTOS, 1987).

Foram descritas as propriedades morfológicas e amostrados quatro perfis. Concomitantemente, foram realizadas amostragens extras (AE) com trado holandês em diferentes profundidades.

## Resultados e Discussão

Os solos dos perfis estudados, em sua grande maioria, apresentam coloração vermelho-amarelada (5YR 4/4 e 5/8) e bruno-forte (7,5YR 5/6 e 5/8). Observa-se o predomínio de mosqueados que variam entre vermelho-amarelados e esbranquiçados 5YR 5/8 e 10YR 8/1 (Tabela 1).

Em solos de floresta primária, o horizonte superficial apresenta coloração escura, devido aos teores de matéria orgânica incorporados ao sistema pela vegetação. Logo, a presença de mosqueados na camada superficial dos solos estudados é explicada pelo fato de essa camada não ser o horizonte A original do solo, onde não se observam cores amareladas ou avermelhadas, indicando clara herança do horizonte C do solo, parcialmente desferrificado (TEIXEIRA et al., 2006).

Tal observação corrobora os dados encontrados por Macedo et al. (2006) ao estudarem essa característica em diferentes clareiras nos horizontes superficiais em Urucu, nas quais verificaram, em áreas de floresta, a presença de mosqueados somente a partir de 0,50 cm – 0,60 cm, sendo bem distinto a partir de 1,20 m.

Provavelmente, o aporte de matéria orgânica pela serrapilheira, nessas áreas, foi pouco efetivo, evidenciado pelos baixos valores de cromas (< 3). Ou ainda, como observado por Arruda (2005), nessas áreas há grande perda de solo por escorrimento superficial da água pela erosão hídrica.

As cores avermelhadas e amareladas indicam processos de oxidação nesses ambientes, seja por motivos de ascensão do lençol freático, seja por deficiência de infiltração da água da chuva. A baixa infiltração de água nesses solos ocorre em razão da elevada compactação das camadas superficiais, conforme estudos realizados por Macedo et al. (dados não publicados) em estudos de resistência à penetração em diferentes clareiras, promovida principalmente pelo adensamento natural a qual estão sujeitas essas áreas (Teixeira et al., 2006).

Mosqueados de cores esbranquiçadas foram observados na AE 01 (Tabela 01). A presença dessa coloração em superfície indica ambientes hidromórficos onde grande parte do ferro já foi removida. Essas cores com altos valores (tons) e baixos cromas (5GY 5/1, 10YR 7/1, 2.5Y 7/1, e 8/1, 5Y 7/1) indicam a presença de horizontes gleisados. Esses solos são típicos de áreas de baixada próximas à rede de drenagem, entretanto, conforme observado em campo, na área de estudo, estas ocorrem também nas cotas mais altas (Gleissolos com caráter epiáquico).

A relativa horizonção e a profundidade dos perfis profundos e muito profundos indicam solos mais evoluídos pedogeneticamente (Tabela 1). Esses perfis profundos promovem maior área para práticas agrícolas, principalmente na região de Urucu, na qual ocorre o restabelecimento da vegetação por meio de reflorestamento.

O horizonte A está dentro da classificação “moderado”, com exceção do perfil orgânico da AE 01 (Tabela 1). Esses ambientes hidromórficos, com baixa disponibilidade de oxigênio, são típicos de acúmulo em superfície de material orgânico, devido à reduzida pedobioturbação.

Tabela 1. Características morfológicas de quatro perfis e de duas amostras extras na Província Petrolífera de Urucu, Coari, AM.

Hor. Prof. (cm)	Cor		Mosqueado		Estrutura		Consistência		Raízes		Poros	
	Cor	Mosqueado	Grau	Tamanho	Tipo	Umida	Abundância	Tamanho	Abundância	Tamanho	Abundância	Tamanho
<b>Perfil 01</b>												
A 0 - 12	5YR 4/4	5YR 5/8 e 7/1 <sup>(1)</sup>	mod. <sup>(12)</sup>	méd. <sup>(14)</sup>	b. suban. <sup>(17)</sup>	firme	pou. <sup>(20)</sup>	finas e mto. finas	pou.	peq.		
AB - 28	2.5YR 4/8	10YR 8/1 <sup>(2)</sup>	fort. <sup>(13)</sup>	méd.	b. suban.	firme	raras	méd.	pou.	peq.		
BP1 - 60	5YR 8/1	10R 4/8 <sup>(3)</sup>	mod.	méd.	b. suban.	firme	-	-	pou.	pto. Peq.		
Bp2 - 150	2.5Y 7/1	10R 3/6 <sup>(4)</sup>	mod.	méd.	b. suban.	firme	-	-	-	-		
<b>Perfil 02</b>												
A 0 - 7	10YR 5/4	7.5YR 6/8 e 7/8 <sup>(4)</sup>	fraca	peq. <sup>(15)</sup>	b. suban.	solta	mto./pou	gran. e peq./méd. e gran.	mto.	peq.		
C1 - 40	7.5YR 5/6	10YR 7/6 e 6/6 <sup>(5)</sup>	fraca	méd.	b. suban.	mto. <sup>(19)</sup> friável	raras	finas	mto.	médios		
C2 - 75	10YR 7/1	2.5YR 4/8 <sup>(6)</sup>	fraca	gran. <sup>(16)</sup>	b. suban.	mto. friável	raras	mto. finas	raras	peq.		
C3 - 110	10YR 7/1	2.5YR 4/8 e 10YR 6/6 <sup>(6)</sup>	fraca	gran.	b. suban.	mto. friável	raras	mto. Finas	com.	peq.		
<b>Perfil 03</b>												
A1 0 - 25	7.5YR 5/6	-	forte	méd.	g. <sup>(18)</sup> /b.suban.	forte	pou.	finas e médias	pou.	peq.		
AB - 60	7.5YR 5/8	-	mod.	méd.	g./b.suban.	friável	pou.	finas e médias	pou.	peq.		
Bt1 - 100	5YR 5/8	-	mod.	méd.	g./b.suban.	firme	pou.	finas	pou.	peq.		
Bt2 - 200	5YR 7/8	-	mod.	méd.	g./b.suban.	firme	raras	finas	-	-		
<b>Perfil 04</b>												
A 0 - 20	7.5YR 5/4	10YR 3/3 e 2.5Y 6/3 <sup>(7)</sup>	mod.	méd.	b. suban.	firme	pou.	finas e mto. finas	com.	mto. peq.		
Bi1 - 60	7.5YR 5/6	-	-	-	maciça	firme	raras	com. e mto. finas	pou.	peq.		
Bi2 - 100	5YR 5/8	10R 3/6 <sup>(8)</sup>	-	-	maciça	firme	-	-	pou.	mto. peq.		
<b>Amostra extra 01</b>												
O 5 - 0	N5 5/	2.5YR 2.5/1 <sup>(9)</sup>	-	-	maciça	friável	mto.	peq. e finas	com.	mto. peq.		
C1 - 15	10YR 7/1	-	-	-	maciça	firme	com. <sup>(21)</sup>	finas	pou.	peq.		
C2 - 40	2.5Y 7/1	2.5Y 8/6 <sup>(10)</sup>	-	-	maciça	friável	pou.	finas e mto. Finas	pou.	peq.		
C3 - 80	2.5Y 8/1	2.5Y 7/6 <sup>(11)</sup>	-	-	maciça	friável	-	-	pou.	peq.		
C4 - 100	5Y 7/1	5Y 7/6 <sup>(11)</sup>	-	-	maciça	friável	-	-	-	-		
<b>Amostra extra 02</b>												
A 0 - 10	10YR 6/4	10YR 7/2 e 2/1 <sup>(10)</sup>	-	-	maciça	firme	com/pou.	finas. e mto. finas./méd. e grossas	pou.	peq.		
Bi1 - 50	10YR 6/4	10YR 7/2 <sup>(10)</sup>	-	-	maciça	firme	pou.	finas	pou.	peq.		
Bi2 - 90	7.5YR 6/6	10R 5/8 e 2.5YR 7/1 <sup>(10)</sup>	-	-	maciça	firme	raras	mto. finas	pou.	peq./mto. peq		

<sup>(1)</sup> mosqueado comum, pequeno e difuso; <sup>(2)</sup> mosqueado pouco, médio e proeminente; <sup>(3)</sup> mosqueado abundante, médio e distinto; <sup>(4)</sup> mosqueado pouco, pequeno e distinto; <sup>(5)</sup> mosqueado comum, pequeno e distinto; <sup>(6)</sup> mosqueado comum, média e distinta; <sup>(7)</sup> mosqueado comum, média e distinta; <sup>(8)</sup> mosqueado abundante, grande e proeminente; <sup>(9)</sup> mosqueado pouco, média e difusa; <sup>(10)</sup> mosqueado pouco, pequeno e difuso; <sup>(11)</sup> mosqueado pouco, pequeno e difuso; <sup>(12)</sup> estrutura de grau moderada; <sup>(13)</sup> estrutura de grau forte; <sup>(14)</sup> estrutura de tamanho média; <sup>(15)</sup> estrutura de tamanho pequena; <sup>(16)</sup> estrutura de tamanho grande/muito grande; <sup>(17)</sup> estrutura de tipo blocos subangulares; <sup>(18)</sup> grande; <sup>(19)</sup> muito (a); <sup>(20)</sup> pouco (a); <sup>(21)</sup> comum.

Nos perfis P01 e P04, observou-se estrutura relativamente bem desenvolvida. O perfil P02 apresentou baixo grau de desenvolvimento, com grau de estrutura fraca em todos os horizontes, provavelmente relacionado à sua posição mais rebaixada na paisagem, onde a influência dos processos hidromórficos impede maior estruturação.

Observou-se, também, estrutura maciça com o aumento da profundidade (P04) em todos os horizontes pedogenéticos das AE 01 e 02 (Tabela 1), provavelmente relacionada à condição de adensamento natural dos horizontes do solo, conforme verificado por Teixeira et al. (2006).

Apesar de as características indicarem relativo grau de desenvolvimento, estudos de caracterização pedológica de alguns solos dessa região (dados não publicados) podem induzir, a princípio, a avaliação errônea de se tratar de solos mais evoluídos pedogeneticamente.

Foi encontrada maior quantidade de raízes no horizonte A do perfil P02 e no horizonte O da AE 01, provavelmente em razão de esses horizontes estarem localizados em área de floresta primária onde o aporte de raízes é maior do que em áreas com revegetação recente ou que tiveram o horizonte superficial do solo removido.

Em atividades futuras, pretende-se classificar os perfis e caracterizá-los quanto às propriedades físicas e químicas.

## Conclusões

A presença de cores amareladas e avermelhadas na superfície do solo, reforçada pela presença de mosqueados em alguns perfis, indica clara herança dos horizontes subsuperficiais desferrificados.

## Agradecimentos

Ao Projeto CTPetro/FINEP.

## Referências

ARRUDA, W. da C. **Estimativa dos processos erosivos na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura, Urucu-Coari-AM**. 2005. 80 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

MACEDO, R. S.; TEIXEIRA, W. G.; MARTINS, G. C. Cor dos solos nos horizontes superficiais de áreas alteradas e cobertas por floresta primária na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura In: WORKSHOP DE AVALIAÇÃO TÉCNICA E CIENTÍFICA DA REDE CTPETRO AMAZÔNIA, 2., 2006, Manaus. **Workshop...** Manaus: INPA, 2006.

TEIXEIRA, W. G.; MACEDO, R. S.; MARTINS, G. C.; RORIGUES, M. R. L.; A dinâmica da água nos solo numa área em revegetação na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura. In: WORKSHOP DE AVALIAÇÃO TÉCNICA E CIENTÍFICA DA REDE CTPETRO AMAZÔNIA, 2., 2006, Manaus. **Workshop...** Manaus: INPA, 2006.

