Documentos

ISSN 1517-3135
Dezembro, 2004
35

Anais da I Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

FAPEAM

Embrapa

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

ISSN 1517-3135
Dezembro, 2004

Documentos 35

Anais da I Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental

Levy de Carvalho Gomes
José Jackson Bacelar Nunes Xavier
Marcos Vinícius Bastos Garcia
Eduardo Lleras Pérez
Luadir Gasparotto
Adônis Moreira

Manaus, AM
2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Ocidental
Rodovia AM-010, km 29, Estrada Manaus/Itacoatiara
Caixa Postal 319
Fone: (92) 621-0300
Fax: (92) 3621-0320 / 3621-0317
www.cpaa.embrapa.br
sac@cpaa.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: José Jackson Bacelar Nunes Xavier
Membros: Adauto Maurício Tavares
Cíntia Rodrigues de Souza
Edsandra Campos Chagas
Francisco Célio Maia Chaves
Gleise Maria Teles de Oliveira
José Clério Rezende Pereira
Maria Augusta Abtibol Brito
Maria Perpétua Beleza Pereira
Paula Cristina da Silva Ângelo
Raimundo Nonato Vieira da Cunha
Sebastião Eudes Lopes da Silva

Revisor de texto: Maria Perpétua Beleza Pereira
Normalização bibliográfica: Maria Augusta Abtibol Brito
Diagramação e arte: Gleise Maria Teles de Oliveira
Capa: Doralice Campos Castro
1ª edição
1ª gravação em CD-Room (2004): 50

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.

Gomes, Levy de Carvalho et al.
Anais da I Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental / (editado por) Levy de Carvalho Gomes et al.
- Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2004.
137 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos; 35).

ISSN 1517-3135

1. Pesquisa. 2. Ciência. I. Título. II. Série.

CDD 501

© Embrapa 2004

Editores

Levy de Carvalho Gomes
Biólogo, D.Sc, Embrapa Amazônia Ocidental,
Rodovia AM-010, km 29, Caixa Postal 319,
69011-970, Manaus-AM, fone (92) 3621-0300.
E-mail: levy@cpaa.embrapa.br

José Jackson B. Nunes Xavier
Eng. Agrôn., D.Sc., Embrapa Amazônia Ocidental.
E-mail: jjackson@cpaa.embrapa.br

Marcos Vinícius Bastos Garcia
Eng. Agrôn., D.Sc., Embrapa Amazônia Ocidental.
E-mail: mgarcia@cpaa.embrapa.br

Eduardo Lleras Pérez
Biólogo, Ph.D., Embrapa Amazônia Ocidental.
E-mail: lleras@cpaa.embrapa.br

Luadir Gasparotto
Eng. Agrôn., D.Sc., Embrapa Amazônia Ocidental.
E-mail: gasparot@cpaa.embrapa.br

Adônis Moreira
Eng. Agrôn., D.Sc., Embrapa Amazônia Ocidental.
E-mail: adonis@cpaa.embrapa.br

Apresentação

O Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic), patrocinado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), tem por objetivo proporcionar a bolsistas vinculados a cursos de graduação a aprendizagem de técnicas e métodos científicos, sob a orientação de um pesquisador qualificado, estimulando-os à prática de ações de pesquisa e desenvolvimento (P&D) para a melhoria da qualidade de vida da população, com sustentabilidade social, econômica e ambiental.

O documento evidencia o interesse dos pesquisadores em colaborar efetivamente com a qualificação dos jovens estudantes vinculados às instituições de ensino superior que atuam no Estado do Amazonas.

Nesta I Jornada de Iniciação Científica foram apresentados 24 trabalhos relacionados aos projetos de pesquisa da Embrapa Amazônia Ocidental, nas suas 13 grandes áreas de pesquisa, destacando-se o empenho e a seriedade com que a Comissão do Pibic desta Unidade, juntamente com o Comitê Local de Publicações - CLP, organizou e consolidou as informações aqui constantes que, por sua abrangência, são de grande importância para todos os envolvidos no programa, principalmente para os autores, pelos conhecimentos adquiridos para sua formação acadêmica e profissional.

Aparecida das Graças Claret de Souza
Chefe-Geral

Sumário

BASE DE DADOS

Mapeamento preditivo da distribuição de árvores matrizes no Parque Fenológico do Distrito Agropecuário da Suframa - DAS. **M. M. Ferreira, K. E. da Silva**.....9

Melhoramento das interfaces gráficas e digitais dos modelos de apresentação da Embrapa Amazônia Ocidental. **A.C.A. de Azevedo, V L. N. de Souza, A. das G. C. de Souza**.....15

Sistema de Informação do Banco de Germoplasma de Cupuaçuzeiro - Sigeram. **R. N. da Conceição, V. L. N. de Souza, A. das G. C. de Souza**.....19

BIOTECNOLOGIA

Ajustes para purificação pré-seqüenciamento de produtos de amplificação de insertos de DNA de *Paullinia cupana* var. *sorbilis* utilizando exonuclease e fosfatase alcalina. **C. L. Oliveira, P. C. da S. Angelo**.....23

Estabelecimento de protocolo para o cultivo in vitro do guaraná [*Paullinia cupana* (Mart.) Ducke]. **C. B. Barbosa, L. A. C. Moraes**.....30

Variabilidade genética de isolados de *Crinipellis perniciosa*. **T. do P. Sotero, M. G. de Souza, P. C. da S. Angelo, K. P. de A. Bichara, J. C. da Cruz**.....37

BOTÂNICA

Pteridófitas e monocotiledôneas da Amazônia Brasileira com ênfase nas espécies úteis. **A. A. P. Piza, E. L. Pérez**.....41

ENTOMOLOGIA

Efeito de herbicidas sobre a fauna do solo. **M. P. Santana, T. B. Garcia, M. V. B. Garcia**.....47

FITOPATOLOGIA

Produção de basidiocarpos de *Crinipellis perniciosa* e avaliação de clones de cupuaçuzeiro quanto a resistência à vassoura-de-bruxa. **W. N. de Melo, M. G. de Souza**.....57

FITOTECNIA

Caracterização morfo-agronômica de acessos de pimenta (*Capsicum* sp.) nas condições de Manaus - AM. **J. V. do Bomfim Neto, S. I. C. de Carvalho, F. C. M. Chaves, R. F. Berni**.....62

FLORESTA

Desempenho de espécies florestais para produção de lenha na região de Iranduba - AM. **K. de S. Barbosa, C. R. de Souza**.....66

FRUTICULTURA

Aspectos do comportamento da broca-do-fruto *Conotrachelus* sp. (Coleoptera: Curculionidae) em estádios de vida no solo. **H. A. Campos, A. M. Tavares, S. L. Martins**.....71
Caracterização fenotípica da coleção de germoplasma de cupuaçuzeiro na Embrapa Amazônia Ocidental. **N. M. M. de Araujo, A. das G. C. de Souza**.....75
Efeito do nitrogênio, do fósforo e do potássio no desenvolvimento do porta-enxerto tangerina Cleópatra. **I. C. de Souza, S. E. L. da Silva**.....80

GUARANÁ

Comprimento, densidade e resistência estomática de cinco clones de guaranazeiro (*Paulinia cupana* var. *sorbilis*). **E. P. Silva, L. A. C. de Moraes, M. R. de Arruda**.....86

MANDIOCA

Caracterização botânica e agronômica de clones de mandiocas brava e mansa na Amazônia. **C. M. M. de Araújo, J. J. B. N. Xavier, M. C. Dias**.....90
Caracterização botânico-agronômica de mandiocaba nas condições de Manaus - AM. **I. O. V. L Costa, J. J. B. N. Xavier, M. C. Dias**.....98

PISCICULTURA

CL_{50} de permanganato de potássio e efeito da exposição à concentração subletal sobre o tambaqui (*Colossoma macropomum*). **A. L. F. da Silva, E. C. Chagas**.....102
Densidade de estocagem de juvenis de matrinxã durante a recria em tanques-rede. **F. R. Brandão, L. de C. Gomes**.....108
Efeito da taxa e freqüência alimentar no crescimento e na produtividade do tambaqui na fase de recria em tanques-redes. **C. R. Silva, L. de C. Gomes**.....114
Toxicidade da formalina para o tambaqui (*Colossoma macropomum*). **L. D. de Araújo, E. C. Chagas, J. C. de O. Malta**.....118

PLANTAS MEDICINAIS

Produção de biomassa de caapeba, em função de épocas de colheita, nas condições de Manaus - AM. **E. de A. Pena, A. C. da S. Pinto, A. M. Pohlit, F. C. M. Chaves**.....124

SOLOS

Estabilidade de agregados como indicador da qualidade física do solo em sistemas de uso de terra da Amazônia Ocidental. **C. C. Costa, G. C. Martins**.....128
Determinação da densidade de partículas de diferentes solos da Amazônia. **R. S. Macedo, W. G. Teixeira**.....132

Mapeamento preditivo da distribuição de árvores matrizes no Parque Fenológico do Distrito Agropecuário da Suframa - DAS

Marcelo Marques Ferreira[1] e Kátia Emídio da Silva[2]

[1]Instituto de Tecnologia da Amazônia (Utam), Av. Darcy Vargas, Manaus/AM. E-mail: marcelo@cpaa.embrapa.br; [2]Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus/AM. E-mail: katia@cpaa.embrapa.br

Resumo - Este trabalho foi desenvolvido no Parque Fenológico da Embrapa Amazônia Ocidental, Km 54 da BR 174, Manaus - AM. Com intuito de se avaliar a distribuição de indivíduos arbóreos potenciais para árvores matrizes e sua relação com o ambiente físico, foram demarcadas quatro parcelas de 10 x 1.000 m, onde efetuou-se o inventário em 3,7 hectares, nas toposseqüências platô, encosta e baixio, sendo os indivíduos georreferenciados no sistema de coordenadas planas UTM. Por meio da análise fitossociológica, determinaram-se as famílias mais representativas na área, mediante o índice de Valor de Importância da Família (FIV). Amostras de solo para análise química foram coletadas nas parcelas, no platô, encosta e baixio. Os dados foram integrados ao mapa de solos na escala de 1:50.000, determinando-se a ocorrência predominante das espécies nas classes de solo e também em relação aos níveis de matéria orgânica. Foram identificados 834 indivíduos, 156 espécies, 113 gêneros e 42 famílias, predominantes na toposseqüência platô e a classe Latossolo Amarelo. A família *Lecythidaceae* é a mais representativa na área, principalmente no platô e na encosta, demonstrando, também, distribuição com ampla variação nos níveis de matéria orgânica, com maior número de indivíduos nos níveis entre 12 a 20 g/kg.

Termos para indexação: distribuição de espécies, fitossociologia, Sistemas de Informações Geográficas- SIG.

Mapping predictive of the distribution of sedding trees in the Phenological Site of the Suframa Agropecuary District - DAS

Abstract - This work was developed in the Phenological Site of the Embrapa Western Amazon, km 54, BR 174, Manaus-AM, Brazil. The distribution of the trees with potential for seedding trees and its connect with the physical environment were evaluated. Four parcels of 10 x 1.000 m were implanted where has been maked the inventorie and got the geographic position of the trees in 3,7 ha in the toposequence top, hillside and shoal, using the coordinate system UTM. The analysis of the phytosociological inventories was used to identify the most important families in the area. Soil samples to chemicals analysis were collected in top, hillside and shoal. Data were integrated with soil database, scale 1:50.000, where has been determinated the occurrence of the trees in the class of soil and the relation with the levels of organic matter. In this work were identified 834 trees, 156 species, 113 genus and 42 families, with predominancy of the toposequence top and yellow latosoil. The most important family in the area is the *Lecythidaceae*, with large distribution in the top and hillside, showing has a large distribution in different levels of the organic matter, with bigger number of the trees between levels from 12 to 20 g/kg.

Index terms: Species distribution, phytosociology, Geographical Information System GIS.

Introdução

A Amazônia é um ecossistema com variabilidade genética imensurável. Parte desse ecossistema tem sido descaracterizada por atividades extrativas muitas vezes mal planejadas, levando espécies à extinção sem mesmo se ter o conhecimento de suas potencialidades.

Muitas áreas na Amazônia são constituídas por um mosaico de habitats, com diferentes conjuntos de espécies florestais ocorrendo em áreas adjacentes e sobre diferentes substratos (Gentry, 1998). Dessa forma, fatores edáficos e inclinação de vertente podem influenciar a distribuição espacial das espécies ao longo da paisagem (Clark, 2002).

Segundo Gentry (1998) e Franklin (1995), é possível, a partir de análises quantitativas da relação espécie-ambiente, fazer um prognóstico da distribuição geográfica de espécies arbóreas com base na distribuição das variáveis ambientais que condicionam sua ocorrência.

O objetivo deste trabalho foi fornecer informações sobre a ecologia das espécies arbóreas da Amazônia por meio do mapeamento da distribuição dessas espécies em 3,7 hectares de floresta primária, no Parque Fenológico da Embrapa Amazônia Ocidental, no Distrito Agropecuário da Suframa (DAS), considerando-se as toposseqüências platô, encosta e baixio.

Material e Métodos

O trabalho de mapeamento da vegetação foi realizado no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental localizado na BR-174, Km 54, no Distrito Agropecuário da Suframa (DAS), onde se levou em conta as toposseqüências: platô, encosta e baixio (Figura 1). Foram demarcadas 3 parcelas de 10 x 1.000 m e 1 de 10 x 700 m, subdivididas em 74 subparcelas de 10 x 50 m, totalizando 3,7 ha.