VIEIRA, L. S.; SANTOS, P. C. T. C. **Amazônia: seus solos e outros recursos naturais**. São Paulo: Ceres, 1987. p. 416.

# Caracterização Pedológica de Solos com Horizonte Antrópico (Terra Preta de Índio) em Área de Várzea do Rio Solimões Amazônia Central

R. S. Macedo<sup>1</sup>; W. G. Teixeira<sup>2</sup>; H. N. Lima<sup>1</sup>; G. C. Martins<sup>2</sup>; M. E. G. da Cruz<sup>1</sup>; O. C. Encinas<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Amazonas (Ufam), Mini-Campus, Manaus, AM, rmacedo@ufam.edu.br (apresentador do trabalho);

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, wenceslau@cpaa.embrapa.br, gilvan.martins@cpaa.embrapa.br;

<sup>3</sup>Aluno de Mestrado da Universidade de Wageningen - Holanda, wetto3@hotmail.com.

Apoio: Finep – Rede Amazônia, Embrapa Amazônia Ocidental, Petrobras

## Resumo

Na Amazônia, existem áreas de solo que apresentam coloração escura, pH elevado, teores elevados de cálcio, magnésio e fósforo e a presença de artefatos cerâmicos, localmente chamados de Terra Preta de Índio (TPI). Essas áreas são classificadas apenas como horizonte superficial A, com características antrópicas, no quarto nível categórico pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). Com o intuito de proporcionar maior abrangência e detalhar as especificidades dessas áreas, foi proposta a Legenda de Classificação de Arqueo-antrossolos (LCA). Dessa forma, o objetivo deste trabalho é classificar e caracterizar a morfologia e as propriedades físicas e químicas de três perfis com horizonte antrópico, por meio do SiBCS e da LCA, em área de várzea do Rio Solimões, Amazônia Central. Foram descritos e amostrados três perfis localizados na margem do rio (barranco), sendo o P01 localizado no Município de Coari e os demais localizados próximos à cidade de Manacapuru. Os perfis foram classificados como Neossolo Flúvico Ta eutrófico antrópico (SiBCS) e, segundo a LCA, como Arqueo-antrossolo Tupto-hórtico cinzento, textura média, êtrico, cumúlico, flúvico (P01 e P03) e como Arqueo-antrossolo Tupto-hórtico cinzento, textura média, êtrico, cumúlico, flúvico (P02). Os elevados teores de P e C orgânico e a presença de material arqueológico presente no horizonte antrópico evidenciam fator humano na acumulação de resíduos, devido ao fato de essa camada, no passado, ter sido a superfície do solo. Os estudos pedológicos em TPI podem contribuir para o entendimento da capacidade de suporte do meio pelos povos pré-colombianos que deixaram seus vestígios na forma de modificações nos solos.

**Palavras-chave:** Neossolo Flúvico, Arqueo-antrossolo, perfil.

## Introdução

Na Amazônia, existem áreas de solo alteradas consideravelmente pelas populações indígenas pré-colombianas. Esses solos, conhecidos como Terra Preta de Índio (TPI), são caracterizados por apresentarem coloração escura, elevados estoques de carbono, pH elevado, teores elevados de cálcio, magnésio e fósforo, sendo comum a presença de artefatos cerâmicos e líticos (KAMPF e KERN, 2005).

Os primeiros cronistas da Amazônia relataram a existência de grandes assentamentos margeando o Rio Solimões. Entretanto, são poucos os relatos de TPI em áreas que margeiam os rios de águas barrentas e que estão sujeitas às inundações sazonais, regionalmente denominadas de várzeas.

No que se refere a essa categoria de solo, estudos pedológicos da TPI podem contribuir para o aperfeiçoamento e podem proporcionar maior abrangência do SiBCS, visto que, nesse sistema, essas áreas aparecem classificadas como apresentando um horizonte superficial denominado horizonte A, com características antrópicas. Ainda, tais estudos permitirão a consolidação de chaves de classificação específicas de TPI, como a LCA, proposta por Kampf et al. (2003), além do entendimento da capacidade de suporte do meio frente a modelos culturais dos povos pré-colombianos que deixaram seus vestígios na forma de modificações nos solos.

O presente estudo tem por objetivo classificar e caracterizar a morfologia e as propriedades físicas e químicas de três perfis com horizonte antrópico, por meio do SiBCS e da LCA, em área de várzea do Rio Solimões, Amazônia Central.

## Material e Métodos

Foram descritos e amostrados três perfis localizados na margem do rio (barranco) conforme normas e definições contidas em Santos et al. (2006). Os perfis P01 e P02 estão localizados na margem direita do Rio Solimões, quase em frente à cidade de Manacapuru, e o perfil P03 está localizado na margem esquerda do mesmo rio, na comunidade de Lauro Sodré, Município de Coari, ambos no Estado do Amazonas.

Os solos foram classificados pelo SiBCS (SANTOS et al., 2006) e pela LCA. A cor dos horizontes foi determinada por meio de comparação com as cores presentes na carta de Munsell (1994).

As análises realizadas foram: granulometria (separação de areias, silte e argila), pH ( $H_2O$ ) (relação 1:2,5), P, K e Na (extrator Mehlich 1), Ca, Mg e Al (extrator KCl  $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ ), H + Al (extrator Acetato de Cálcio  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  pH 7,0) e C (Walkley Black). As metodologias utilizadas estão descritas em Claessen (1997).

Foram calculados os seguintes índices: soma de bases (S); capacidade de troca catiônica (T); saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m) (CLAESSEN, 1997).

## Resultados e Discussão

### Classificação

Os três perfis foram classificados como Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico antrópico, conforme o SiBCS e como Arqueo-antrossolo Tpto-hórtico cinzento, textura média, êtrico, cúmulo, flúvico (P01 e P03) e Arqueo-antrossolo Tpto-hórtico cinzento, textura média, êtrico, méxico, flúvico (P02), segundo a LCA.

### Características morfológicas e físicas

A cor (amostras úmidas) variou de cinzento muito escuro (10YR 3/1) a cinzento-escuro (10YR 4/1) no horizonte antrópico enterrado, enquanto os demais horizontes A apresentaram cores entre bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2) e bruno-escuro (10YR 3/3) (Tabela 1). Foi observada a presença de mosqueados em função da profundidade, com predomínio de cores amarelo-brunadas (10YR 6/6), indicando ambientes de má drenagem, em razão das inundações periódicas às quais são submetidos.

A transição das cores dos horizontes antrópicos com os demais se dá de maneira abrupta, em decorrência da inexistência de processo de bioturbação na profundidade em que se encontram e também pela inexpressiva eluviação entre os horizontes.

A espessura do horizonte antrópico nos perfis P01 e P03 foi de 65 cm,

caracterizado-os como cumúlico, e no P02 foi de 30 cm, caracterizando-o como méxico (Tabela 1). Provavelmente, a espessura da TPI está correlacionada com o tempo de ocupação do sítio, estimando-se uma taxa de formação de 1 cm de espessura para dez anos de assentamento (SMITH, 1980); não há, entretanto, dados locais para confirmar ou rejeitar essa taxa.

**Tabela 1.** Cor e composição granulométrica de três perfis com horizonte antrópico (Terra Preta de Índio) em área de várzea do Rio Solimões, no trecho entre Coari-Manaus, AM.

Hor.	Prof. (cm)	Cor		Composição granulométrica (%)				Classe textural
		Cor	Mosqueado	Areia grossa	Silte	Argila	Areia fina	
P01 Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico antrópico								
P01 Arqueo-antrossolo Tapto-hórtico cinzento, textura média, êutrico, cumúlico, flúvico								
A	0-25	10YR 3/3	-	0	27	A	20	Franco-siltosa
C1	25-80	10YR 3/4	-	0	44	C1	11	Franco
2C2	80-110	10YR 4/4	10YR 4/6	0	22	2C2	19	Franco-siltosa
Au	110-175	10YR 3/1	10YR 4/4	0	34	Au	21	Franco
3C3	175-200+	10YR 4/3	10YR 5/6	0	56	3C3	10	Franco-arenosa
P02 Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico antrópico								
P02 Arqueo-antrossolo Tapto-hórtico cinzento, textura média, êutrico, méxico, flúvico								
A	0 - 3	-	-	-	-	-	-	-
C	3 - 85	10YR 6/4	-	0	35	47	18	Franco
2C2	85 - 110	10YR 6/4	10YR 6/6	0	20	64	16	Franco-siltosa
Au	110 - 140	10YR 4/1	-	1	26	54	19	Franco-siltosa
3C3	140 - 180	10YR 6/3	10YR 6/4	0	35	51	14	Franco-siltosa
P03 Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico antrópico								
P03 Arqueo-antrossolo Tapto-hórtico cinzento, textura média, êutrico, cumúlico, flúvico								
A	0 - 10	10YR 3/2	-	0	49	42	9	Franco
C	10 - 105	10YR 6/4	10YR 6/6	0	25	56	19	Franco-siltosa
Au	105 - 170	10YR 3/1	-	0	29	48	23	Franco
2C2	170 - 200	10YR 6/3	10YR 6/6	0	12	67	21	Franco-siltosa
3C3	200 - 300	10YR 6/3	10YR 6/6	0	25	62	13	Franco-siltosa

Todos os perfis têm textura média, sendo que o horizonte enterrado dos perfis P01 e P03 apresentaram textura franca e o P02 textura franco-siltosa. Observou-se o predomínio da fração silte, com valores em média superiores a 45% e baixo conteúdo de areia grossa (Tabela 1), pelo fato de serem, segundo Lima et al. (2007), solos novos formados a partir de sedimentos recentemente depositados e pela

incapacidade dos cursos d'água em transportar sedimentos mais grosseiros até a planície de sedimentação.

Os perfis apresentam horizonte antrópico enterrado Au com presença de material arqueológico (cerâmicas), sendo caracterizados como Táptico, pela LAC, e antrópicos, pelo SiBCS, pelo fato de serem formados ou modificados pelo uso contínuo

do solo, pelo homem, com adição de material orgânico e por apresentarem fragmentos de cerâmica (SANTOS et al., 2006). Corrêa (2007) discute que os horizontes antrópicos em várzea são horizontes fósseis (paleossolos) existentes em decorrência da dinâmica ambiental da várzea, que os soterram sob sedimentos andinos muito recentes, embora esses sítios venham sendo destruídos por processos erosivos fluviais naturais.

Esse horizonte antrópico enterrado apresenta elevado conteúdo de areia fina (Tabela 1), provavelmente por ter sido, no passado, a superfície do solo ou consequência da utilização do fogo, conforme discutido por Teixeira e Martins (2003).

Em razão de serem formados a partir de sedimentos fluviais depositados em intervalos regulares ocasionando a formação de camadas estratificadas sem relação pedogenética entre si, aliado ao decréscimo irregular de C orgânico em profundidade (Tabela 2), esses solos foram classificados como Neossolos Flúvicos pelo SiBCS, sendo ainda o caráter flúvico aplicado no terceiro nível categórico segundo a LCA.

### Características químicas

O pH encontra-se dentro da faixa considerada moderadamente ácido, com valores entre 5,78 e 6,52 (Tabela 2). Tal fato pode ser explicado por estarem esses perfis localizados na margem do Rio Solimões, rico em bases trocáveis, o que propicia aumento do pH.