O inventário florístico foi feito em todos os indivíduos com o diâmetro à altura do peito (DAP) maior ou igual a 25 cm, obtendo-se as seguintes informações:

- Identificação botânica
- DAP
- Coordenadas geográficas, utilizando-se GPS e bússola de mão

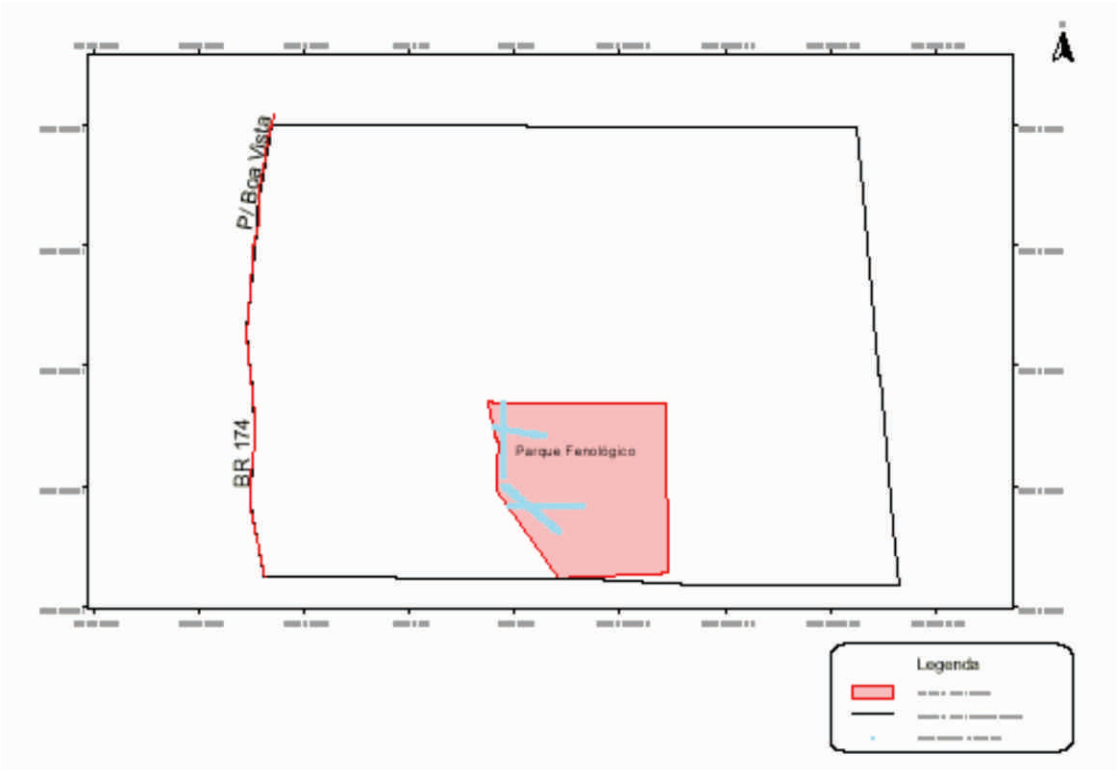


Figura 1. Localização do Parque Fenológico no Campo Experimental do DAS - Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

As árvores com DAP igual ou superior a 25 cm foram identificadas com plaquetas metálicas numeradas. Foram confeccionadas fichas de campo que possuíam tópicos para a tabulação de azimute, distância da linha base, distância da linha lateral e posicionamento das árvores em relação ao caminhamento (direita/esquerda). O posicionamento geográfico das árvores no campo foi obtido por coleta de ponto de controle com GPS e posterior uso de azimute, derivando-se, a partir dos pontos de controle, o posicionamento dos indivíduos, em função de suas distâncias da linha base e lateral de cada parcela.

Com o intuito de selecionar as famílias e as espécies mais representativas na área, foram feitos cálculos fitossociológicos, utilizando-se o índice de valor de importância da família (FIV) para as três toposseqüências, onde selecionaram-se as dez famílias com o maior FIV. Avaliou-se também o índice de valor de importância (IVI) para as espécies, utilizando-se informações sobre abundância, área basal, freqüência e dominância.

Realizou-se a coleta de 3 amostras simples de solo num raio aproximado de 2 metros das árvores já identificadas no inventário, coletando-se 8 amostras em cada toposseqüência, distribuídas pelas 4 parcelas, totalizando 24 amostras. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solos e Plantas (Lasp) da Embrapa Amazônia Ocidental, para a realização de análises químicas, sendo considerados os teores de matéria orgânica para as avaliações.

As informações temáticas de solos, na escala de 1:50.000 (Fonte: Convênio IPEAAOc-Suframa), foram digitalizadas para integração às informações obtidas por meio dos inventários florísticos. Os dados georreferenciados (distribuição das árvores) foram integrados ao mapa de solos da área, através do software Arcview-GIS e planilha eletrônica Excel.

Resultados e Discussão

A partir de um ponto de controle conhecido, obteve-se o ponto de coordenada central das parcelas, no sistema de coordenadas plana UTM, zona 20, elipsóide SAD 69 (Tabela 1).

Tabela 1. Localização das parcelas-coordenadas UTM e azimute.

	Localização das parcelas (UTM)		
	Norte (m)	Leste (m)	Azimute
Parcela 1	9.719.941,46	833.037,30	100º
Parcela 2	9.719.150,26	833.154,63	130º
Parcela 3	9.720.263,64	833.166,20	180º
Parcela 4	9.718.862,25	833.236,07	90º

A área em estudo possui 834 indivíduos, distribuídos em 156 espécies, 113 gêneros e 42 famílias, na qual distribuem-se de forma que 559 indivíduos encontram-se no platô, 225 na encosta e 50 no baixio (Figura 2).

A análise fitossociológica identificou que a família Lecythidaceae é a mais numerosa, com 147 indivíduos, e as famílias menos numerosas são Anacardiaceae, Caryocaraceae, Flacourtiaceae, Mytrtaceae, Rutaceae e Sterculiaceae, com apenas 1 indivíduo (Figuras 3, 4 e 5).

Da avaliação do mapa de solos e da distribuição das árvores por toposseqüência encontraram-se duas classes de solos predominantes: Latossolo Amarelo com textura muito pesada, relevo ondulado, e hidromórficos indiscriminados (Figura 6).

Os dados de matéria orgânica analisados para a família Lecythidaceae demonstram que a maior parte dos indivíduos pertencentes a essa família está distribuída em teores que variam de 12 a 20 g/kg, e considerando-se a toposseqüência, há maior distribuição dos indivíduos no platô (81 indivíduos), seguido pela encosta (63) e apenas 3 indivíduos no baixio.

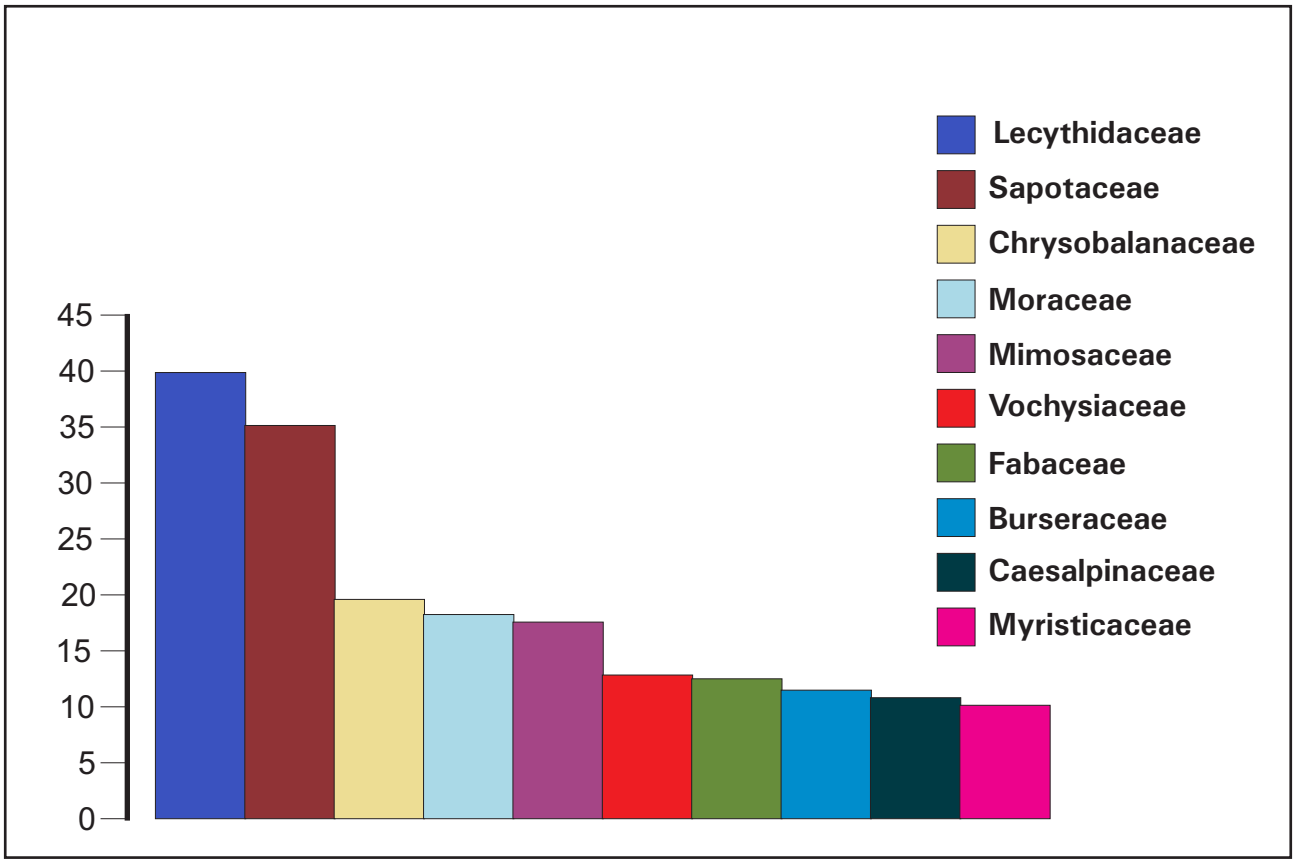


Figura 2. Número de indivíduos por família (dez primeiras com maior FIV).

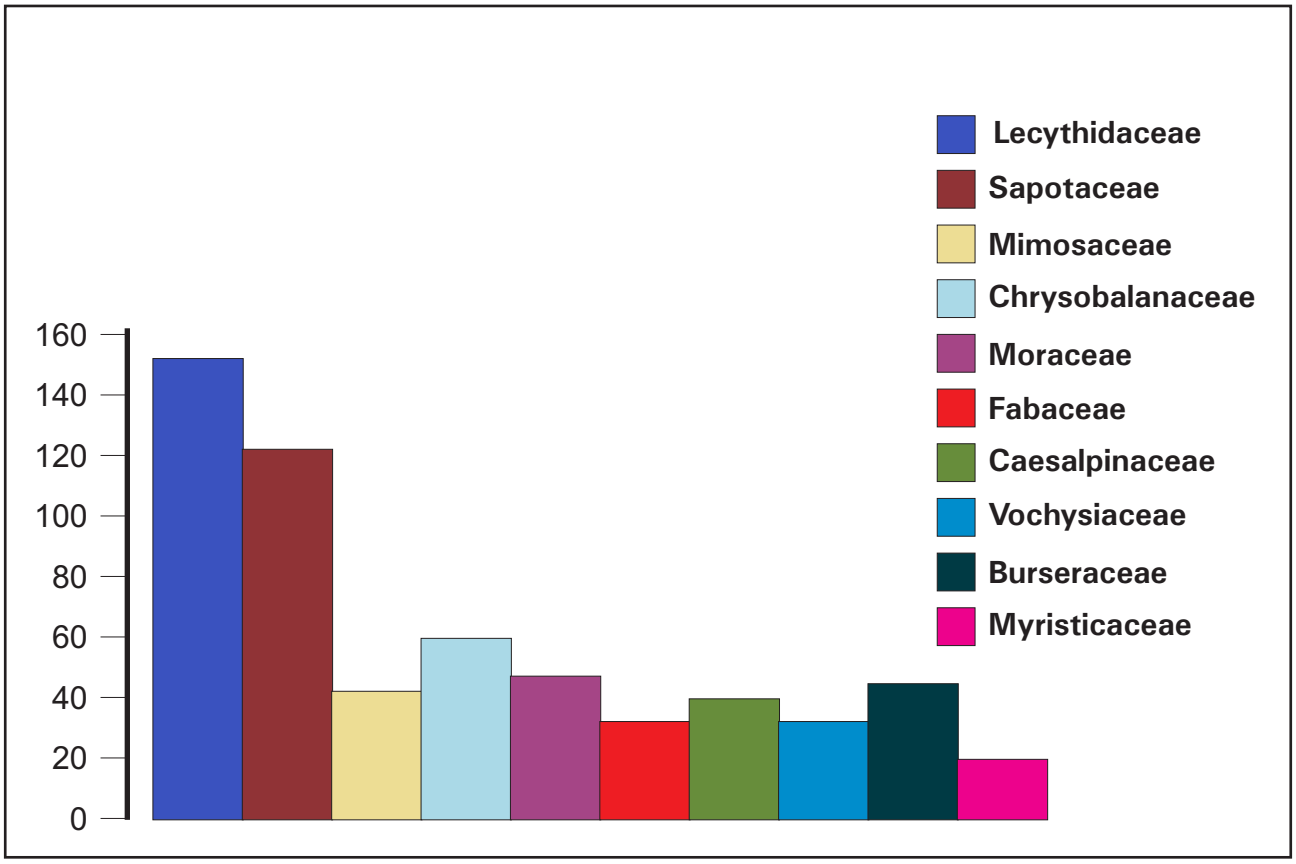


Figura 3. Índice de valor de importância da família (FIV) para a toposseqüência platô.

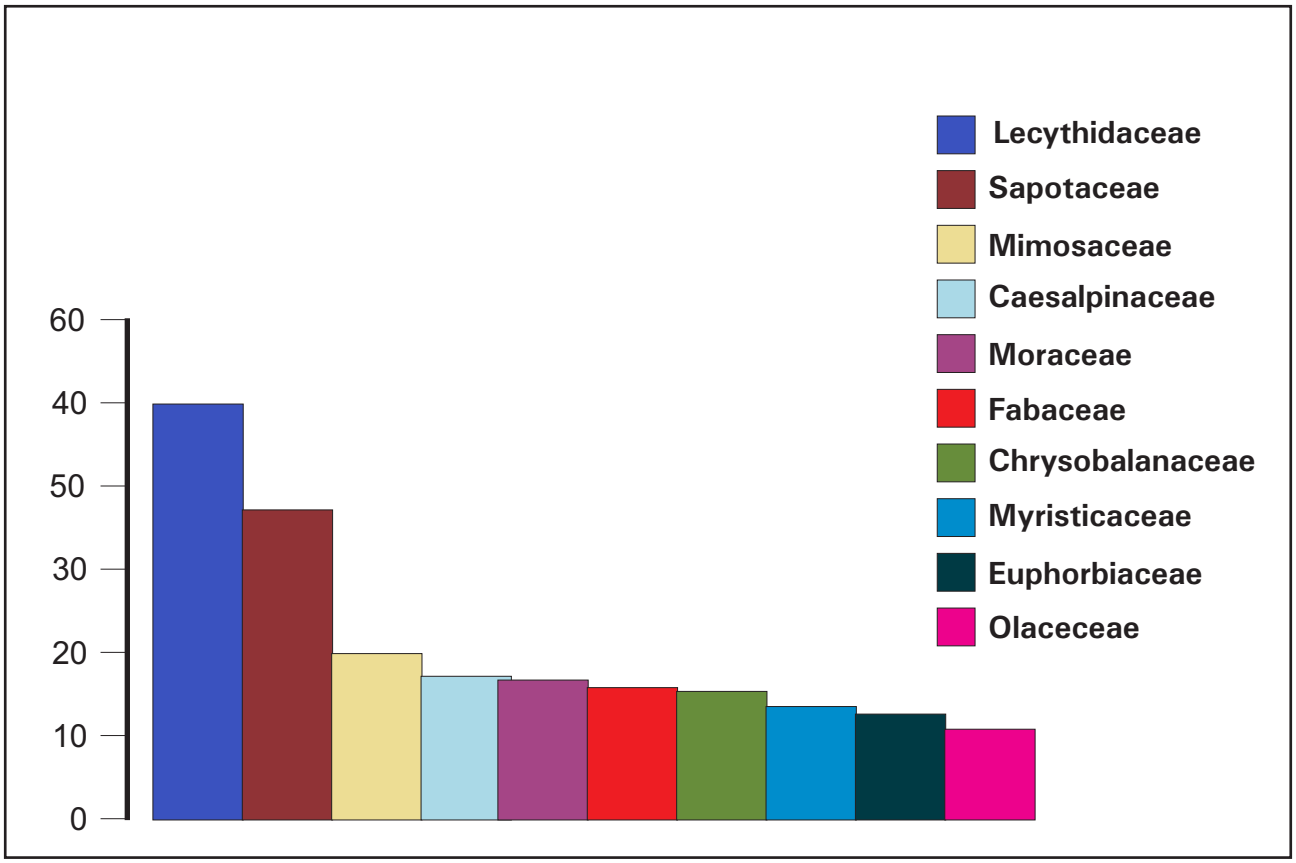


Figura 4. Índice de valor de importância da família (FIV) para a toposseqüência encosta.

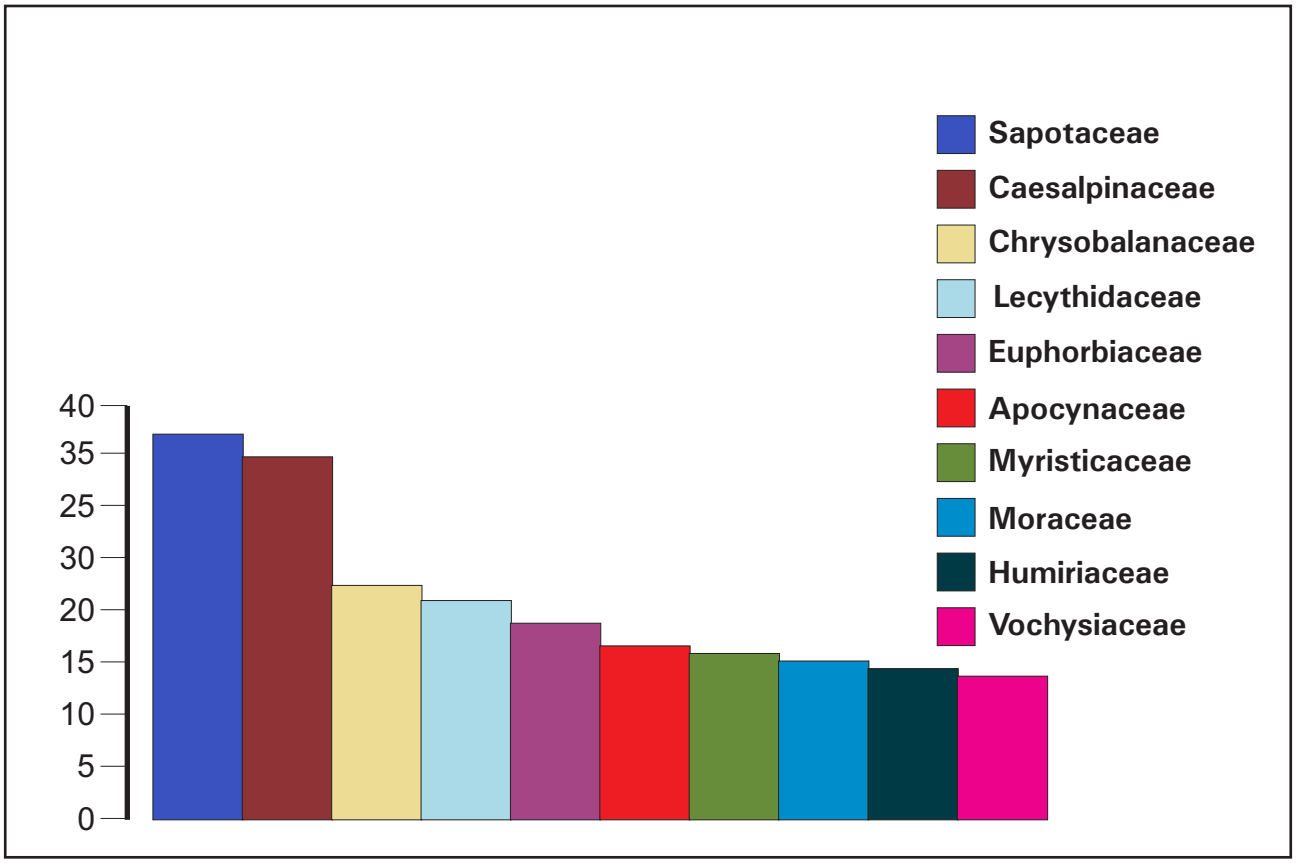


Figura 5. Índice de valor de importância da família (FIV) para a toposseqüência baixio.

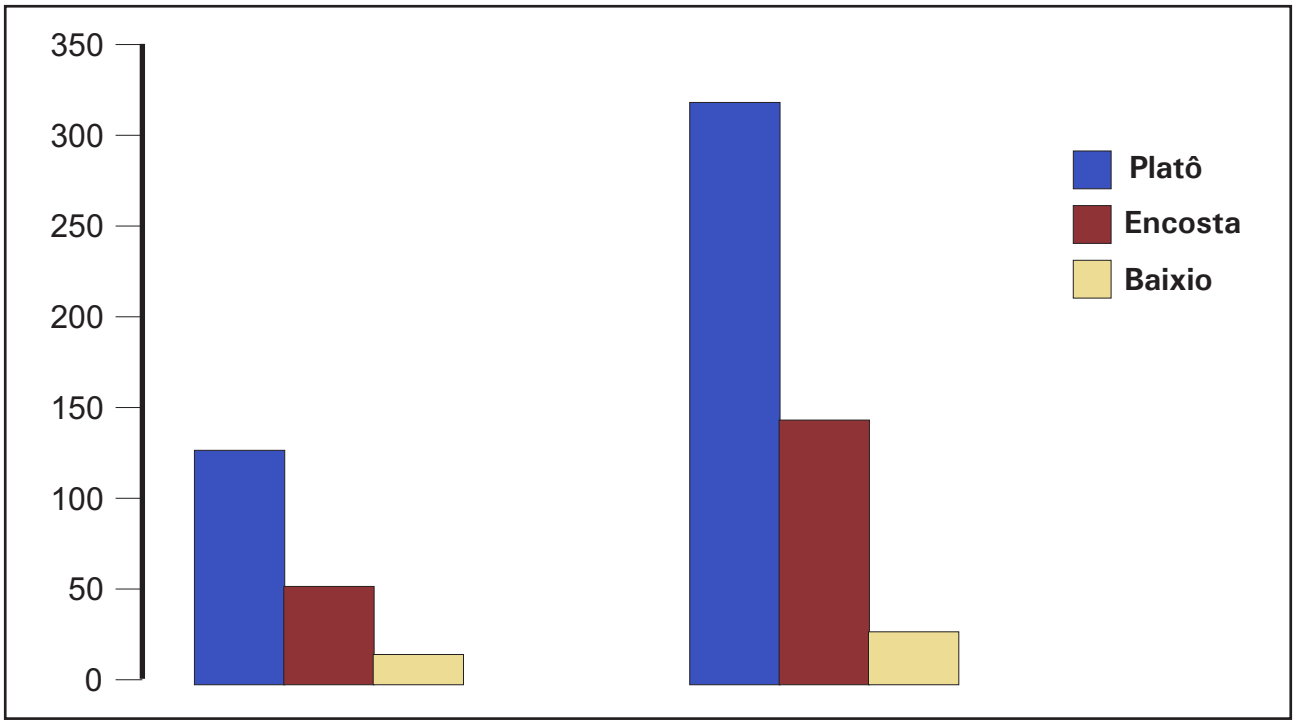


Figura 6. Distribuição dos indivíduos por classe de solo nas tosseqüências platô, encosta e baixio.

Conclusões

- A família Lecythidaceae é a mais representativa da área, seguida por Sapotaceae, Mimosaceae e Chrysobalanaceae. As menos representativas são Myrtaceae, Sterculiaceae, Rutaceae e Flacourtiaceae;
- A toposseqüência predominante para toda a área é o platô;
- A classe de solo predominante é o Latossolo Amarelo, textura muito pesada;
- A família Lecythidaceae apresenta distribuição em solos com diferentes teores de matéria orgânica, evidenciando boa adaptação aos diferentes níveis, mas com maior distribuição em teores entre 12 a 20 g/kg;
- A ausência de base de dados temáticos e cartográficos (mapas de vegetação, geologia, drenagem, etc), em escala de maior detalhe, dificultou a geração de informações mais precisas e detalhadas;
- A ferramenta de SIG, aliada ao trabalho de campo, permite maior precisão e conhecimento da área, auxiliando na validação dos dados temáticos disponíveis.

Agradecimentos

À Fapeam, pelo fornecimento da bolsa de pesquisa e por ter proporcionado o contato com a pesquisa; à Embrapa Amazônia Ocidental, pelo apoio para a realização do trabalho;

Ao Sipam, pela disponibilização da infra-estrutura para consolidação do trabalho; à pesquisadora Kátia Emídio da Silva, pela orientação; ao técnico de laboratório Sebastião Sales, pelo apoio nos trabalhos de campo; e a todos que indiretamente me auxiliaram neste trabalho.

Referências Bibliográficas

CLARK, D. B. Los factores edáficos y la distribución de las plantas. In: GUARIGUATA, M. R.; CATAN, G. H. (Ed.) **Ecología y conservación de bosques neotropicales**. Cartago: Ediciones LUR, 2002. p. 193-322.

FRANKLIN, J. Predictive vegetations mapping: geographic modeling og biospatial patterns in relation to environmental gradients. **Progress in Physical Geography,** v. 19, n. 4, p. 474-499, 1995.

GENTRY, A. H. Tree species richness of upper Amazonian Forest. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the States of America**, v. 85, n. 1, p. 156-159, 1998.

RIBEIRO, J. E. L. et al. **Flora da Reserva Ducke**: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. **Manaus:** Inpa/DIFD, 1999. 816 p.

Melhoramento das interfaces gráficas e digitais dos modelos de apresentação da Embrapa Amazônia Ocidental

Anna Carolina Azulay de Azevedo[1],Victor Leonard Nascimento de Souza[2] e Aparecida das Graças Claret de Souza[2]

[1]Bolsista Pibic/Fapeam. E-mail: carol@cpaa.embrapa.br; [2]Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus - AM. E-mail: vsouza@cpaa.embrapa.br, claret@cpaa.embrapa.br

Resumo - A identidade corporativa de uma empresa é percebida de acordo como ela se coloca diante do mundo. Para construção deste projeto, foram levados em consideração conceitos como simplicidade, elegância, objetividade e, acima de tudo, clareza, em uma interface moderna, agradável e de fácil navegação. É importante criar um padrão e seguir uma interface limpa, com muito equilíbrio e coerência, para se obter um resultado uniforme e consonante. Este trabalho teve como objetivo o melhoramento das interfaces gráficas e digitais dos modelos de apresentação da Embrapa Amazônia Ocidental. Foram usados softwares como *Flash, Dreamweaver, Corel Draw 11 e PhotoShop*, para montagem e tratamento de imagens. Os principais resultados encontrados foram: apresentação visual de material de publicação; nova página da Embrapa; interface do sistema "Agrometeorológico". Esses resultados mostram que é possível a empresa possuir identidade visual própria, sem poluição visual e com padronização.