Os perfis apresentam teores de nutriente elevados, notadamente Ca, Mg e P, enquanto os teores de  $Al^{+3}$  são baixos (Tabela 2). O Ca é o cátion predominante no complexo de troca dessas áreas, mas também foram observados elevados teores de Mg e Na, resultando em valores elevados de CTC (capacidade de troca de cátions), de

S (soma de bases) e V (saturação de bases) e valores reduzidos de m (saturação por alumínio).

A elevada CTC em associação ao conteúdo de argila  $> 27 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  caracterizou os perfis como Ta (argila de atividade alta). Devido à elevada V, os perfis foram caracterizados como eutróficos (SANTOS et al., 2006), e, aliado a esse fato, por apresentarem teores de P extraível  $\geq 150 \text{ g kg}^{-1}$ , teores de  $Ca + Mg \geq 8 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  e  $pH \geq 5$ , os perfis foram classificados como êutricos pela LCA.

Os horizontes antrópicos apresentaram elevados teores de P, a saber: 379, 1.027 e 884  $\text{mg dm}^{-3}$  (P01, P02 e P03, respectivamente). Sendo o P um dos principais elementos diagnósticos da ocorrência de TPI, seus teores elevados reforçam a hipótese do uso do solo por grupos pré-históricos. Corrêa (2007) atribui esse fato à não utilização desses horizontes em sistemas atuais de cultivo, como verificado nas demais TPIs em platô, e ao baixo grau de pedogênese e pedobioturbação.

Os baixos teores de Al acarretaram reduzida saturação por alumínio (m), promovida pela riqueza desses ambientes em bases trocáveis. Vale ressaltar que teores elevados desse elemento aumentam sua concentração na solução do solo, limitando a absorção de P e disponibilizando-o em níveis tóxicos para as plantas.

Observou-se aumento brusco no conteúdo de C orgânico nos horizontes antrópicos dos perfis P02 e P03, evidenciando o fator humano na acumulação de resíduos orgânicos ao solo. Souza (2007) verificou teores de C inferiores a 1% em algumas áreas no Rio Solimões, um provável reflexo do baixo conteúdo deste nos sedimentos depositados na várzea.

**Tabela 2.** Características químicas de três perfis com horizonte antrópico (Terra Preta de Índio) em área de várzea do Rio Solimões, no trecho entre Coari-Manaus, AM.

Hor	PH H <sub>2</sub> O	pH KCl	P mg dm <sup>-3</sup>	Complexo sortivo (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )					V <sup>(3)</sup> %	C g kg <sup>-1</sup>				
				K	Na	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>			H + Al	SB <sup>(1)</sup>	T <sup>(2)</sup>	
P01 Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico A antrópico														
P01 Arqueo-antrossolo Tpto-hórtico cinzento, textura média, éutrico, cumdúlico, flúvico														
A	6,28	5,38	81	0,21	0,04	8,34	4,00	0,00	1,63	12,59	14,22	88	0	9,86
C	6,35	4,62	83	0,17	0,07	6,56	2,30	0,04	0,86	9,10	9,96	91	0	1,96
2C2	6,11	4,51	90	0,22	0,11	11,22	4,43	0,04	1,60	15,98	17,58	91	0	4,71
Au	6,26	4,84	379	0,20	0,10	8,98	2,83	0,00	1,67	12,11	13,78	88	0	3,94
3C3	6,52	4,84	214	0,18	0,09	8,04	2,47	0,02	0,25	10,78	11,03	98	0	0,88
P02 Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico A antrópico														
P02 Arqueo-antrossolo Tpto-hórtico cinzento, textura média, éutrico, méxico, flúvico														
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	6,15	4,36	77	0,11	0,11	7,68	2,36	0,00	1,42	10,26	9,77	85	0	8,35
2C2	6,31	4,27	14	0,13	0,17	10,12	2,52	0,06	1,21	12,93	14,56	92	0	3,27
Au	6,18	4,74	1.027	0,15	0,23	11,73	3,56	0,01	4,11	15,67	22,01	81	0	13,40
3C3	6,28	4,78	461	0,14	0,16	8,82	2,85	0,00	1,52	11,97	18,58	92	0	1,56
P03 Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico A antrópico														
P03 Arqueo-antrossolo Tpto-hórtico cinzento, textura média, éutrico, cumdúlico, flúvico														
A	5,78	5,03	125	0,15	0,05	6,22	1,91	0,00	1,42	8,32	9,77	85	0	8,35
C	5,79	4,46	29	0,15	0,07	9,93	3,15	0,06	1,21	13,30	14,58	92	0	3,27
Au	5,95	4,90	884	0,19	0,18	14,55	2,86	0,01	4,11	17,78	22,01	81	0	13,40
2C2	6,27	4,65	246	0,17	0,14	13,53	3,12	0,00	1,52	16,96	18,58	92	0	1,56
3C3	6,41	4,68	191	0,25	0,15	12,87	3,49	0,00	1,13	16,76	17,88	94	0	1,27

<sup>(1)</sup>SB = soma de bases trocáveis; <sup>(2)</sup>T = CTC a pH 7,0; <sup>(3)</sup>V = saturação por bases; <sup>(4)</sup>m = saturação por alumínio.

Apesar de o conteúdo de C orgânico não satisfazer os requisitos para caracterizar os perfis como Hórtico, estes foram assim caracterizados por apresentarem teores de P  $\geq 65 \text{ mg kg}^{-1}$ , teores de Ca + Mg  $\geq 4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  e pela presença de material arqueológico (cerâmicas) em proporção  $\geq 1\%$  por estimativa visual do horizonte de referência.

## Conclusões

Os perfis foram classificados como Neossolo Flúvico Ta eutrófico antrópico (SiBCS) e segundo a LCA como Arqueo-antrossolo Tpto-hórtico cinzento, textura média, êtrico, cúmulo, flúvico (P01 e P03) e como Arqueo-antrossolo Tpto-hórtico cinzento, textura média, êtrico, cúmulo, flúvico (P02).

Os elevados teores de P e C orgânico e a presença de material arqueológico no horizonte antrópico enterrado evidenciam fator humano na acumulação de resíduos, devido ao fato de essa camada, no passado, ter sido a superfície do solo.

## Agradecimentos

Ao Projeto Piatam, pelos recursos e pela logística.

## Referências

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. p. 15-18. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

CORRÊA, G. R. **Caracterização pedológica de Arqueo-antrossolos no Brasil: Sambaquis da região dos Lagos (RJ) e Terras Pretas de Índio na região do baixo rio Negro/Solimões (AM)**. 2007. 115 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

KAMPF, N. et al. Classification of Amazonian dark earths and other ancient antropic soils. In: LEHMANN, J. et al. **Amazonian dark earths: origin, properties and management**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 77-102.

KÄMPF, N.; KERN, D. C. O solo como registro da ocupação humana pré-histórica na Amazônia. In: TORRADO, P. V. et al. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. v. 4. 277 p.

LIMA, H. N.; TEIXEIRA, W. G.; SOUZA, K. W. de. Os solos da paisagem da várzea com ênfase no trecho entre Coari e Manaus. In: FRAXE, T. de J. P.; PEREIRA, H. dos S.; WITKOSKI, A. C. (Ed.). **Comunidades ribeirinhas amazônicas: modo de vida e uso dos recursos naturais**. Manaus: EDUA, 2007. 223 p.

MUNSELL. **Soil color charts**. Baltimore: Munsell Color Company. 1994. 28 p.

SANTOS, H. G. dos et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SMITH, N.J.H. Anthrosols and human carrying capacity in Amazonia. **Annals Assoc. Am. Geographers**, v. 70, p. 553-566, 1980.

SOUZA, K. W. **Uso do solo em comunidade de várzea do rio Solimões do trecho Coari-Manaus**. 2007. 95 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

TEIXEIRA, W. G.; MARTINS, G. C. Soil physical characterization. In: LEHMANN, J. et al. **Amazonian dark earths: origin, properties and management**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 271-286.

# Caracterização Química dos Solos sob os Aningais nas Áreas de Várzea entre os Municípios de Iranduba e Coari

M. E. G. da Cruz<sup>1</sup>; W. G. Teixeira<sup>2</sup>; H. N. Lima<sup>3</sup>; R. S. Macedo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mestranda do Curso de Ciências Florestais e Ambientais, Bolsista CNPq, Depto. de Solos, Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, elienecruz@hotmail.com (apresentador do trabalho); <sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, wenceslau@cpaa.embrapa.br; <sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, hedinaldo@mail.edu.br; <sup>4</sup>Mestrando do Curso de Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM

Apoio: Embrapa, CNPq, CPGA-CS.

## Resumo

A várzea amazônica inclui grande diversidade de ambientes e ecossistemas compreendidos em pequenas áreas. Dentro desse contexto, encontram-se os aningais – um tipo de vegetação caracterizada pela presença quase única da aninga (*Montrichardia arborescens* Schott). Os aningais estão ligados a solos de hidromorfismo permanente, principalmente os Gleissolos. O presente estudo teve como objetivo caracterizar quimicamente os solos sob as áreas de aningais. Coletaram-se amostras deformadas nas profundidades de 0 cm-20 cm, 20 cm-40 cm e 40 cm-60 cm, para análises químicas. Os métodos utilizados para caracterização dos parâmetros químicos estão descritos em Embrapa (1997). Nos solos sob aningais, foram encontrados elevados teores de diversos elementos químicos, caracterizando um ambiente fértil. Isso ocorre pelo fato de esses ambientes serem formados e fertilizados anualmente pelos sedimentos dos rios de água barrenta, como o Solimões. A soma de bases e a capacidade de troca de cátions apresentaram valores altos a muito altos em todas as áreas, segundo índices propostos por Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999).