Termos para indexação: design, criatividade, *website*, identidade.

Upgrade of the graphic and digital interphases of presentation models at Embrapa Western Amazonia

Abstract -The corporate identity of an institution is perceived according to how it presents itself to the public. For preparation of the proyect, concepts such as simplicity, which is synonymous with elegance, objetivity and mainly clarity will be taken into account, in a modern, attractive easy to use interphase. It is important to create a standard based on a clean, coherent and balanced interphase in order to obtain a uniform, integrated product. The objective of the proyect was to enhance the graphic and digital interphases of the presentation models of Embrapa Western Amazonia. For the construction of the site, softwares such as Flash, Dreamweaver, Corel 11 and PhotoShop, were used to prepare and treat images. The main results obtained were: visual presentation of material for publication; new homepage and interphase of the agrometereological system. The results show that it is possible for the institution to have its own visual identity without visual pollution and following the general guidelines established by Embrapa.

Index terms: design, criativity, website, identity.

Introdução

"Imagem, antes de tudo, é uma identidade" (Radfahrer, 2001). A identidade de uma empresa é como ela se coloca perante o mundo. Essa identidade está em todas as publicações que saem da empresa, sejam elas folderes ou um grande *web site*.

Para construção do novo *web site*, serão levados em consideração conceitos como simplicidade, que é sinônimo de elegância, objetividade e, acima de tudo, clareza, em uma interface moderna, agradável e de fácil navegação.

"Coerência se caracteriza por uma organização visual do objeto em que o resultado formal se apresenta absolutamente integrado e harmonioso em relação ao seu todo" (Gomes Filho, 2000). É importante criar um padrão e seguir uma interface limpa, com muito equilíbrio e coerência, para se obter um resultado uniforme e consonante.

É necessário admitir que design não se limita mais ao método, à representação, à tecnologia e a qualquer outra característica que não seja inerente à criatividade, especialmente em seu processo. Para Munari (1987), a criatividade é usada no campo do design, considerando este como modo de projetar que, embora livre como a fantasia e exato como a invenção, compreende todos os aspectos de um problema, não só a imagem como a fantasia, não só a função como invenção, mas também o aspecto psicológico, o aspecto social, econômico e humano. Isso significa que o design deve caracterizar-se como um processo completamente criativo.

Para Baxter (2000), a criatividade é o coração do design, em todos os estágios do projeto. Dado seu caráter inovador - mesmo naqueles projetos de redesenho ou extensão de uma linha de produtos a partir de uma plataforma - a criatividade é fator essencial para o sucesso do projeto, especialmente quando se trata da forma e da função do produto.

Entretanto, não se conhecem plenamente os processos da criatividade. Algumas vezes considerou-se a criatividade como sendo inata, mas alguns estudiosos da área de psicologia afirmam que a criatividade não é inata, além de poder ser estimulada e desenvolvida.

Além dos processos da criatividade, é importante destacar o uso dos tipos em uma interface, pois o maior de todos os objetivos do designer é o bom senso e a criatividade bem aplicada. Ele precisa comunicar algo a alguém, e tem que chamar a atenção. Segundo Jaque (2000), a parte escrita é muito importante num projeto gráfico, e saber utilizar de forma correta os tipos ou fontes é fundamental. Alguns passos são abordados na construção de uma página, como o contraste, pois ela possui tamanho, peso, estrutura, forma, direção, cor. E algumas regras valem como dicas permanentes na diagramação com tipos: fontes com serifa facilitam a leitura, mas cuidado, na tela do computador as serifas podem atrapalhar, uma vez que ficam serrilhadas nos pixels. Fonte sem serifa é ideal para títulos, frases de cartaz, outdoor e textos de leitura rápida.

O que cria identidade visual com o leitor é a repetição, ou seja, a padronização dos tipos, estabelecendo hierarquia, como fontes em determinados pontos da sua página, como títulos, subtítulos, e em pontos estratégicos.

A legibilidade é um ponto fundamental, sendo muito importante saber utilizar estilos de fontes em determinados casos. As fontes desconstruídas e modernas são mais adequadas em sites modernos e jovens; já as fontes clássicas e manuscritas, muitas vezes, se adaptam melhor em sites clássicos e sérios; e fontes normais e sérias se encaixam perfeitamente em sites institucionais e moderados.

Material e Métodos

Na construção da nova interface do site da Embrapa Amazônia Ocidental, foram utilizados os softwares: *Macromomedia Studio MX, Dreamwaver, Flash*, que servem para o desenvolvimento de páginas Web; *Corel Draw 11*, para a realização de ilustrações vetoriais, edição, captura e conversão de imagens; e *Adobe Photo Shop*, um programa que realiza tratamento de imagens.

Algumas etapas do processo criativo foram usadas para a composição e desenvolvimento do projeto da nova interface do site da Embrapa, dentre elas: a inspiração, a preparação, o desenvolvimento e, ainda, o descanso. Existem também algumas técnicas que foram utilizadas para acelerar esse processo: desenho, prototipagem, teste e redesenho (refinamento).

Houve várias versões do projeto; com o desenvolvimento do primeiro protótipo, foi necessário redesenhá-lo várias vezes, até chegar ao modelo atual (Figuras 1 e 2). Esse processo é uma forma de refinar as idéias para alcançar um projeto aceitável, tornando-se muito mais simples e com interface limpa e de fácil navegação.

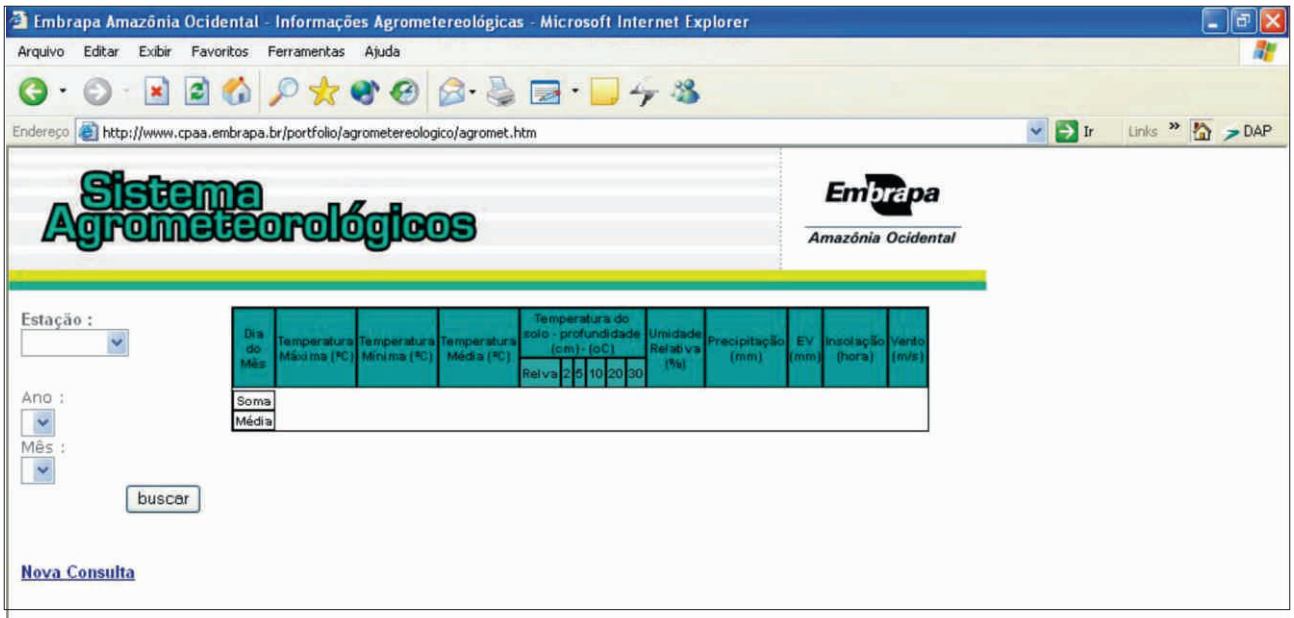


Figura 1.Interface da página do sistema agrometeorológico para internet.

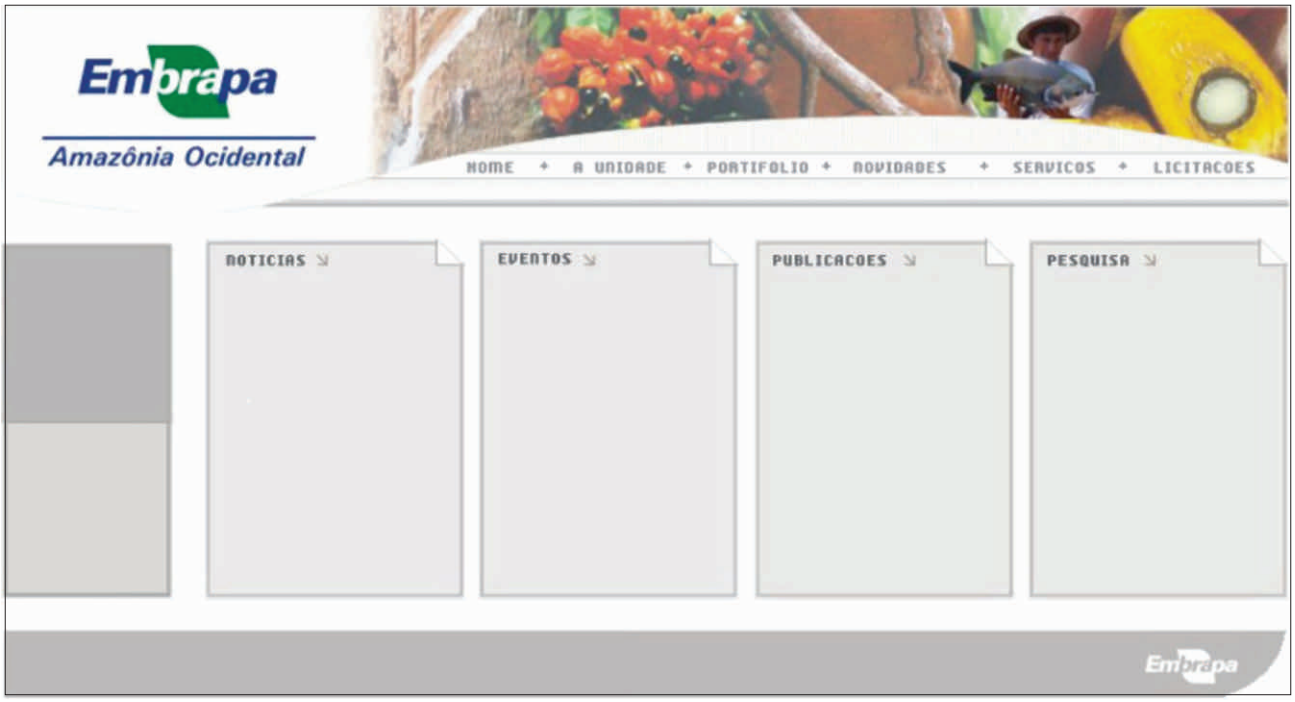


Figura 2. Proposta de nova interface para página da Embrapa Amazônia Ocidental.

Resultados e Discussão

No início dos trabalhos estava programado apenas o estudo de técnicas e modelos para desenvolvimento de uma nova interface do site da Embrapa Amazônia Ocidental. Contudo percebeu-se que era possível, empregando as técnicas estudadas, contribuir com diversos setores da Empresa, como o de editoração, apoiando a sua equipe no desenvolvimento de folderes. Mais tarde, outro processo entrou no projeto, também com estudo de técnicas de design que possibilitassem o desenvolvimento do site, agora para o sistema Agrometeorológico (controle de dados meteorológicos dos campos experimentais da Embrapa Amazônia Ocidental).

A partir de todos os itens e conceitos utilizados, dentre eles definição de prioridades e objetivos, arquitetura da informação, navegabilidade, usabilidade, cores, fontes, resolução de tela, prática e tratamento de imagens, foram obtidos excelentes

resultados, surgindo nova página da Embrapa Amazônia Ocidental, com uma interface mais limpa, clara e objetiva. Uma nova proposta para o site da Unidade, que viria a modernizar a apresentação visual da página na internet (Figura 2).

A nova interface do sistema Agrometeorológico (Figura 1), que é um projeto da Embrapa a ser utilizado em breve, teve como principais exigências a simplicidade e a limpeza visual (não poluição do visual), permitindo ao usuário o acesso às funcionalidades do sistema logo nos primeiros segundos de sua visualização. Outro resultado foi a apresentação visual dos materiais de publicação da Embrapa, como os folderes para cada setor, distribuídos no evento Amazontech 2003 (Figuras 3 e 4).

Figura 3. Folder criado para a Amazontech - *Acacia mangium*.

Figura 4. Folder criado para a Amazontech - Laboratório de Entomologia.

Agradecimentos

Em primeiro lugar a Deus; aos meus pais; e aos meus orientadores.

Referências Bibliográficas

BAXTER, M. **Projeto de produto**: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos. São Paulo: Edgard Blücher, 2000. 272 p.

GOMES FILHO, J. **Gestalt do objeto**. São Paulo: Escrituras, 2000. 127 p.

JAQUE, J. P. **Tipografia pós moderna**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. Base design 2AB, 2000. 44 p.

MUNARI, B. **Fantasia**: invenção, criatividade e imaginação na comunicação visual. Lisboa: Editorial Presença, 1987. 251 p.

RADFAHRER, L. **Design/Web/Design2**. Rio de Janeiro: Chesterman, 2001. 505 p.

Sistema de Informação do Banco de Germoplasma de Cupuaçuzeiro - Sigeram

Roseane Nogueira da Conceição[1], Victor Leonard Nascimento de Souza[2] e Aparecida das G. Claret de Souza[2].

[1]Bolsista Pibic/CNPq. E-mail: roseane@cpaa.embrapa.br; [2]Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus - AM. E-mail: vsouza@cpaa.embrapa.br, claret@cpaa.embrapa.br

Resumo - O Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de cupuaçuzeiro é formado pelo conjunto das coleções de germoplasma existentes em cada Unidade da Embrapa na Região Norte. As informações sobre o BAG de cupuaçuzeiro são armazenadas de forma irregular e imprecisa, e de difícil acesso. No intuito de organizar essas informações e torná-las disponíveis aos interessados, especialmente para o programa de melhoramento genético da cultura, este trabalho teve como objetivo o estudo de técnicas de desenvolvimento de sistemas de informação, cujo resultado será a criação de um sistema que armazene e processe as informações sobre o banco de germoplasma de cupuaçuzeiro.

Termos para indexação: germoplasma, cupuaçu, base de dados.

Information System for the Amazonian Cupuassu Genebank Sideram

Abstract - The Cupuassu Active Genebank (BAG) is composed of the the germplasm collection found in each Embrapa center in the Northern region. At present, the data of the Cupuassu Genebank is maintained in an irregular, haphazard, dificult to use manner. In order to organize the available information and to make it more available to the user, especially for the breeding program, a proyect was designed to study and establish an information system to store, process and make available the information of the Cupuassu Active Genebank.

Indexterms: germoplasm, cupuassu, data-base, information system.

Introdução

O Sigeram - Sistema de Informação do Banco de Germoplasma de Cupuaçuzeiro, será um sistema baseado em banco de dados, centralizado e disponibilizado em caráter restritivo, quando necessário, para acesso via Internet. A alimentação do sistema dar-se-á de forma descentralizada pela equipe de pesquisadores vinculados à Embrapa Amazônia Ocidental e demais usuários responsáveis pela sua manutenção. Eles serão os responsáveis pela qualidade e veracidade das informações introduzidas e disponibilizadas para acesso.

Material e Métodos

No Sigeram, os usuários poderão entrar com dados de germoplasma pelo próprio *Web Browser*, o que lhes proporcionará a comodidade de estarem em qualquer lugar. O conteúdo do sistema será restrito aos usuários cadastrados e ficará armazenado no site da Embrapa Amazônia Ocidental.

Para tanto são necessárias tecnologias de desenvolvimento modernas, voltadas para o ambiente da Web e, pensando na política da Embrapa de utilização de software livre, foram selecionadas ferramentas que estão disponíveis gratuitamente na Internet, a saber:

Postgree - Banco de dados voltado para ambiente Web, relacional, considerado um dos melhores bancos de dados livres disponíveis;

Java - Linguagem de desenvolvimento que proporcionará a comunicação entre usuário e base de dados;

Java Script - Linguagem que poderá ser usada juntamente com HTML para criação de pequenas rotinas;

PHP - Linguagem de desenvolvimento que proporcionará a comunicação entre usuário e base de dados;

HTML - Linguagem de marcação que proporcionará ao usuário criar as telas e formulários do sistema para Web.

Como método de análise para criação do Sigeram, será adotado o modelo Orientado a Objeto, por ser considerado como um modelo mais simples e de entendimento mais claro do mundo real do que outros modelos. Para o seu desenvolvimento também poderá ser utilizada a Orientação a Objetos, por meio de aplicações como: *Java e Java Script*. Já para a criação da base de dados (Banco de Dados) será utilizada a metodologia Orientada a Objeto e a Modelagem Entidade Relacionamento, que, apesar de serem dois extremos, podem dar mais consistência ao projeto e garantir o uso de todos os recursos do banco de dados *Postgree.*

Resultados e Discussão

Até o momento, avançou-se no desenvolvimento do sistema Agrometeorológico (Figura 1), que é uma ferramenta de apoio ao Sigeram, o qual servirá também para outros sistemas. Trata-se de um sistema que gerencia uma base de dados com informações sobre dados meteorológicos dos campos experimentais da Embrapa Amazônia Ocidental, armazenando informações, como: temperatura, umidade, precipitação, insolação e vento. Suas principais funções poderão possibilitar a consulta (Figura 2), a inclusão manual de dados (Figura 3), importação direta de arquivo texto e alteração desses dados. Estes são muito importantes para estudantes, pesquisadores e até produtores, pois, através desses dados, observarão em que condições climatológicas os experimentos serão estabelecidos, ou para explicar qualquer resultado positivo ou negativo das atividades desenvolvidas em campo.

A base de dados do Agrometeorológico proverá algumas informações ao Sigeram, no momento em que o usuário estiver consultando o sistema de dados, como produtividade de determinada amostra, poderá saber em que experimento se deu tal desenvolvimento e ainda quais eram as condições climáticas da época, tudo isso mediante interligação entre as bases de dados.

O Sigeram está em fase de levantamento de informações e modelagem. O projeto de modelagem está em fase final. Conforme o cronograma, até dezembro esse processo deverá ser finalizado e passaremos então para a próxima etapa, a de desenvolvimento de sua aplicação.

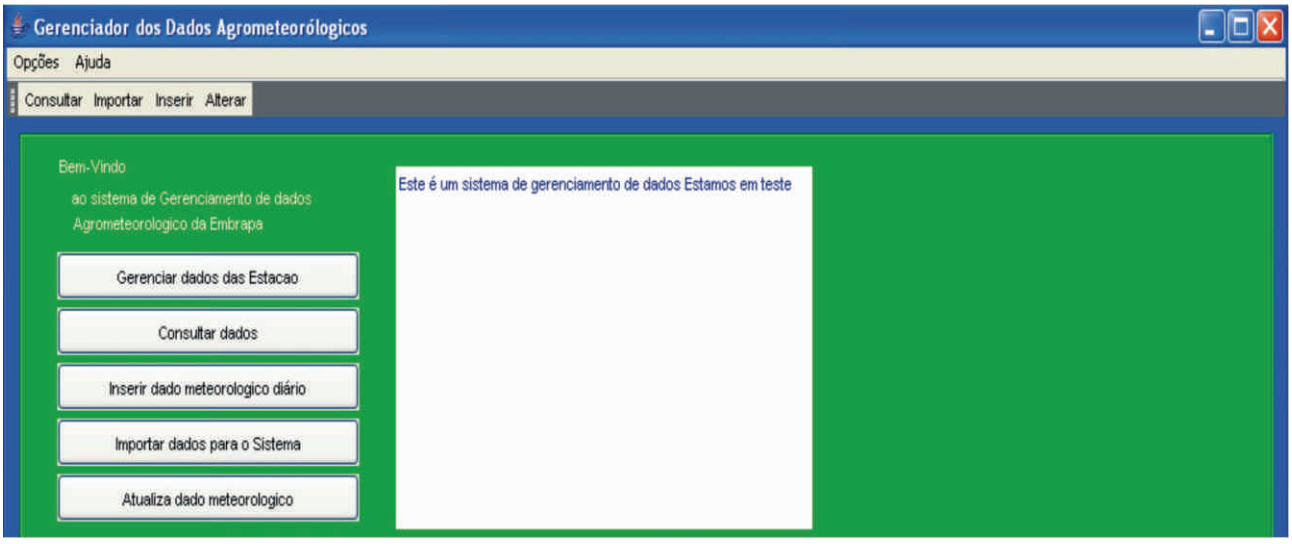


Figura 1. Interface principal do sistema Agrometeorológico.

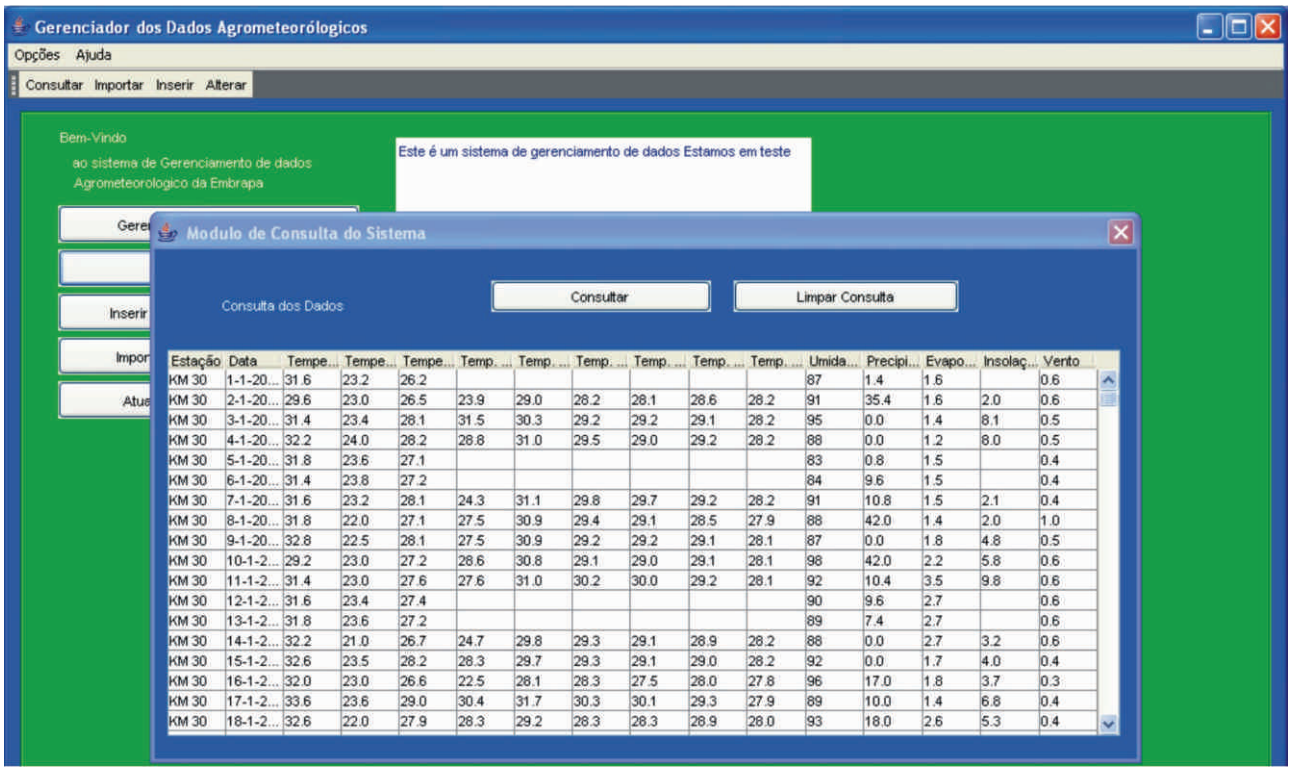


Figura 2. Interface com resultado de uma consulta no sistema.

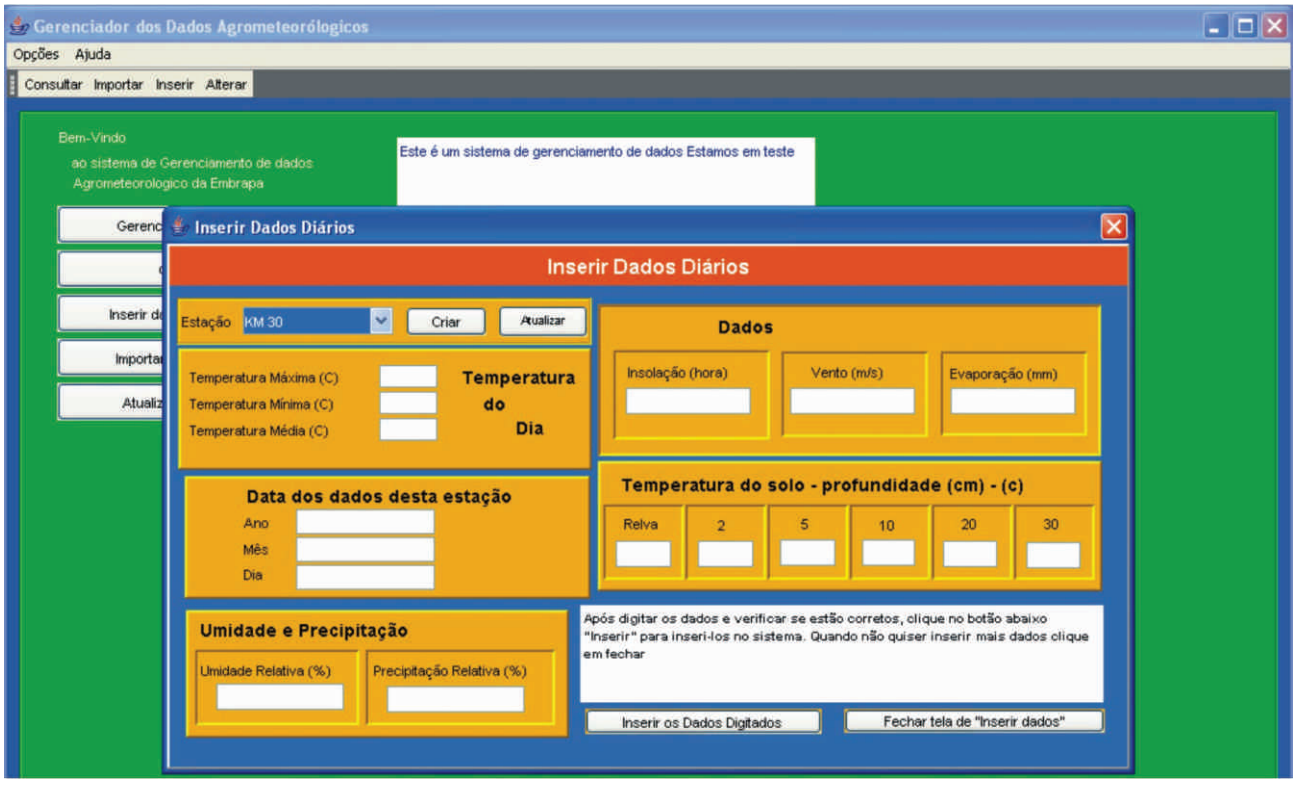


Figura 3. Interface do sistema para inserção manual de dados.