**Palavras-chave:** Solimões, Gleissolos, aninga, *Montrichardia arborescens* Schott

## Introdução

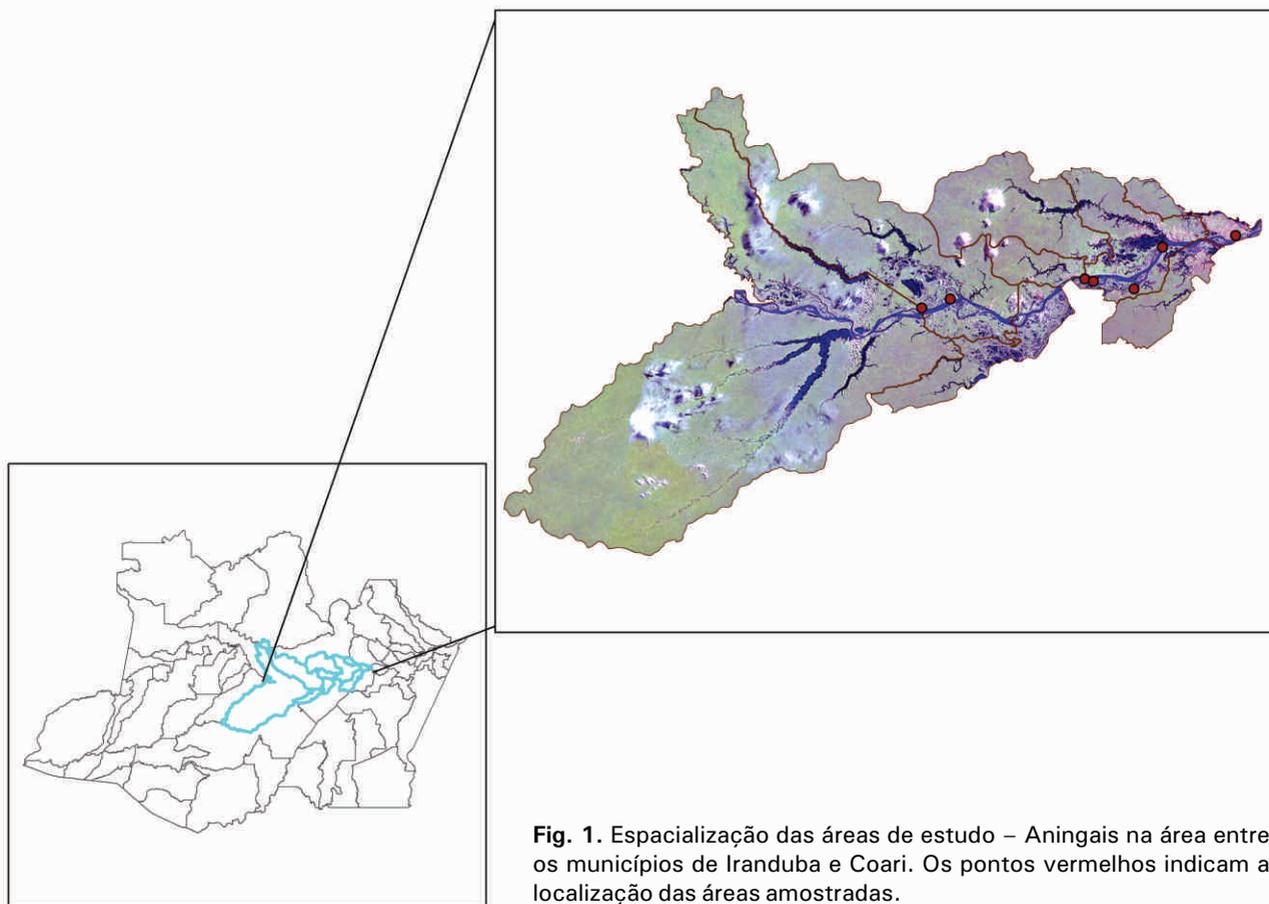
A várzea amazônica inclui grande diversidade de ambientes e ecossistemas compreendidos em pequenas áreas. Dentro desse contexto, encontram-se os aningais, formados pela aninga (*Montrichardia arborescens* Schott), uma Araceae que pode atingir de 3 m a 4 m de altura, ocorrendo em densa sinúsia quase monoespecífica, caracterizando a paisagem aningal (MACEDO, 2005). Os aningais ocupam extensas áreas às margens dos cursos de água na Amazônia e têm um importante papel ecológico ao formar ilhas aluviais, que são responsáveis pela filtração das águas dos estuários amazônicos. Auxiliam, ainda, na oxigenação dos ambientes de várzea (MACEDO, 2005).

Os aningais estão ligados a solos de hidromorfismo permanente. Os solos de várzea são formados a partir de sedimentos holocênicos, depositados recentemente. Em razão do elevado nível do lençol freático e das inundações periódicas, ocorre uma limitação no processo pedogenético, tendo como resultado solos jovens ou, ainda, apenas sedimentos em processo incipiente de pedogênese (LIMA, 2001).

Os solos predominantes nas várzeas são os Gleissolos e Neossolos Flúvicos. Uma característica dominante nesses solos, entretanto, é a má drenagem ou hidromorfismo, embora aqueles situados em terraços ou níveis mais elevados (várzea alta) possam apresentar-se melhor drenados (RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D.P., 1988). Os processos de oxidação-redução que ocorrem nos solos de várzea alteram as características químicas, inclusive a dinâmica dos nutrientes (FAGERIA, 1994). Deste modo, a ocupação dos solos das várzeas sem o devido conhecimento de suas peculiaridades pode resultar em sérios desequilíbrios. O presente estudo teve como objetivo caracterizar quimicamente os solos sob as áreas de aningais.

## Material e Métodos

A área de estudo compreende as várzeas do médio Solimões, entre os municípios de Coari e Iranduba. A área estudada compreende nove comunidades (Santa Luzia do Baixo, Nossa Senhora das Graças, Nossa Senhora de Nazaré, Bom Jesus, Santo Antonio, Matrinxã, Lauro Sodrê, Esperança II e Buiuçuzinho), próximas ao traçado do gasoduto Coari – Manaus, área de estudo do projeto Piatam (Figura 1). Foram coletadas amostras deformadas nas profundidades de 0 cm-20 cm, 20 cm-40 cm e 40 cm-60 cm para análise química. Os métodos utilizados para caracterização dos parâmetros químicos estão descritos em Embrapa (1997). A classificação do solo foi realizada por meio do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (SANTOS, 2006).



## Resultados e Discussão

Nos solos sob aningais, encontrou-se elevado teor de nutrientes. Notadamente, o cálcio e o magnésio apresentaram teores elevados em todas as profundidades, com valores por volta de  $12 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  (Tabela 1). Isso se deve ao fato de esses ambientes serem fertilizados anualmente pelos sedimentos dos rios de água barrenta, como o Solimões. Podemos observar concomitantemente que as áreas com elevados teores de cálcio e magnésio tendem a apresentar baixo teor de alumínio. Lima et al. (2007) observaram iguais características ao estudar solos de várzea do médio Solimões. Entretanto alguns valores elevados de alumínio trocável foram identificados (Tabela 1) e podem estar relacionados à extração de alumínio nas argilas pelo extrator utilizado (Kcl 1 N). Esse fato foi estudado por Marques et al. (2002) em outros locais com solos da formação Solimões.

A soma de bases e a capacidade de troca de cátions apresentaram valores altos a muito altos em todas as áreas, segundo índices propostos por Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999). Os solos amostrados apresentaram, na sua maioria, saturação por bases acima de 50%, caracterizando um ambiente fértil (eutrófico).

De modo geral esses solos apresentaram baixos teores de carbono e conseqüentemente de matéria orgânica. É provável que esses valores sejam reflexo do baixo conteúdo desse componente nos sedimentos depositados periodicamente na várzea ou da rápida decomposição da matéria orgânica na Amazônia Central. Souza (2007), estudando áreas de várzea do Médio Solimões, observou que, geralmente, os teores de carbono no solo são inferiores a 1%.

## Conclusões

Os solos sob os aningais, na sua maioria, podem ser classificados como férteis (eutróficos), entretanto esses ambientes apresentam reduzido estoque de carbono, além de serem ambientes muito mal drenados, o que implica no difícil estabelecimento de outras espécies de plantas.

Tabela 1. Atributos químicos de solos sob aningaais na região do Médio Solimões, Amazonas.

Identidade da amostra Desc.	Prof.	pH H <sub>2</sub> O	C g/kg	M.O. g/kg	P mg/dm <sup>3</sup>	K mg/dm <sup>3</sup>	Na	Ca	Mg	Al	Cmolc/dm <sup>3</sup>			T	V %	m
											H+AI	SB	H+AI			
PIA - MA 50	0-20	4,66	11,57	19,91	54	53	54	11,75	5,10	1,24	4,57	17,22	21,79	79,03	6,71	
PIA - MA 50	20-40	4,05	9,36	16,10	47	66	47	11,30	3,17	1,25	4,43	14,84	19,27	77,03	7,79	
PIA - TA 01	0-20	4,53	55,13	94,83	8	144	27	1,51	1,56	12,03	13,68	3,56	17,23	20,63	77,18	
PIA - TA 01	20-40	4,60	9,41	16,19	35	54	35	1,08	2,69	13,55	13,52	4,06	17,58	23,10	76,95	
PIA - TA 01	40-60	4,58	4,59	7,89	1	47	50	0,59	3,15	13,68	13,46	4,08	17,53	23,25	77,03	
PIA - AR 01	0-20	5,06	27,23	46,84	8	89	108	15,41	10,27	1,22	6,37	26,38	32,75	80,55	4,43	
PIA - AR 01	20-40	5,39	5,31	9,13	3	82	77	14,09	7,19	1,71	4,47	21,82	26,30	83,00	7,28	
PIA - AR 01	40-60	4,13	3,49	6,00	4	65	60	9,59	4,92	0,57	2,00	14,94	16,93	88,21	3,70	
PIA - NO 01	0-20	4,41	24,24	41,68	7	77	43	9,58	4,21	5,48	9,86	14,17	24,03	58,97	27,90	
PIA - NO 01	20-40	4,85	12,08	20,77	6	76	42	7,93	4,19	5,64	8,21	12,50	20,70	60,36	31,10	
PIA - NO 01	40-60	4,60	5,88	10,11	4	65	45	7,13	4,65	4,55	6,45	12,14	18,59	65,30	27,27	
PIA Bu01	0-20	4,67	9,07	15,60	4	19	4	0,34	0,16	0,99	3,83	0,57	4,40	12,87	63,58	
PIA Bu01	20-40	4,69	11,54	19,84	19	19	3	0,49	0,18	0,95	3,96	0,73	4,69	15,58	56,54	
PIA Bu01	40-60	4,81	12,73	21,89	20	19	3	0,37	0,15	0,99	3,50	0,58	4,09	14,23	63,04	
PIA MT01	0-20	5,55	14,25	24,51	48	84	56	9,05	3,36	2,18	5,28	12,87	18,15	70,92	14,46	
PIA MT01	20-40	6,26	10,13	17,42	52	68	59	12,06	4,03	0,00	3,19	16,52	19,71	83,80	0,00	
PIA MT01	40-60	5,43	5,45	9,38	54	56	59	13,05	5,40	0,00	1,69	18,85	20,54	91,79	0,00	
PIA LM01	0-20	5,81	8,11	13,95	3	49	80	12,23	5,87	1,63	4,10	18,57	22,68	81,91	8,08	
PIA LM01	20-40	5,91	4,28	7,36	2	46	94	13,12	7,72	0,00	2,91	21,37	24,28	88,01	0,00	
PIA LM01	40-60	4,54	3,49	6,00	1	67	100	13,69	8,23	0,00	2,83	22,53	25,36	88,82	0,00	
PIA LM02	0-20	5,32	14,51	24,96	6	39	81	6,56	3,96	6,34	8,60	10,97	19,57	56,06	36,63	
PIA LM02	20-40	5,26	8,50	14,62	2	43	200	6,11	5,89	4,36	7,11	12,98	20,09	64,61	25,14	
PIA LM02	40-60	4,86	5,77	9,93	2	47	210	6,32	5,54	4,15	6,64	12,89	19,53	66,01	24,35	
PIA BJ01	0-20	5,25	17,56	30,20	4	55	66	9,34	2,73	5,81	9,08	12,50	21,58	57,92	31,75	
PIA BJ01	20-40	5,53	5,90	10,14	2	53	93	6,52	2,66	7,2	8,72	9,72	18,44	52,72	42,55	
PIA BJ01	40-60	5,25	4,45	7,66	3	46	87	5,46	2,81	6,66	7,73	8,77	16,50	53,13	43,17	
Ramal da Várzea	0-20	5,88	19,72	33,92	54	143	28	12,76	3,11	0,27	4,31	16,36	20,67	79,13	1,61	
Ramal da Várzea	20-40	6,08	6,90	11,87	58	96	39	12,00	3,38	0,00	2,67	15,80	18,46	85,54	0,00	
Ramal da Várzea	40-60		6,14	10,57	67	86	43	11,87	3,43	0,00	2,32	15,71	18,03	87,11	0,00	

## Referências

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P.; ZIMMERMANN, F. J. P. Caracterização química e granulométrica de solos de várzea de alguns estados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 267-274, fev. 1994.

LIMA, H. N. **Os solos da paisagem da várzea com ênfase no trecho entre Coari e Manaus**. Manaus: EDUA, 2007. p. 35-52.

MACEDO, E. G. et al. Anatomia e arquitetura foliar de *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott (Araceae) Espécie da Várzea Amazônica. **Revista de Ciências Naturais**, 2005. v. 1, n. 1, 2005, p. 19-43.