Conclusão

Este trabalho está sendo de grande valia como aprendizagem, principalmente pelo volume de conhecimento envolvido.

Estudar bem os processos, realizar estudos de caso não é só como desenhar o barco antes de construí-lo, é também estudar as condições marítimas em que esse barco vai navegar para que se possa projetá-lo com segurança.

Acredita-se que, após a conclusão desse sistema, a Unidade pode armazenar todas as informações do BAG de cupuaçu e, se oportuno, também de outras culturas. O mais importante é fazer com que esse sistema tenha um módulo de interação com o Sistema Brasileiro de Germoplasma (Sisbragem), desenvolvido pela Embrapa.

Agradecimentos

Em primeiro lugar a Deus; a meus pais e esposo; aos meus orientadores.

Referências Bibliográficas

MORALES, E. A. V. Documentação e informática de recursos genéticos. In: ENCONTRO SOBRE RECURSOS GENÉTICOS, 1., 1988, Jaboticabal. Jaboticabal: FCAV, 1988. p.135-147.

COSTA, I. R. S. 1999. Documentação e informatização de recursos genéticos. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA AMÉRICA LATINA E CARIBE-SIRGEALC, 2., 1999, Brasília. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999.

GOEDERT, C. O.; WETZEL, M. M. V. S.; COSTA, I. R. S. **Rede de bancos de germoplasma de recursos genéticos**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001. No prelo.

CAJUEIRO, E. V. M.; COSTA, I. R. S; MONTEIRO, J. S. Sistema brasileiro de informação de recursos genéticos. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 51., 2000, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. p. 4.

Ajustes para purificação pré-seqüenciamento de produtos de amplificação de insertos de DNA de *Paullinia cupana* var. *sorbilis* utilizando exonuclease e fosfatase alcalina

Christiane Lopes Oliveira[1] e Paula Cristina da Silva Angelo[2].

[1]Bolsista Pibic/CNPq. [2]Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus - AM. E-mail: paula@cpaa.embrapa.br

Resumo - O guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) é uma planta da família botânica das Sapindaceae, cuja área de ocorrência geográfica abrange os Estados do Acre, Amazonas e Pará, chegando até o Rio Pindaré, no Estado do Maranhão; a maior parte das Guianas; parte da Venezuela; Bolívia; Colômbia e Loreto, no Peru. Na Amazônia Brasileira, atualmente, é muito difícil encontrar populações naturais da espécie. É, ainda, uma espécie de valor comercial pouco explorada do ponto de vista da diversidade genética. Foi eleita como objeto de estudos do primeiro projeto da Rede da Amazônia Legal de Pesquisas Genômicas - Realgene, do qual faz parte a Embrapa. Para este primeiro projeto foram propostos o seqüenciamento de até 50 mil ESTs ("expressed sequence tags") de frutos e folhas de guaranazeiro e a geração de bibliotecas genômicas enriquecidas para *loci* microssatélite que deverão ser seqüenciadas para permitir a construção de "primers" específicos para amplificar estes *loci*. Neste trabalho estão descritos resultados da evidenciação do DNA clonado em plasmídio via PCR e da preparação para o seqüenciamento automático, via tratamento dos insertos amplificados com as enzimas exonuclease I (EXO) e fosfatase alcalina de camarão (SAP). Foi avaliado o número de seqüências com boa qualidade de leitura obtido após o seqüenciamento automático, utilizando condições diferentes para as PCRs e quantidades diferentes das enzimas EXO e SAP.

Termos para indexação: guaraná, ESTs, EXO/SAP.

Adjustment for purifying the amplification products from guanazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) DNA inserts using exonuclease i and shrimp alkaline phosphatase

Abstract - Guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) is a Sapindaceae, naturally found in the Brazilian States of Acre, Amazonas, Pará, and Maranhão, in the region of River Pindaré most of the Guyanas; part of Venezuela; Bolivia; Colombia and Loreto, in Peru. Actually in the Brazilian Amazon region it is very difficult to find native populations of this species, which genetic intraespecific diversity has not been properly explored for the improvement of commercially valuable agricultural characteristics. It was elected as the first target for REALGENE Rede da Amazônia Legal de Pesquisas Genômicas (The Genomic Research Group of the Brazilian Amazon Region) that is prompted to sequence up to 50.000 ESTs (expressed sequence tags) from fruits and leaves and to develop primers for guaranazeiro microssatelite *loci*. In this work are described and discussed the results attained by treating the products from amplification reactions of guaranazeiro DNA inserts with exonuclease I (EXO) and shrimp alkaline phosphatase (SAP) as a pre-sequencing purification step. The number of automatic sequenced reads with good and acceptable scores of quality counted after the application of different PCR conditions for amplification and using different EXO/SAP concentrations per purification reaction was evaluated.

Index terms: guarana, ESTs, EXO/SAP.

Introdução

O guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) é uma planta trepadeira que pode atingir até dez metros de altura na mata. Quando cultivada em áreas abertas, através de estacas, as raízes são fasciculadas, sem sistema pivotante, e as plantas crescem no máximo até dois a três metros. A inflorescência tem forma de cacho, com cerca de 25 cm de comprimento (Faria, 2000; Souza et al., 1996). As flores são parcialmente unissexuais e apresentam simetria irregular, com cinco sépalas, quatro pétalas, oito estames e três carpelos fundidos. Flores masculinas têm ovários rudimentares, e flores femininas apresentam estames com anteras indeiscentes. O ovário é trilocular, com um óvulo por lóculo, podendo ser fecundados um, dois ou os três óvulos. O estigma é trífido (Escobar et al., 1984). São atribuídas ao guaraná, entre outras, as seguintes propriedades: estimulante, afrodisíaco, ação tônica cardiovascular, desinfetante intestinal, combate a cólicas, nevralgias e enxaquecas.

Proposta de pesquisa aprovada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), em dezembro de 2002, incluída em ação induzida para o desenvolvimento de Projetos Genoma Regionais, previa a organização de uma rede de laboratórios na Região Amazônica, a Realgene, que se dedica, numa primeira instância, ao seqüenciamento do genoma funcional e à genética genômica do guaranazeiro. Deverão ser seqüenciadas até 50 mil ESTs ("expressed sequences tags") de frutos/sementes e folhas da planta e desenvolvidos marcadores microssatélites para utilização no estudo da variabilidade genética preservada no Banco de Germoplasma da Embrapa Amazônia Ocidental.

Este trabalho teve como objetivo testar a purificação, com as enzimas exonuclease I e fosfatase alcalina, do DNA de guaranazeiro clonado em plasmídios, depois de amplificado por PCR, como preparação para as reações de marcação com dideoxinucleotídeos ligados a grupos cromogênicos e para o processo de seqüenciamento automático. Estes procedimentos, que se pretende sejam mais rápidos e baratos e igualmente eficientes, poderão ser adotados como alternativa ao cultivo de células bacterianas hospedeiras de bibliotecas de cDNA ou genômicas e à extração de plasmídios de cada clone antes da marcação e do seqüenciamento automático.

Material e Métodos

Primeira Etapa

O lisado de células bacterianas hospedeiras das seqüências recombinantes de DNA foi preparado com 2 μL do estoque de glicerol (30%) dos clones, previamente organizado em placas "multiwell" identificadas. Esta fração do estoque de cada clone foi aquecida a 95 °C, por 10 minutos, em 50 μL de tampão TTE (Triton X-100 1%; 20 mM de Tris-HCl, pH 8,5; e 2 mM de EDTA, pH 8,0) e centrifugada, por 5 minutos, a 4.000 rpm (CYMMIT).

Foram utilizados 2 μL do lisado para amplificar o DNA clonado em plasmídio e o resultado foi analisado em gel de agarose a 1%. Para reação de amplificação com volume final de 25 μL foram utilizados o **PAR DE "PRIMERS" I** (5' GTAAAACGACGGCCAG 3' e 5'- CAGGAAACAGCTATGAC - 3'), a 5 pmoles, cada; dNTPs a 0,25 mM; cloreto de magnésio a 2,5 mM e 1,5 U de Taq DNA polimerase. O termociclador (Perkin Elmer 2.400) foi programado para o ciclo I: pré-ciclo: 95°C, por 2 minutos; 35 ciclos de: 94°C por 40 segundos, 55°C por 1 minuto; 72°C por 2 minutos e pós-ciclo: 72°C por 10 minutos e 4°C por tempo indeterminado.

Após a evidenciação do DNA clonado utilizando PCR, os produtos de amplificação foram submetidos ao tratamento de purificação com as enzimas EXOI/SAP (exonuclease I e fosfatase alcalina de camarão, Amersham) em duas concentrações (preparo dos mix, conforme a Tabela 1). A concentração do cloreto de magnésio foi ajustada para alcançar a concentração ótima de atividade para a fosfatase alcalina de camarão (10 mM), depois da adição aos produtos de amplificação por PCR.

Tabela 1. Mix preparados para os testes de purificação de produtos de amplificação de 24 insertos de DNA de guaranazeiro, como preparação para o processo de marcação com dideoxinucleotídeos e de seqüenciamento. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus/AM. 2003.

Reagentes	Protocolo 1 (μL)	Protocolo 2 (μL)
EXO I [diluída		9,9
para 1U/μL]	3,0	9,9
SAP [1 U/μL]	3,0	3,6
$MgCl_2$ [500 mM]	3,6	q.s.p.
ÁGUA	q.s.p.	
Volume total do mix	**30,0**	**60,0**
Tratamento térmico	**15' a 37°C e 15' a 80°C**	**30' a 37°C e 15' a 80°C**

Para o pré-tratamento com EXO/SAP, foram adicionados a 6 μL dos produtos de cada reação de amplificação dos insertos, 1 μL do mix preparado para o protocolo 1, ou, a 5 μL dos produtos de cada reação de amplificação, 2 μL do mix preparado para o protocolo 2 e as reações foram submetidas aos tratamentos térmicos indicados na Tabela 1. As concentrações finais das enzimas EXO/SAP nas reações de purificação, de volume final igual a 7 μL, realizadas conforme o protocolo I foram 0,1 unidade de cada uma e, nas reações realizadas conforme o protocolo II, foram 3,3 unidades de cada uma.

Prosseguiu-se com as reações de marcação com dideoxinucleotídeos: tomou-se 5 μL de cada reação de purificação descrita acima para 3 μL de solução Big Dye (Amersham) e 5 pmol de "primer", sendo o volume final de 10 μL. O termociclador foi programado para as temperaturas descritas no ciclo I. As reações de marcação foram precipitadas (1/10 volume de acetato de amônia e 2 volumes de etanol absoluto), ressuspendidas para 10 μL, e parte delas foi injetada no seqüenciador automático MegaBACE (Amersham).

Segunda Etapa

Para a segunda etapa foi utilizado o **PAR DE "PRIMERS" II**: 5' CGTGACTGGGAAAACCCTGC - 3' e - 5' - TCACACAGGAAACAGCTATGAC - 3'. Foram testados dois ciclos de amplificação: o ciclo I, descrito para a primeira etapa e o ciclo II: pré-ciclo: 95°C, por 2 minutos; 35 ciclos de: 94°C por 40 segundos, 60°C por 1 minuto, 72°C por 2 minutos; pós-ciclo: 72°C por 10 minutos e 4°C por tempo indeterminado.

Resultados e Discussão

Para seqüenciar um fragmento de DNA amplificado por PCR é necessário "purificar" o produto da amplificação, eliminando o excedente de nucleotídeos e "primers" antes de executar a reação de marcação com dideoxinucleotídeos vinculados a grupos cromogênicos e injeção no seqüenciador automático.

O presente trabalho propôs, como alternativa para diminuir gastos, mão-de-obra e tempo para a obtenção de seqüências marcadas, a evidenciação do DNA por PCR e utilização de protocolos desenvolvidos para a purificação pré-seqüenciamento com as enzimas exonuclease I e fosfatase alcalina de camarão. O procedimento pré-seqüenciamento utilizado atualmente nos laboratórios da Realgene é a cultura das células bacterianas, obtenção do DNA plasmidial através de lise alcalina em minipreps para, só então, realizar a marcação com os dideoxinucleotídeos vinculados a grupos cromogênicos e injetar no seqüenciador automático.

Durante a primeira etapa deste trabalho, observou-se um pequeno número de seqüências (5,26%) com qualidade boa e aceitável de leitura, geradas pelo protocolo 1 (Tabela 1) para EXO /SAP (0,1 U de cada enzima). Utilizando-se o protocolo 2 (3,3 U de cada enzima, Tabela 1) houve um aumento no número de seqüências com qualidade boa e aceitável (88,89%) geradas pelo MegaBACE (Figura 2), o que superou inclusive a quantidade de seqüências com a mesma qualidade obtida pelo cultivo de células bacterianas, extração plasmidial, marcação com dideoxinucleotídeos e só então injeção no seqüenciador automático MegaBACE (65,12%) (Figura 1).

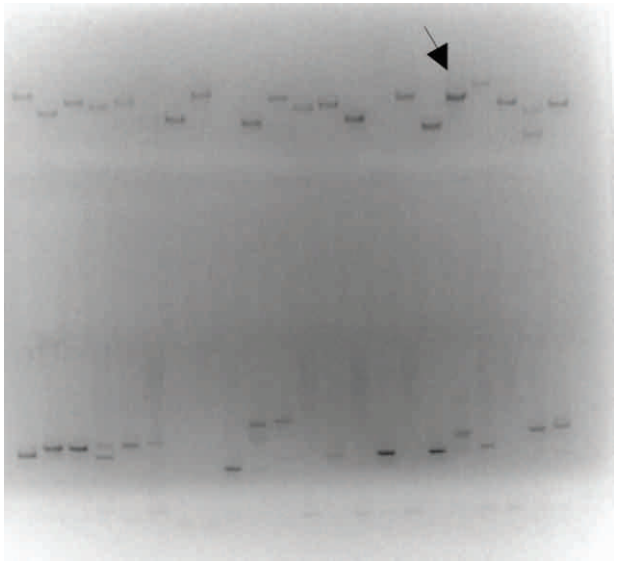


Figura 1. Imagem negativa do gel de eletroforese (agarose 1%) para a resolução de produtos de amplificação de insertos de DNA de guaranazeiro (clone BRS-Amazonas) contido no lisado de células bacterianas, utilizando o par de "primers" I e o ciclo I de amplificação. Observar que, para a maioria dos clones, foi gerado apenas um fragmento, o que significa que os "primers" anelaram em sítios específicos dos plasmídios e que só havia um plasmídio recombinante em cada reação de amplificação. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus/AM, 2003.

No entanto, a quantidade de enzimas para a purificação utilizadas no protocolo I (0,1 unidade de cada enzima por reação de purificação) deveria ser mais do que o suficiente para a eliminação dos grupamentos fosfato em nucleotídeos e para a eliminação de moléculas de "primers" não utilizadas durante a amplificação, o que tem o objetivo de impedir o desequilíbrio dos componentes da reação subseqüente, que é de marcação com dideoxinucleotídeos mais grupos cromogênicos reação de Sanger realizada antes da injeção no seqüenciador automático. Segundo o catálogo do fornecedor, uma unidade da exonuclease I (Amersham, código de catálogo E70073) catalisa a liberação de 10 nmol de nucleotídeos a partir de DNA fita simples, em reações de 30 minutos a 37°C, sob condições padrão. Uma unidade de fosfatase alcalina de camarão (Amersham, código de catálogo E70092) é suficiente para hidrolisar 1 μmol de p-nitrofenil-fosfato por minuto, em pH 10,4, a 37°C. Esta última enzima é fornecida com o tampão de reação em pH 8,0 e as reações foram realizadas a pH nesta faixa de 8,0. Portanto, os motivos pelos quais um pequeno número de seqüências com boa qualidade de leitura foi obtido na primeira etapa quando utilizou-se o protocolo I poderiam não estar resumidos à quantidade de enzimas utilizadas para as reações de purificação.

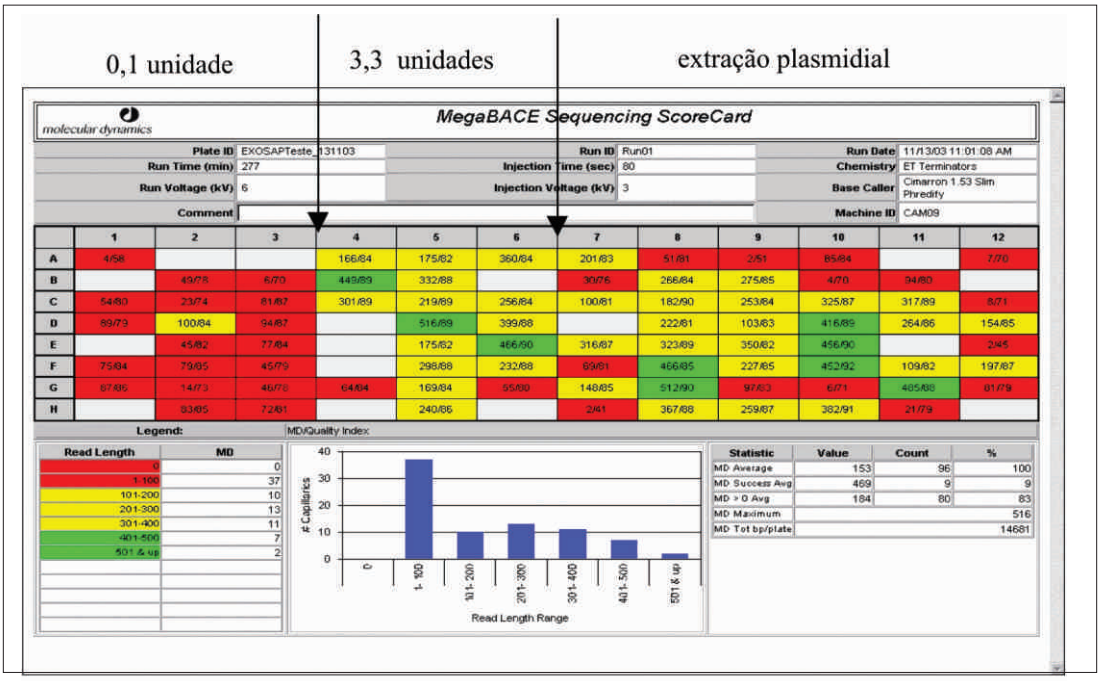


Figura 2. Imagem do *score card* gerado pelo software vinculado ao seqüenciador automático MegaBACE, indicando a qualidade das seqüências de DNA. A qualidade é indicada pelas cores: vermelho = seqüência de má qualidade (interferência na leitura não permitiu boa resolução dos dideoxinucleotídeos marcados com grupamentos cromogênicos); amarelo = seqüência com qualidade aceitável e verde = seqüência com boa qualidade. Em destaque, na elipse, estão as seqüências produzidas na primeira etapa dos experimentos: colunas 1, 2 e 3 seqüências produzidas após pré-tratamento com 0,1 unidade das enzimas EXO/SAP e colunas 4, 5 e 6 - seqüências produzidas após pré-tratamento com 3,3 unidades das enzimas EXO/SAP. Os scores nas colunas restantes pertencem a seqüências geradas após o cultivo das células bacterianas e a extração de plasmídios por lise alcalina. Universidade Federal do Amazonas, Manaus/AM, 2003.

A fim de verificar se o problema fora causado por baixas concentrações de DNA resultante das amplificações ineficazes (Figura 1) ou concentrara-se realmente na atividade enzimática pouco eficiente durante a purificação, para a segunda etapa do experimento adotaram-se "primers" redesenhados com objetivo de aumentar a quantidade de DNA obtido por PCR. No entanto, estes "primers" utilizados para a segunda etapa geraram fragmentos "secundários" em quase todas as reações de amplificação (Figura 3), quando foi utilizado o ciclo I para o termociclador. Então, um ciclo diferente para as PCR - ciclo II - foi utilizado para reamplificar os fragmentos gerados utilizando o ciclo I. Nas reações de reamplificação (Figura 4) verificou-se o surgimento de um número ainda maior de fragmentos "secundários", e concluiu-se que as reações estavam contaminadas e que o DNA contaminante fora reamplificado também.

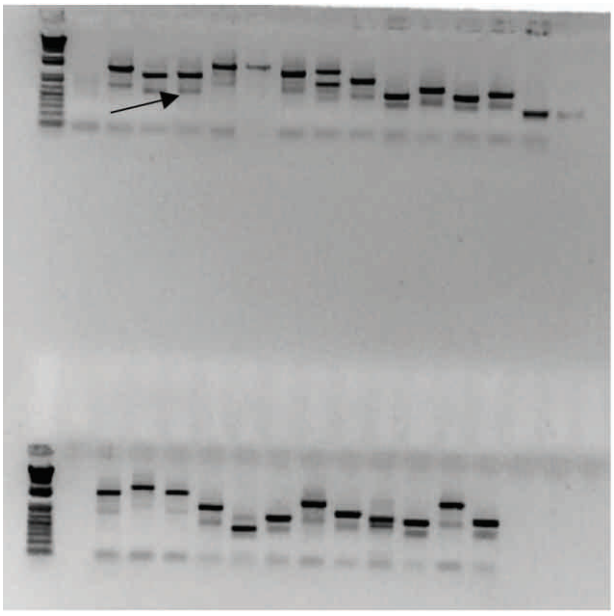


Figura 3. Imagem negativa do gel de eletroforese (agarose 1%) para a resolução de produtos de amplificação de insertos de DNA de guaranazeiro (clone BRS-Amazonas) contidos em lisado de células bacterianas, utilizando o ciclo I do termociclador e o par de "primers" II. Observar que, para a maioria dos clones, foi gerado mais de um fragmento (setas indicando fragmentos "secundários"), o que indica que os "primers" utilizados para essas reações não anelaram em sítios únicos de um único plasmídio. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus/AM, 2004.

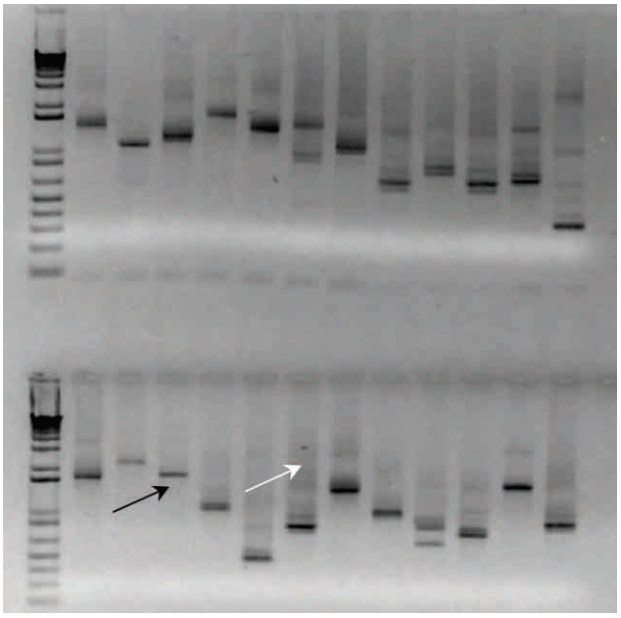


Figura 4. Imagem negativa do gel de eletroforese (agarose 1%) para a resolução dos fragmentos gerados por reamplificação dos produtos de PCR mostrados na Figura 3. Foram utilizados o ciclo II do termociclador e o par de "primers" II. Observar o aumento, inesperado, do número de fragmentos amplificados na maioria das reações (exemplo indicado pela seta branca). Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus/AM, 2004.

Para minimizar o problema gerado pela contaminação, mais experimentos foram realizados tomando novas alíquotas, diretamente do lisado de células bacterianas, para amplificações segundo o ciclo II do termociclador utilizando o par de "primers" II. Fragmentos "secundários" continuaram a ser percebidos, mas em número menor de reações (Figura 5).

A presença de mais de um fragmento amplificado em uma reação de seqüenciamento certamente prejudica a qualidade da leitura pelo seqüenciador automático. Ainda assim, os experimentos foram conduzidos até a fase de seqüenciamento e os testes de purificação foram realizados com 0,1; 1,5 e 3,3 U de enzimas por reação (Figura 6). O número de seqüências com boa qualidade e qualidade aceitável, verificado entre reações preparadas utilizando 0,1 U de enzimas (26,67%), foi superior ao verificado na primeira etapa (5,26%, Figura 2). O número de seqüências com boa qualidade ou qualidade aceitável verificado para reações preparadas utilizando 1,5 U de enzima foi 66,67% do total, superior à que foi alcançada pela preparação para seqüenciamento via cultivo de células e

extração de plasmídios, na primeira etapa (65,12%, Figura 2), segundo os *scores* fornecidos pelo software associado ao MegaBACE. Reações com qualidade boa e aceitável produzidas pelo pré-tratamento com 3,3 unidades de enzima atingiram, na segunda etapa, apenas 75% das seqüências que foram lidas (Figura 6).

Uma vez que a maior diferença entre as reações tratadas com EXO/SAP na primeira etapa (Figura 1, amplificação pouco eficiente e específica) e na segunda etapa (Figura 5, amplificação eficiente mas pouco específica) do trabalho foi a quantidade e a qualidade dos fragmentos amplificados submetidos à purificação, e já que houve tanto melhora (para reações com 0,1 U de enzima, 5,26% na primeira etapa e 26,67% na segunda etapa) quanto piora (para reações com 3,3 U de enzima, 88,89% na primeira etapa e 75,00% das reações, na segunda etapa) nos resultados da segunda etapa com relação aos resultados alcançados na primeira etapa, sugere-se que o processo de purificação por tratamento com EXO/SAP seja testado novamente, quando todos os outros passos do seqüenciamento - qualidade e quantidade de inserto amplificado por PCR - estiverem estabilizados.

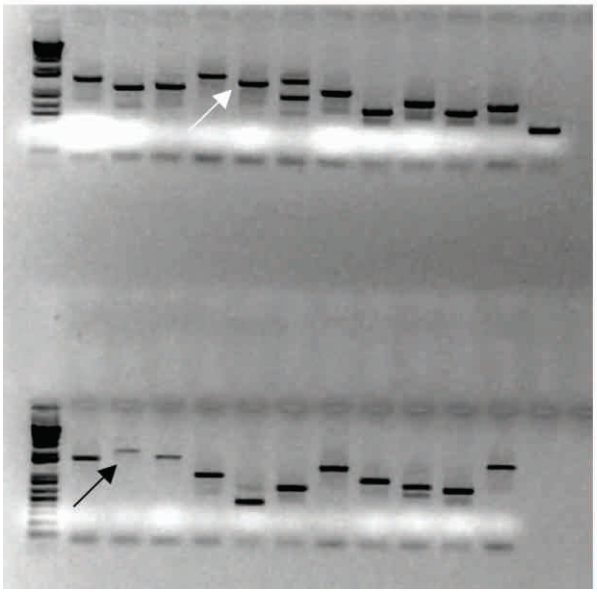


Figura 5. Imagem negativa do gel de eletroforese (agarose 1%) para a resolução de produtos de amplificação de insertos de DNA de guaranazeiro (clone BRS-Amazonas) contidos no lisado de células bacterianas, utilizando o ciclo II do termociclador e o par de "primers" II. Observar, por comparação com a Figura 3, o desaparecimento (seta preta) dos fragmentos "secundários" em algumas das reações e a persistência (seta branca) desses fragmentos em outras reações. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus/AM, 2004.