MARQUES, J. J. G. S. M.; TEIXEIRA, W. G.; SCHULZE, D. G.; CURI, N. Mineralogy of soils with unusually high exchangeable Al from the western Amazon Region. **Clay Minerals**, v. 37, p. 651-661, 2002.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivo e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais. 1999. 359 p.

SANTOS, H. G. dos et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SOUZA, K. W. **Uso do solo em comunidades de várzea do rio Solimões do trecho Coari-Manaus**. 2007. 95 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

# Fluxos de Carbono Orgânico e de Nutrientes em Solos Antrópicos e Adjacentes sob Floresta Secundária na Amazônia Central

E. M. Oblitas<sup>1</sup>; F. J. Luizão<sup>2</sup>; W. G. Teixeira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Agricultura no Trópico Úmido (ATU-Inpa), emoblitas@hotmail.com; <sup>2</sup>Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Depto. de Ecologia, Manaus, AM, fluizao@inpa.gov.br; <sup>3</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, wenceslau@cpaa.embrapa.br

## Resumo

Com o objetivo de estimar os fluxos de carbono orgânico e nutrientes em perfis de solo antrópicos e solos adjacentes sob floresta secundária na Amazônia Central, o presente estudo procura identificar os solos que retêm mais carbono orgânico e nutrientes. O delineamento experimental foi o de blocos inteiramente ao acaso com três repetições em cada bloco e avaliações em três locais: Encontro das Águas, Rio Preto e Autaz Mirim. Foram utilizados dois tratamentos: Terra Preta de Índio (TPI) e Latossolo Amarelo (LA), num total de nove parcelas de 20 m x 80 m. Em cada parcela serão instalados três sistemas de extração de solução do solo (SESS). Cada um dos sistemas constará de três extratores em diferentes profundidades, até 1 m. Além disso, serão feitas coletas de amostra de solo até 1 m para realizar análises químicas e físicas, bem como avaliação de dados complementares de pH da solução solo e de chuvas. Espera-se que os estoques de carbono orgânico e de nutrientes até 1 m de profundidade no solo e na solução solo sejam maiores nos solos antrópicos do que nos solos adjacentes, e que as taxas de retenção de carbono e nutrientes sejam também maiores. Uma vez conhecendo esses dados, poderemos melhorar o entendimento dos processos de lixiviação nos solos com horizonte A antrópico e dos solos sem esses horizontes.

**Palavras-chave:** SESS, terra preta, extratores.

## Introdução

Na Amazônia, a maioria dos solos é muito intemperizada e apresenta baixa fertilidade química natural. Porém, junto a essa maioria, também ocorrem solos com horizonte A antrópico (Au) de coloração escura, popularmente denominado "Terra Preta de Índio" (TPI), Terra Preta Arqueológica ou solos Antrópicos (CUNHA, 2005), que geralmente apresentam alta fertilidade, com elevados teores de P, Ca, Mg, Mn, Zn e de matéria orgânica estável (KERN & KAMPF, 1989), elevado pH (5,5 - 6,5), alta capacidade de troca catiônica, baixa acidez potencial (H + Al) e alta saturação por bases, quando comparados aos solos adjacentes (SOMBROEK, 1966; GLASER, 1999). Os horizontes antrópicos das TPIs podem ocorrer sobre uma variedade de tipos de solo, incluindo os Oxissolos, Ultissolos, Inceptissolos e Podzóis, formando um horizonte A antrópico (SMITH, 1980; LIMA et al., 2002).

As TPIs da Amazônia têm níveis elevados de carbono, com concentrações de até 150 g C kg<sup>-1</sup> de solo, em comparação aos solos circunvizinhos com 2.030 g C kg<sup>-1</sup> de solo (SMITH, 1980; KERN & KAMPF, 1989; SOMBROEK et al., 1993; GLASER et al., 2000). A capacidade das TPIs de estocar e reter carbono é estável, importante, então, para a mitigação do efeito estufa, por isso precisa ser mais bem avaliada e entendida. Além de melhorar as estimativas dos estoques de carbono nas Terras Pretas, é necessário conhecer melhor sua capacidade de reter carbono e nutrientes no perfil do solo, especialmente na parte superior. Portanto, neste trabalho, pretende-se melhorar o entendimento sobre os processos de lixiviação nos solos com horizonte A antrópico, comparando-se os fluxos de carbono orgânico e de nutrientes através do perfil dos solos de TPIs e de solos adjacentes sem horizontes antrópicos (Latossolo Amarelo) em ecossistemas de floresta secundária na Amazônia central.

## Material e Métodos

As avaliações serão feitas em três locais de estudo: Encontro das Águas (EA), Rio Preto (RP) e Autaz Mirim (ATM). Em cada um desses locais, foram estabelecidas três parcelas de 20 m x 80 m, identificando as TPIs e o solo adjacente (Latossolo Amarelo) sob cobertura florestal de floresta secundária (capoeira). Duas das três parcelas dos tratamentos serão estabelecidas em solos antrópicos (TPI), considerando-se a grande variabilidade que existe entre esses solos com A antrópico. Uma delas corresponde à Terra Preta (TP1) e outra, a solos de cor castanha ou marrom-escura (TP2); a terceira parcela será estabelecida em solos adjacentes sem A antrópico. Em cada parcela serão instalados três (1, 2 e 3) sistemas de extração de solução do solo (SESS). Cada sistema constará de três extratores (a, b, c)

instalados em diferentes profundidades até 1 m de profundidade (Fig. 1): extrator “a” – 20 cm; extrator “c” – 1 m; e o extrator “b” – será instalado de acordo com a profundidade das camadas orgânicas das TPIs (TP1 e TP2) e será colocado imediatamente abaixo do final da camada escura do solo. As profundidades dos extratores “b”, nas parcelas de TP1 e TP2 dos três locais de estudo, serão mostradas na Tabela 1. Neste trabalho, pretende-se avaliar: densidade e textura do solo, macro e micronutrientes do solo, carbono total do solo, assim como carbono orgânico dissolvido (COD) e nutrientes na solução do solo.

### Densidade do Solo

Para estimar a densidade do solo, será utilizado o método do anel volumétrico, com amostras de solo de estrutura indeformada, coletadas através de um anel de aço de bordas cortantes e volume interno conhecido. Depois de pesado, o conjunto de amostra e anel será colocado em estufa a 105 °C durante 24 horas e pesado novamente (CLAESSEN, 1997). O cálculo para obter a densidade aparente é o seguinte:

$$\text{Densidade aparente (g/ cm}^3\text{)} = \frac{\text{peso da massa da amostra seca a 105 }^\circ\text{C}}{\text{volume do anel}}$$

### Textura do Solo

Para determinar a textura do solo, será quantificado o teor de argila pelo método da pipeta, separando a fração de areia por meio de tamisamento, e, por diferença, o teor de silte, após a dispersão da terra fina seca ao ar (CLAESSEN, 1997), com um dispersante químico, o pirofosfato de sódio (Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) e agitação mecânica; então, pipeta-se 100 mL da suspensão para determinar a argila que, seca em estufa, é pesada. As frações grosseiras (areia fina e grossa) são separadas por tamisação, secas em estufa e pesadas para a obtenção dos respectivos valores (g kg<sup>-1</sup>).

### Locais de Estudo

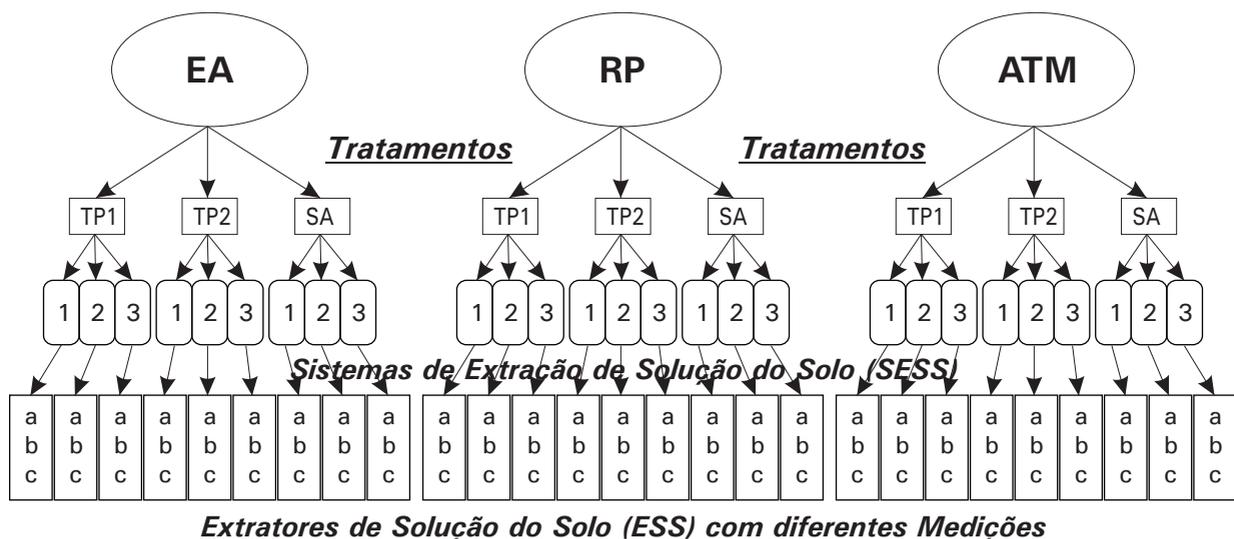


Fig. 1. Delineamento Experimental. Encontro das Águas (EA); Rio Preto (RP); Autaz Mirim (ATM); Terra Preta de Índio (TP1 e TP2); solo adjacentes (SA); Sistema de Extração de solução do solo (1, 2, 3); Extratores de solução do solo com diferentes medições (a, b, c).

### Macronutrientes e Micronutrientes do solo

Para a determinação de cálcio, magnésio e alumínio trocáveis, será feita uma extração com cloreto de potássio ( $KCl\ 1\ mol\ L^{-1}$ ) (SILVA, 1999). O Al trocável será determinado por titulação numa fração do extrato com  $NaOH\ 0,025\ mol\ L^{-1}$ , na presença de azul de bromotimol como indicador. Em outra fração do extrato, Ca e Mg serão determinados por espectrofotometria de absorção atômica (EAA). Para a determinação de fósforo e potássio trocáveis como macronutrientes e ferro, zinco e manganês como micronutrientes, será feita uma extração com solução Melich 1, também chamada de solução de duplo-ácido ou Carolina do Norte (SILVA, 1999), que é constituída por uma mistura de  $HCl\ 0,05\ M + H_2SO_4\ 0,0125\ M$ . O emprego dessa solução como extratora de P, K, Fe, Mn e Zn baseia-se na solubilização desses elementos pelo efeito de pH, entre 2 e 3, sendo o papel do  $Cl^-$  o de restringir o processo de reabsorção dos fosfatos recém-extraídos. A determinação do K será feita por fotometria de chama; a dos elementos

Fe, Mn e Zn será feita por EAA, enquanto que a determinação do P será feita por colorimetria no espectrofotômetro, usando molibdato de amônio ( $MoNH_4$ ) e ácido ascórbico a 3%.

### Carbono orgânico total no solo

As amostras de solo serão secas ao ar, passadas em peneira de 2 mm, depois moídas até a condição de pó bem fino e guardadas em frascos plásticos; posteriormente serão pesadas e acondicionadas em cápsulas de estanho, aproximadamente 0,5 mg de solo que será analisado num auto-analisador de C de fase gasosa.

### Carbono orgânico dissolvido (COD) e nutrientes na solução solo

Para análise de carbono orgânico dissolvido (COD) e nutrientes (cátions e ânions), serão utilizadas as amostras das baterias de extratores instalados em três profundidades: 20 cm, ao final da camada orgânica dos solos antrópicos (Tabela 1) e a 100 cm. Para análise do COD, as amostras receberão

gotas de  $\text{HgCl}_2$  (concentração final de 300  $\mu\text{M}$  de Hg) como preservante, a fim de evitar alterações nos teores de carbono e nutrientes devido à atividade biológica. No campo, as amostras serão filtradas com filtro de membrana de fibra de vidro (porosidade 0,7  $\mu\text{m}$ ) e acondicionadas em frascos de vidro, descontaminados com água ultrapura. Os filtros e os frascos serão previamente calcinados à temperatura de 500 °C por aproximadamente 5 horas. A determinação das concentrações do carbono orgânico dissolvido (COD) e

nutrientes na solução do solo, serão realizadas em analisador de carbono orgânico total, cujo princípio analítico é a detecção por infravermelho, após acidificação da amostra para a conversão das espécies de carbono inorgânico a  $\text{CO}_2$ , e extração do  $\text{CO}_2$  evoluído pelo método de equilíbrio em fases múltiplas, isto é, detecção de  $\text{CO}_2$  por infravermelho não dispersivo. Nesse caso, a amostra é queimada a 680 °C, e o  $\text{CO}_2$  gerado é quantificado.

**Tabela 1.** Medidas dos extratores “b” segundo as camadas dos solos antrópicos (TPI) dos três locais de estudo.

Local	EA		RP		ATM	
	TP1	TP2	TP1	TP2	TP1	TP2
	Extrator “b” (cm)					
1	15	35	60	36	32	37
2	30	27	64	30	41	47
3	30	27	55	40	41	37

No tratamento LA (controle), a profundidade do extrator “b” será a mesma do tratamento TP1 E TP2 correspondente em cada área estudada.

## Estatística

Será feita análise estatística descritiva determinando-se média geral, desvio-padrão, o coeficiente de variação e os valores máximos e mínimos, depois efetuar-se-á análise de variância (teste F). Se houver diferenças significativas, será aplicado o teste de média (Tukey 5%).

## Resultados Esperados

Espera-se que os estoques de carbono orgânico e nutrientes até 1 m de profundidade no solo e na solução solo sejam maiores nos solos antrópicos do que nos solos adjacentes. Porém, espera-se que as quantidades de carbono e nutrientes na

solução solo, devidas à lixiviação do solo, em relação aos estoques totais no solo, sejam proporcionalmente menores do que nos solos adjacentes.

## Referências

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. p. 15-18. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

CUNHA, T. J. F. **Ácidos húmicos de solos Escuros da Amazônia (Terra Preta do Índio)**. 2005. 139 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

GLASER, B. **Eigenschaften und Stabilität des Humuskörpers der "Indianerschwarzerden" Amazoniens**. Bayreuth: University of Bayreuth, 1999. 196 p. (Bayreuther Bodenkundliche Berichte 68).

GLASER, B. et al. Black carbon in density fractions of anthropogenic soils of the Brazilian Amazon region. **Organic Geochemistry**, v. 31, p. 669-678, 2000.

KERN, D. C.; KÄMPF, N. Antigos assentamentos indígenas na formação de solos com terra preta arqueológica na região de Oriximiná - Pará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 13, p. 219-225, 1989.

LIMA, H. N. et al., Pedogenesis and pre-colombian land use of Terra Preta Anthrosols (Indian black earth) of western Amazonia. **Geoderma**, v. 110, p. 1-17, 2002.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solo, planta e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.

SISTEMA brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

SMITH, N. J. H. Anthrosols and human carrying capacity in Amazonia. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 70, p. 553-566, 1980.

SOMBROEK, W. **Amazon soils** a reconnaissance of soils of the Brazilian Amazon region. Wageningen, Netherlands: Centre for Agricultural Publications and Documentation, 1966. 292 p.

SOMBROEK, W. G.; NACHTERGAELE, F. O.; HEBEL, A. Amounts, dynamics and sequestering of carbon in tropical and subtropical soils. **Ambio**, v. 22, p. 417-426, 1993.

# Qualidade Física de Solos com Horizonte Antrópico (Terra Preta de Índio) na Amazônia Central\*

A. F. Neves Junior<sup>1</sup>; A. P. Silva<sup>2</sup>; W. G. Teixeira<sup>3</sup>; N. P. S. Falcão<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Pós-Doutorando, Bolsista da Capes, Coordenação de Pesquisas em Ciências Agronômicas (CPCA), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Manaus, AM, anevesjr@gmail.com; <sup>2</sup>Professor Titular, Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (Esalq), Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, SP, apsilva@esalq.usp.br; <sup>3</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, wenceslau@cmaa.embrapa.br; <sup>4</sup>Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Coordenação de Pesquisas em Ciências Agronômicas (CPCA), Manaus, AM, nfalcao@inpa.gov.br

\*Extraído da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada no PPG em Solos e Nutrição de Plantas da Esalq/USP.

Apoio: : Esalq/USP, CNPq, Embrapa Amazônia Ocidental, Inpa, Ufam.

## Resumo

Os solos conhecidos como Terra Preta de Índio (TPI) exibem coloração escura, horizonte A antrópico com presença de artefatos líticos e/ou cerâmicos, além de elevada fertilidade, alta capacidade de retenção de nutrientes e elevados estoques de carbono orgânico. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade física de dois horizontes antrópicos (TPI) utilizando o intervalo hídrico ótimo (IHO) e o parâmetro "S" como índices de qualidade física do solo. Para a realização do estudo, foram selecionadas duas áreas de ocorrência da TPI, uma no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, denominado "Caldeirão", no Município de Iranduba, e a outra em uma pequena propriedade agrícola na Costa do Laranjal, situada no Município de Manacapuru, ambas no Estado do Amazonas. Foram coletadas 120 amostras indeformadas para a estimativa do IHO e do parâmetro "S". Os índices de qualidade física do solo não identificaram condições limitantes ao crescimento de plantas nos solos estudados. A resistência à penetração de raízes (RP) pode tornar-se o fator limitante nas TPIs e no Latossolo antes de o solo atingir as condições de umidade equivalentes ao ponto de murcha permanente.

**Palavras-chave:** carbono orgânico, parâmetro "S", intervalo hídrico ótimo (IHO).

## Introdução

Na Amazônia, contrastando com a ocorrência de solos pobres quimicamente, ácidos e pouco produtivos, há a ocorrência de manchas de solos escuros, férteis e com produtividade elevada. Esses solos apresentam artefatos líticos e/ou cerâmicos distribuídos pelos horizontes, restos de fauna e flora, padrões distintos de vegetação e são conhecidos regionalmente como Terra Preta de Índio (TPI) (SOMBROEK, 1966; SMITH, 1980; EDEN et al., 1984; KERN e KÄMPF, 1989). As TPIs estão associadas aos antigos assentamentos indígenas, que, em decorrência de intenso processo de ocupação, modificaram a paisagem natural, notadamente as propriedades dos solos (KERN e KÄMPF, 1989; KÄMPF e KERN, 2005).

Entre as modificações encontradas nas propriedades do solo, a fertilidade das TPIs é a mais intrigante e, por conseqüência, a mais estudada. Portanto, informações básicas relacionadas às propriedades físicas e à qualidade física das TPIs ainda são escassas, com exceção de alguns estudos (TEIXEIRA e MARTINS, 2003). A avaliação da qualidade do solo é uma

ferramenta focada nas propriedades dinâmicas e nos processos do solo que são úteis para avaliar a sustentabilidade das práticas de manejo do solo (KARLEN, 2004).

O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade física de dois horizontes antrópicos (Terra Preta de Índio) utilizando o intervalo hídrico ótimo (IHO) e o parâmetro "S" como índices de qualidade física do solo.

## Material e Métodos

O estudo foi realizado em duas áreas com ocorrência dos horizontes antrópicos, denominados TPI Argissolo e TPI Latossolo. A primeira área está localizada no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental denominado "Caldeirão", no Município de Iranduba, Estado do Amazonas, localizado a aproximadamente 22 quilômetros de Manaus. O solo adjacente foi classificado como Argissolo Amarelo Tb distrófico (Argissolo).

A segunda área está localizada em uma pequena propriedade agrícola dentro de uma extensa faixa de TPI, denominada Costa do Laranjal, situada no Município de Manacapuru, Estado do Amazonas, localizado a aproximadamente 80 quilômetros de Manaus. O solo adjacente foi classificado como Latossolo Amarelo Tb distrófico (Latossolo). Para a realização do estudo foram coletadas 30 amostras indeformadas, utilizando anéis cilíndricos (5 cm x 5 cm), em cada uma das áreas selecionadas (TPI e solo adjacente) na profundidade de 0 m–0,5 m, totalizando 120 amostras de solo.

O IHO foi estimado de acordo com a metodologia proposta por Silva et al. (1994), e os cálculos matemáticos e estatísticos inseridos na metodologia do IHO foram realizados dentro do ambiente do software estatístico SAS (Statistical Analysis System

Institute, 2000). O parâmetro "S" foi estimado de acordo com a metodologia proposta por Dexter (2004).

## Resultados e Discussão

Nas TPIs foi observado que o aumento da densidade do solo ( $D_s$ ) ocasionou a substituição do ponto de murcha permanente pela resistência à penetração (RP), compondo o limite inferior do IHO, comportamento também observado no horizonte do Latossolo. Progressivamente ao aumento da  $D_s$  houve um decréscimo da porosidade de aeração (PA). O decréscimo da PA, observado nos quatro horizontes, não foi suficiente para que esta substituísse a capacidade de campo (CC) no limite superior do IHO, indicando que provavelmente não ocorrerão restrições relacionadas à difusão de oxigênio. O aumento dos teores de água no ponto de murcha permanente (PMP), observado no Latossolo, reflete o aumento do número de partículas disponíveis para a retenção de água por unidade de volume, como ocorre durante a compactação do solo (VAN DEN BERG, 1997). Já o aumento observado na umidade retida na CC (Latossolo, TPI Latossolo e TPI Argissolo) provavelmente deve-se à redução dos macroporos, que, ao serem transformados em poros de diâmetro menor, passam a atuar na retenção de água (KERTZMAN, 1996).

Para o Argissolo, IHO foi igual à água disponível (AD), em razão da pequena variação da RP em função do conteúdo de água e pelo fato da PA não substituir a CC como limite superior do IHO. Assim, as plantas cultivadas nesse solo podem ter seu manejo baseado na AD, sem que ocorram restrições físicas dentro dessa faixa de água.

A densidade crítica ( $D_{sc}$ ) indica o valor no qual o  $IHO = 0$  (Silva et al., 1994). No presente trabalho não foi possível identificar

a Dsc de acordo com os critérios considerados no modelo do IHO. Segundo Tormena et al. (2007), os sistemas de manejo em que ocorre maior frequência de  $D_s < D_{sc}$  oferecem menores restrições físicas às plantas. Baseado no IHO, os resultados indicam que os solos não apresentam limitações ao crescimento de plantas, pois os valores de  $D_s$  encontrados estão abaixo da  $D_{sc}$ . Assim, práticas de manejo do solo que aumentem o IHO estarão contribuindo para a melhoria das condições físicas do solo, garantindo que os valores de  $D_s$  não atinjam o nível crítico. O cálculo da  $D_{sc}$  permite que a área em estudo seja monitorada, fornecendo respostas sobre o sucesso ou não das práticas de manejo adotadas e, no caso de áreas georeferenciadas, os locais exatos que necessitam de alguma intervenção com o objetivo de melhorar a estrutura do solo.

A qualidade física do solo avaliada por meio do índice "S" exibiu resultados semelhantes aos encontrados pelo IHO. Os valores obtidos foram  $S = 0,079$  para o Latossolo,  $S = 0,047$  para a TPI Latossolo,  $S = 0,052$  para o Argissolo e  $S = 0,047$  para a TPI Argissolo. De acordo com Dexter (2004), o valor de  $S = 0,035$  representa o limite adequado da caracterização da estrutura do solo, valores acima deste limite estão relacionados às condições estruturais adequadas ao crescimento de plantas. Abaixo de 0,035 relaciona-se a solos com condições inadequadas. Os horizontes do Latossolo e Argissolo sem a presença de horizonte A antrópico (TPI) mostraram maiores valores do parâmetro "S" indicando por esse parâmetro melhor qualidade física, entretanto esses horizontes apresentam limitação química pelos reduzidos valores de pH e baixa fertilidade ao crescimento das plantas. Isso indica a necessidade de se integrar índices de avaliação da qualidade física com índices químicos para avaliar sistemas de manejo do solo de forma global.

## Conclusões

Os índices de qualidade física do solo não identificaram condições limitantes ao crescimento de plantas. A RP pode se tornar o fator limitante nas TPIs e no Latossolo antes de o solo atingir as condições de umidade equivalentes ao ponto de murcha permanente.

## Referências

- DEXTER, A.R. Soil physical quality: Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. *Geoderma*, Amsterdam, v. 120, p. 201-214, 2004.
- EDEN, M. J. et al. Terra Preta soils and their archeological context in the Caqueta Basin of Southeast Colombia. *Am. Antiq.*, v. 49, p. 125-140, 1984.
- KÄMPF, N.; KERN, D. C. O solo como registro da ocupação humana pré-histórica na Amazônia. In: VIDAL-TORRADO, P. et al. **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. v. 6. p. 277-320.
- KARLEN, D. L. Soil quality as an indicator of sustainable practices. *Soil and Tillage Research*, v. 78, p. 129-130, 2004.
- KERN, D.C.; KÄMPF, N. Antigos assentamentos indígenas na formação de solos com Terra Preta Arqueológica na região de Oriximiná, Pará. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 3, p. 219-225, 1989.
- KERTZMAN, F. F. **Modificações na estrutura e no comportamento de um Latossolo Roxo provocadas pela compactação do solo**. 1996. 176 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

SILVA, A. P.; KAY, B. D.; PERFECT, E. Characterization of the least limiting water range of soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 58, p. 1775-1781, 1994.

SMITH, N.J.H. Anthrosol and human carrying capacity in Amazonia. In: ASSOCIATION OF AMERICAN GEOGRAPHERS, 70., 1980, Durham, **Annals...** Durham, 1980. p. 553-566.

SOMBROEK, W. G. **Amazonian soils**. A reconnaissance of the soils of the Brazilian Amazon. Wageningen: Centre for Agricultural Publication Documentation, 1966. 292 p.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS/STAT User's guide**. Version 8.2. Cary, NC: Statistical Analysis System Institute, 2000.

TEIXEIRA, W. G.; MARTINS, G. C. Soil physical characterization. In: LEHMANN, J. et al. **Amazonian dark earths**; origin, properties and management. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. p. 271-286.

TORMENA, C. A. et al. Variação temporal do intervalo hídrico ótimo de um latossolo vermelho distroférico sob sistemas de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 211-219, 2007.

VAN DEN BERG, M. et al. Pedotransfer functions for the estimation of moisture retention characteristics of Ferralsols and related soils. **Geoderma**, v. 78, p. 161-180, 1997.

# Transformando um Mapa Analógico para uma Base Digital: O Estudo do Levantamento de Solos de Áreas de Várzea do Município de Parintins, AM

A. K. da C. da Silveira<sup>1</sup>; W. G. Teixeira<sup>2</sup>; H. N. Lima<sup>3</sup>; W. H. A. Pinto<sup>4</sup>; R. S. Macedo<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Geógrafa, Estagiária da Embrapa Amazônia Ocidental, Bolsista Pibic CNPq, alana.silveira@cpaa.embrapa.br (apresentadora do trabalho); <sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, wenceslau@cpaa.embrapa.br; <sup>3</sup> Professor Adjunto da Universidade Federal do Amazonas (Ufam), Faculdade de Ciências Agrárias, Manaus, AM, hedinaldo@ufam.edu.br;

<sup>4</sup>Geógrafo, Programa Próvarzea – Ibama, willer\_hp@yahoo.com.br; <sup>5</sup>Mestrando do Programa de Agronomia Tropical, Ufam, Bolsista Capes, rmacedo@ufam.edu.br.

## Resumo

O Município de Parintins dispõe de um mapa das áreas de várzea criado na década de 1980. Esse mapa tem poucas cópias disponíveis e é de difícil acesso. Este trabalho teve como objetivo resgatar e disponibilizar o mapa pedológico das várzeas do Município de Parintins em meio digital, bem como aumentar a precisão cartográfica do mapeamento por meio da associação de métodos tradicionais de mapeamento (utilizados no mapeamento original) com tecnologias avançadas de geoprocessamento. O mapa original, disponível no formato analógico, foi digitalizado, e posteriormente utilizaram-se ferramentas de programas de sistemas de informações geográficas (SIGs). Como resultado da recuperação dos dados foi gerado um mapa revitalizado das várzeas de Parintins em formatos digital e impresso. Neste trabalho é apresentada a metodologia utilizada que poderá servir para revitalização de outros mapas analógicos.

**Palavras-chave:** cartografia temática, levantamento de solos, Baixo Amazonas.

## Introdução

Um dos principais critérios de avaliação da qualidade de um levantamento de solos é a análise dos limites das unidades mapeadas. O tipo de material cartográfico básico utilizado no levantamento está diretamente relacionado à precisão do mapeamento. Este trabalho baseia-se principalmente no relatório elaborado em 1986 pela Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC, 1986), no qual estão descritos e apresentados os mapas do levantamento de reconhecimento de solos e aptidão agrícola de parte do Município de Parintins e que obteve como um dos produtos finais o mapa de solos das áreas de várzea, numa escala de 1:100.000.

Este estudo foi realizado com intensos trabalhos de campo e interpretação dos solos daquele município. Existem poucas cópias disponíveis do referido mapa, sendo conseqüentemente de difícil acesso e consulta. As bibliotecas dos órgãos relacionados à pesquisa agrícola, como a Universidade Federal do Amazonas (Ufam), a Embrapa Amazônia Ocidental e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) não dispõem de cópia do mapa.

Atualmente, com a popularização de ferramentas de sistemas de informações geográficas e computadores, é possível a digitalização e a retificação desses mapas, que constituem um importante legado da pedologia. Teixeira et al. (2006) realizaram um trabalho para revitalização dos levantamentos pedológicos existentes no trecho entre os Municípios de Iranduba e Coari e do Município de Manacapuru. O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma metodologia para resgatar, atualizar e disponibilizar (em forma digital) mapas disponíveis em formato analógico. Foi utilizado, neste trabalho o mapa pedológico das várzeas do Município de Parintins.

## Material e Métodos

A metodologia utilizada neste trabalho teve como principal objetivo aumentar a precisão cartográfica do mapeamento de solos tendo como base a associação de métodos tradicionais de mapeamento com tecnologias avançadas de geoprocessamento. A base dos dados secundários para a realização desta pesquisa encontra-se no relatório da Cetec de 1986.

Para a atualização dos dados e do mapa foi necessário o uso de algumas ferramentas para digitalização, como segue: inicialmente o mapa pedológico das várzeas de Parintins (Fig. 1), disponível no relatório do Programa de Desenvolvimento Rural e Integrado – PDRI (CETEC, 1986), foi escaneado por meio do programa Wideimage 3.0.5 build 03420.

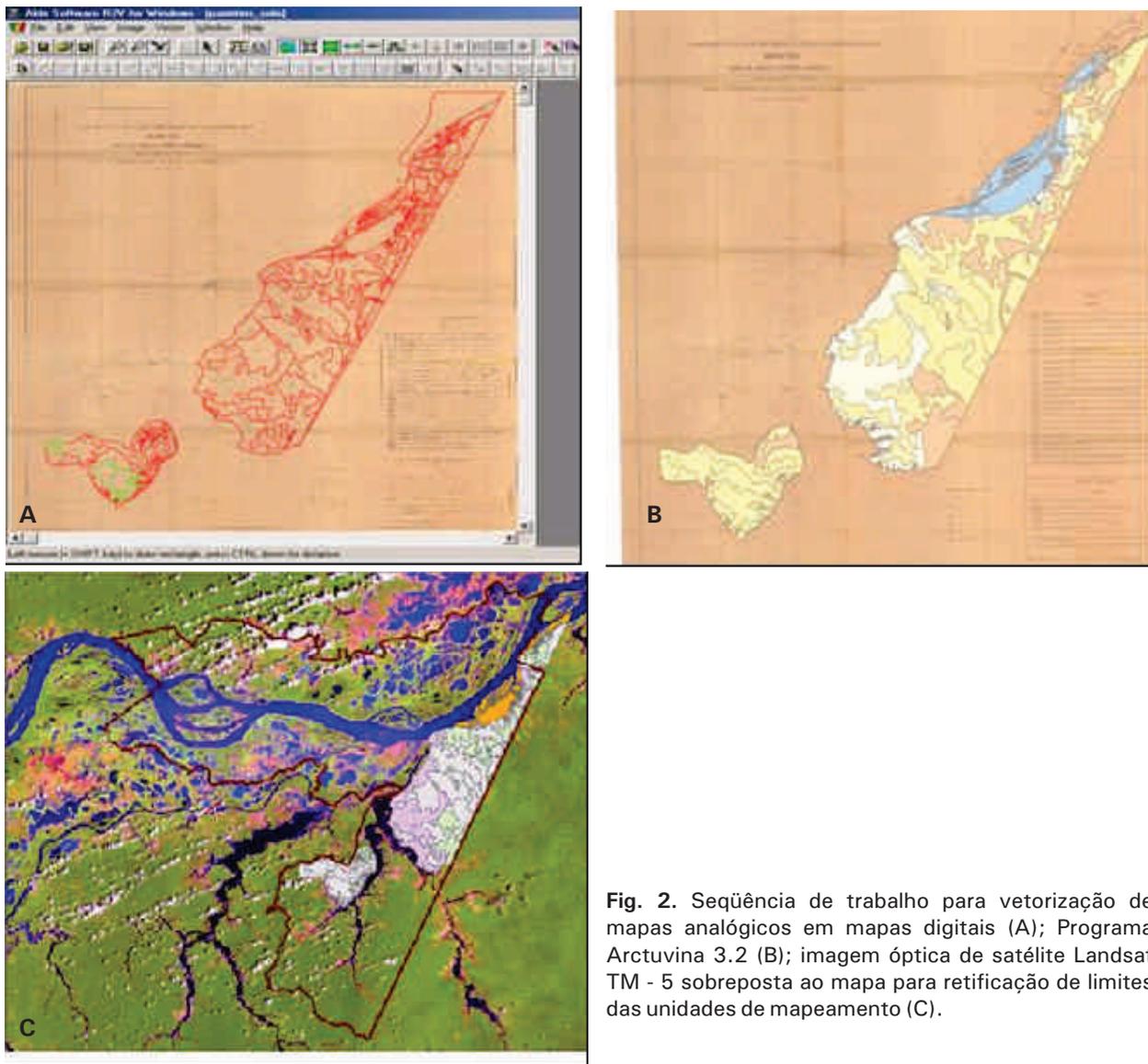
Posteriormente foi realizada a vetorização e a edição das unidades de mapeamento. Foram utilizadas ferramentas dos SIGs como os softwares R2V (ESRI, EUA), Arcinfo (ESRI, EUA) e ArcGis 9.2 (ESRI, EUA). Os *softwares* foram utilizados para as seguintes etapas: R2V, para elaborar as linhas e polígonos (vetorização); Arcinfo, para a

edição da vetorização da imagem; ArcGis 9.2 para a edição da imagem digital e do *layout* do mapa pedológico. Alguns limites e contornos de unidades de mapeamento foram retificados utilizando imagens óticas de satélite Landsat TM-5 (Fig. 2A, B, C) e de imagens de radar do Projeto Shuttle radar topographic mission (SRTM) com resolução espacial de 90 m.



Fig. 1. Mapa pedológico do Município de Parintins, AM. Fonte: CETEC, 1986.

A legenda das classes de solo foi atualizada segundo o atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS, 2006).



**Fig. 2.** Seqüência de trabalho para vetorização de mapas analógicos em mapas digitais (A); Programa Arctuvina 3.2 (B); imagem óptica de satélite Landsat TM - 5 sobreposta ao mapa para retificação de limites das unidades de mapeamento (C).

## Resultados e Discussão

No mapa original, foram mapeadas 23 unidades distintas. As áreas estimadas, assim como o percentual de cada classe de solo, são apresentadas na Tabela 1. Na Tabela 2, apresentam-se as áreas e os percentuais existentes em cada unidade de mapeamento. Observa-se que existem diferenças entre algumas unidades de mapeamento. No relatório, não foi explicitado qual o método utilizado, na época, para estimativa das áreas de cada

unidade, o qual, após a digitalização, é feito de forma semi-automática. A estimativa da área total apresenta números bastante similares. Os mapas em formato digital permitem, de forma rápida, corrigir, recalcular e estimar áreas, como os cálculos das áreas no Município de Parintins e no Estado do Pará.

O desconhecimento dos critérios utilizados para calcular as áreas mapeadas dificulta qualquer comparação dos métodos, uma vez que existem elementos que podem ou não

ser levados em consideração, por exemplo, a rede de drenagem. O novo cálculo do mapa digital foi elaborado levando em consideração a rede de drenagem, pois assim foi vetorizado, como pode ser observado nas imagens apresentadas.

O resultado final deste trabalho foi a obtenção de novas cópias, em versões

analógicas (impressas) e digitais, do mapa pedológico das várzeas de Parintins (Fig. 3). Alguns limites e contornos foram retificados, e a legenda, atualizada. Cópias dos mapas nos formatos impresso e digital serão disponibilizadas para as bibliotecas da Embrapa Amazônia Ocidental, da Ufam e do Inpa.

**Tabela 1.** Área de distribuição percentual das unidades de mapeamento.

Unidades de Mapeamento	Áreas (km <sup>2</sup> )			%
	Parintins	Pará	Total	
LAA1 - Latossolo Amarelo álico1	196,5	40,6	237,1	22,58
LAA2 - Latossolo Amarelo álico2	66,8	-	66,8	6,36
LAA3 - Latossolo Amarelo álico3	162,3	26,5	188,8	17,98
LAA4 - Latossolo Amarelo álico4	4,5	-	4,5	0,42
LAA5 - Latossolo Amarelo álico5	54,4	-	54,4	5,18
LAA6 - Latossolo Amarelo álico6	73,5	-	73,5	7,00
LVA1 - Latossolo Vermelho álico1	26,5	-	26,5	2,52
LVA2 - Latossolo Vermelho álico2	74,1	6,8	80,9	7,70
LVA3 - Latossolo Vermelho álico3	1,2	-	1,2	0,12
LVA4 - Latossolo Vermelho álico4	6,5	-	6,5	0,62
LVA5 - Latossolo Vermelho álico5	2,9	2,3	5,2	0,50
LVA6 - Latossolo Vermelho álico6	36,9	27,7	64,6	6,15
HGPe1 - Gleí Pouco Húmico eutrófico1	4,3	-	4,3	0,41
HGPe2 - Gleí Pouco Húmico eutrófico2	57,2	21,1	78,3	7,46
HGPe3 - Gleí Pouco Húmico eutrófico3	7,5	7,9	15,4	1,47
NQA1 - Neossolo Quartizarênico álico1	5,3	-	5,3	0,51
NQA2 - Neossolo Quartizarênico álico2	1,2	-	1,2	0,11
NQA3 - Neossolo Quartizarênico álico3	5,6	-	5,6	0,53
NQA4 - Neossolo Quartizarênico álico4	11,7	-	11,7	1,11
NQA5 - Neossolo Quartizarênico álico5	5,0	3,1	8,1	0,77
NQA6 - Neossolo Quartizarênico álico6	102,7	-	102,7	9,79
NQA7 - Neossolo Quartizarênico álico7	1,7	-	1,7	0,17
NQA8 - Neossolo Quartizarênico álico8	5,7	-	5,7	0,54
<b>Total</b>	<b>914,0</b>	<b>136,0</b>	<b>1.050,0</b>	<b>100,00</b>

**Tabela 2.** Área de distribuição percentual das unidades de mapeamento de parte das várzeas do Município de Parintins.

<b>Unidades de Mapeamento</b>	<b>Total</b>
LAA1 - Latossolo Amarelo álico1	239,07
LAA2 - Latossolo Amarelo álico2	66,13
LAA3 - Latossolo Amarelo álico3	190,49
LAA4 - Latossolo Amarelo álico4	4,58
LAA5 - Latossolo Amarelo álico5	64,30
LAA6 - Latossolo Amarelo álico6	62,10
LVA1 - Latossolo Vermelho álico1	26,03
LVA2 - Latossolo Vermelho álico2	79,86
LVA3 - Latossolo Vermelho álico3	1,12
LVA4 - Latossolo Vermelho álico4	2,80
LVA5 - Latossolo Vermelho álico5	5,56
LVA6 - Latossolo Vermelho álico6	75,04
HGPe1 - Gleí Pouco Húmico eutrófico1	3,84
HGPe2 - Gleí Pouco Húmico eutrófico2	81,13
HGPe3 - Gleí Pouco Húmico eutrófico3	7,48
NQa1 - Neossolo Quartizarênico álico1	5,47
NQa2 - Neossolo Quartizarênico álico2	1,37
NQa3 - Neossolo Quartizarênico álico3	5,6
NQa4 - Neossolo Quartizarênico álico4	12,04
NQa5 - Neossolo Quartizarênico álico5	10,11
NQa6 - Neossolo Quartizarênico álico6	166,77
NQa7 - Neossolo Quartizarênico álico7	1,81
NQa8 - Neossolo Quartizarênico álico8	8,43
<b>Total</b>	<b>1.115,54</b>

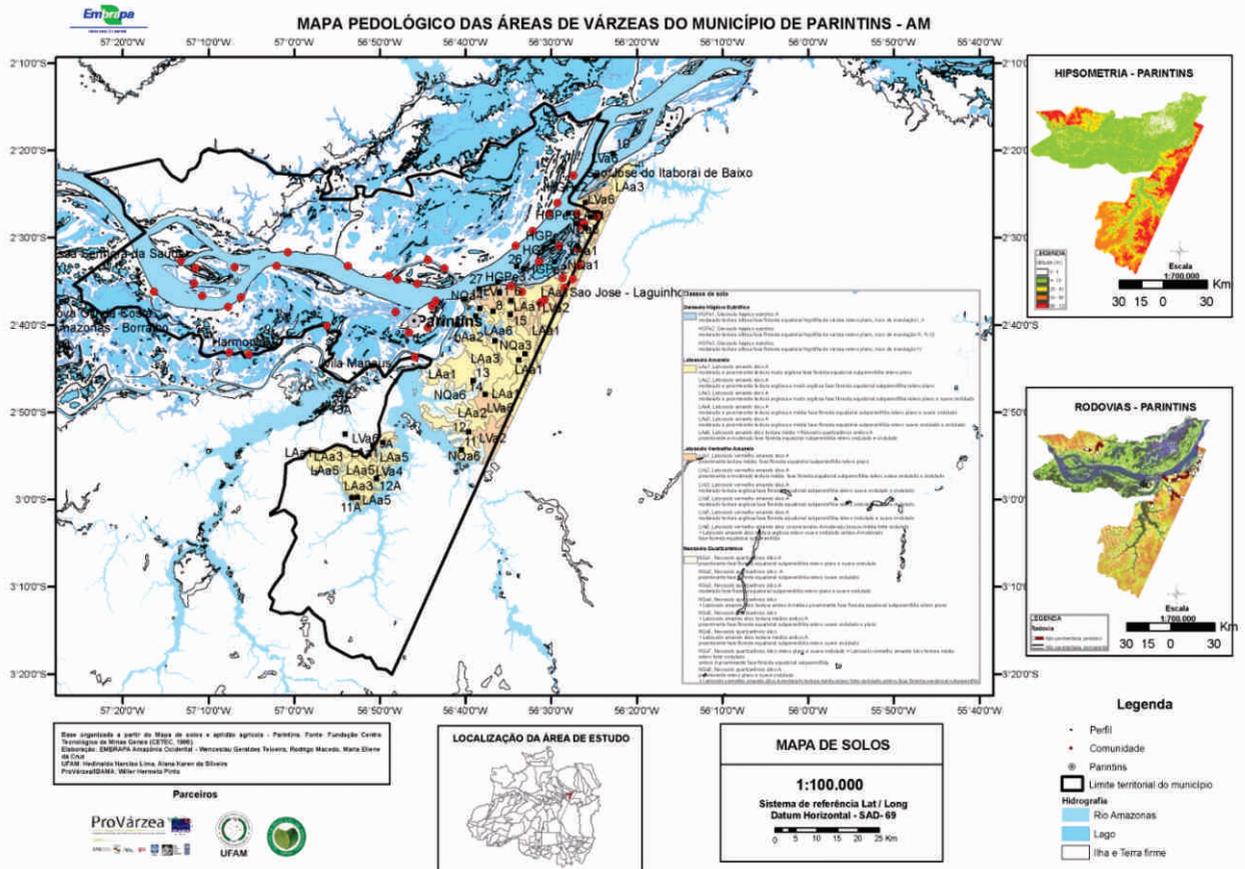


Fig. 3. Mapa Pedológico das áreas de várzeas do Município de Parintins, AM.

## Conclusões

O conhecimento cartográfico é instrumento de conhecimento não só da geografia, mas de todas as ciências que necessitam de análise espacial para auxílio no desenvolvimento de suas pesquisas. A atual cartografia ou cibercartografia facilita o acesso a mapas antigos que correm o risco de se perder no tempo e desaparecer. A cibercartografia possibilita a fácil reprodução de mapas e, conseqüentemente, facilita sua preservação e disseminação. Com os novos recursos disponíveis, é possível fazer atualizações e aumentar a precisão cartográfica dos mapas temáticos e as estimativas de área com bastante precisão.

## Referências

CETEC. **Levantamento de reconhecimento de solos e aptidão agrícola em áreas abrangidas pelo PDRI AM - Município de Parintins: relatório técnico final.** Belo Horizonte, 1986. 169 p.

SANTOS, H. G. dos et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

Teixeira, W. G. et al. A digital soil data base of the region near the Solimões river between the cities of Coari and Manaus Brazilian Amazon. In: Global Workshop on Digital Soil Mapping: Program and Full Papers - DSM for regions and countries with sparse spatial data infrastructure, 2., Rio de Janeiro, 2006. **Anais...** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. p. 1-6.



**Embrapa**

---

*Amazônia Ocidental*

**Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