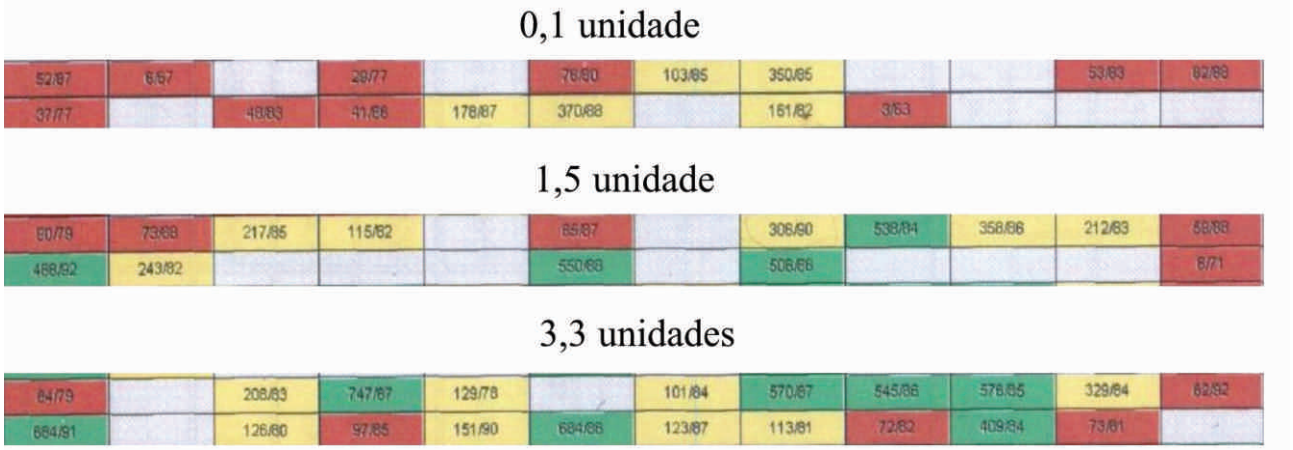


Figura 6. Imagem do *score card* gerado pelo software vinculado ao seqüenciador automático MegaBACE, indicando a qualidade das seqüências de DNA. A qualidade é indicada pelas cores: vermelho = seqüência de má qualidade (interferência na leitura não permitiu boa resolução dos dideoxinucleotídeos marcados com grupamentos cromogênicos); amarelo = seqüência com qualidade aceitável e verde = seqüência com boa qualidade. Os fragmentos foram amplificados utilizando o ciclo II, par de "primers" II e o número de unidades de enzimas EXO/SAP indicadas acima dos *scores*. Universidade Federal do Amazonas, Manaus/AM, 2004.

Conclusões

- A qualidade dos produtos de amplificação para evidenciação do DNA clonado influiu diretamente no sucesso das reações de purificação com EXO/SAP;
- Os resultados indicaram que a utilização de 1,5 unidade de exonuclease e fosfatase alcalina por reação de purificação pré-seqüenciamento foi suficiente para atingir número semelhante de seqüências com qualidade boa e aceitável àquele que é atingido utilizando o cultivo das células bacterianas transformadas e a extração de plasmídios, quando as reações de PCR para evidenciação dos insertos que foram seqüenciados eram relativamente boas;
- Os testes com quantidades menores que 1,5 unidade das enzimas podem apresentar melhores resultados do que os que foram aqui descritos, quando as reações de PCR para evidenciação dos insertos que serão seqüenciados estiverem aprimoradas.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela Bolsa e apoio financeiro ao projeto; à Embrapa Amazônia Ocidental, por ter cedido instalações e pelo fornecimento de transporte e alimentação para que a bolsista pudesse cumprir estágio; ao técnico do laboratório de biotecnologia vegetal da Embrapa, Jeferson Chagas da Cruz; ao Prof. Spartaco Astolfi Filho e à Enedina Nogueira Assunção, por terem cedido tempo para me orientarem e fazer meu trabalho na Ufam.

Referências Bibliográficas

CYMMIT. Disponível em: <http://www.cimmyt.org/ABC/Protocols/PCRBacterialCultureInserts>. Acesso em: 15 nov. 2004.

ESCOBAR, J. R.; CORREA, M. P. F; AGUILERA, F. J. P. Estruturas florais, floração e técnicas para a polinização controlada do guaranazeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO GUARANÁ, 1., 1983, Manaus. **Anais...** Manaus: EMBRAPA-UEPAE de Manaus, 1984. 547 p. (EMBRAPA-UEPAE de Manaus. Documentos, 3).

FARIA, J. J. P. **Manual de produção do guaraná.** Cuiabá, MT: SEBRAE, 2000. Não paginado.

GSC (GenomicSequencingConsortium). Disponível em: <Http://genome.wuatl.edu/gsc/GSC_Protocols/footer.htm>. Acesso em: 10 dez. 2001.

SOUZA, A. G. C. et al. **Fruteiras da Amazônia.** Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1996. 204 p. (Biblioteca Botânica Brasileira, 1).

Estabelecimento de protocolo para o cultivo in vitro do guaraná [*Paullinia cupana* (Mart.) Ducke]

Crystianne Bentes Barbosa[1] e Larissa Alexandra Cardoso Moraes[2].

[1]Bolsista CNPq/Pibic; [2]Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus - AM. E-mail: larissa@cpaa.embrapa.br

Resumo - O desenvolvimento de protocolo que permita o cultivo do guaraná in vitro poderá contribuir para a redução dos custos de manutenção da conservação de germoplasma e ainda elevar a taxa de germinação e de sobrevivência das plântulas obtidas por meio de seleção recorrente. Para tal, foram inoculados, em diferentes meios de cultura, explantes obtidos de mudas estabelecidas em viveiro e segmentos de sementes contendo o embrião. No estabelecimento dos explantes, o tratamento com fungicida e antibiótico (benlate- 50 mg L^{-1} e agrimicina- 150 mg L^{-1}) apresentou taxa de 100% de contaminação pelos microorganismos endógenos e, ainda, alta em explantes previamente estiolados (74%). A maior taxa de germinação de sementes, que, em média, ocorreu aos 18 dias após a inoculação, foi de 25% (tratamento sem reguladores), sendo esse baixo valor atribuído à alta taxa de contaminação (75% - 95%). As plântulas obtidas foram transferidas para meios de multiplicação, obtendo-se brotação das gemas laterais apenas nos tratamentos com quebra da dominância apical. Houve taxa de 100% de enraizamento utilizando-se metade da concentração dos sais do meio de crescimento de Murashigue & Skoog no meio de crescimento, suplementado com 0,2 mg L^{-1} de ácido indol acético.

Termo para indexação: guaraná, cultivo in vitro, micropropagação, melhoramento genético.

Establishment of a protocol for the in vitro cultivation of guarana [*Paullinia cupana* (Mart.) Ducke]

Abstract - Establishment of a protocol for the *in vitro* cultivation of guarana (*Paullinia cupana*): the development of a protocol which enables the *in vitro* cultivation of guarana may contribute to the reduction the cost of germplasm maintenance and conservation as well as to increase the germination and survival rates of the seedling obtained through recurrent selection. For this purpose, expants from nursery plants and seed segments containing the embryo were inoculated in different cultivation media. In the establishment of explants, the treatment with fungicide plus antibiotic (benlate 50mg L^{-1} and agrimicina 150 mg L^{-1}) present 100% contamination with endogenous microorganisms and 75% with explants previously etiolated. The higher rate of seed germination, which occurred in average 18 days after inoculation, was 25% (treatment without growth regulators). This value being attributed to the high contamination rate (75%-95%). The seedling obtained were transferred to propagation media, the sprouting of lateral buds having occurred only with the suppression of the apical dominance. The rooting success was 100% with the use of half the salt concentration of the Murashigue Skoog in the growing medium supplemented with 0,2 mg L^{-1} indolacetic acid.

Index terms: guaraná, in vitro culture, micropropagation, plant breeding.

Introdução

O guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) é uma espécie amazônica de relevante valor industrial, sendo o Brasil o único produtor comercial de guaraná do mundo, excetuando-se pequenas áreas de plantio na Venezuela e no Peru. Estima-se que a produção nacional esteja em torno de 2.492 toneladas/ano, das quais o Estado do Amazonas é responsável por aproximadamente 1.300 toneladas/ano. Atualmente, quase toda a produção nacional é consumida no mercado interno. Estima-se que da demanda nacional de amêndoas de guaraná cerca de 70% seja absorvida pelas fábricas de refrigerantes e o restante comercializado na forma de xarope, bastão, pó e extrato (Cravo, 2001).

O guaraná é uma cultura cultivada por pequenos e grandes produtores, destacando-se como um dos produtos de alto potencial econômico e de grande significado social no meio rural amazônico e nas outras regiões produtoras (Cravo, 2001).

O principal problema da cultura é a baixa produtividade, obtida com o uso de genótipos não melhorados. O programa de melhoramento obteve diversos clones, propagados por enraizamento de estacas, cuja utilização pode aumentar em até dez vezes os atuais índices de produtividade, além de serem genótipos com tolerância à principal doença do guaraná, a antracnose (Nascimento Filho et al., 2000). O programa de melhoramento dessa espécie consta de duas linhas de pesquisas: seleção recorrente intra-específica e seleções clonais, sendo a conservação de seu germoplasma, atualmente mantido in vivo, atividade fundamental como suporte a esse programa (Atroch, 2001).

A utilização da cultura de tecidos para a conservação de germoplasma tem sido especialmente útil para espécies propagadas vegetativamente, como batata (*Solanum tuberosum*), mandioca (*Manihot esculenta*) e alho (*Allium sativum*). Entre as vantagens do emprego dessa técnica inclui-se a redução dos custos e a facilidade do intercâmbio de germoplasma em condições assépticas (Torres, 1998).

O cultivo in vitro consiste em uma técnica para desenvolver, em condições de laboratório, um segmento da planta chamado explante, partindo de um meio de cultura artificial, sólido ou líquido, sob condições ambientais controladas e total assepsia. Por meio dessa técnica é possível a obtenção de uma massa desorganizada de células em constante divisão e elongação, denominada calo. A formação de calo detém considerável importância como processo intermediário na organogênese, assim como em estudos de morfogênese, bioquímica, citologia, genética e etiologia de doenças nas plantas.

Conforme Bottino (1981), o calo ocorre naturalmente como resposta a injúrias, infestação de insetos ou patógenos, na união de um enxerto, ou pode ainda ser induzido colocando-se um pedaço de tecido vegetal dissecado em contato com um meio de cultura apropriado. Hartman et al. (1990) afirmaram que o calo é produzido nos explantes cultivados in vitro, como resultado do ferimento ocorrido por ocasião da dissecação do tecido e em resposta a reguladores do crescimento endógeno ou supridos pelo meio de cultura. Segundo Pasqual (1985), teoricamente qualquer parte da planta pode ser utilizada para iniciar a cultura de tecidos, porém melhores resultados são alcançados com tecidos mais jovens e ativos, que são prontamente estimulados e têm maior potencial morfogenético.

Dentre os problemas enfrentados na fase inicial de estabelecimento do explante in vitro destacam-se a contaminação e a oxidação fenólica. A contaminação pode ser por bactérias e fungos presentes na superfície dos tecidos de folhas, gemas e segmentos nodais ou ainda por microorganismos presentes no interior dos tecidos, conhecida como contaminação endógena. Este tipo de contaminação é mais freqüente em explantes derivados de plantas cultivadas no campo. Órgãos e tecidos com contaminação endógena são de difícil desinfestação (Torres et al., 1998).

A oxidação fenólica é um dos sérios problemas que podem dificultar o estabelecimento inicial do cultivo in vitro. A liberação de compostos fenólicos ocorre por dano causado nas células durante a excisão dos explantes. Algumas enzimas oxidam os fenóis formando quinonas (Maier & Metzler, 1965). As quinonas são responsáveis pela coloração marrom das culturas, além de

causarem a inibição do crescimento e morte dos explantes em grande número de espécies (Monaco et al., 1977).

Existem substâncias naturais das plantas que possuem atividade antioxidante. O ácido ascórbico, considerado antioxidante biológico, está presente em altas concentrações em muitos compartimentos celulares, como o estroma dos cloroplastos (Larson, 1988). A prevenção à oxidação pode ser obtida ainda com o uso de cisteína, outro antioxidante, ou de adsorventes como carvão ativado e polivinil pirrolidona (PVP) (Torres et al., 1998).

O objetivo deste trabalho foi determinar, para a cultura do guaranazeiro, as condições para estabelecimento in vitro de explantes provenientes de mudas de viveiro e germinação in vitro de sementes obtidas de seleção recorrente.

Material e Métodos

Os experimentos foram desenvolvidos no laboratório de cultura de tecidos da Embrapa Amazônia Ocidental.

Obtenção de explantes

Estacas dos clones CMU 300 e CMU 613, caracterizados como clones produtivos, resistentes a antracnose e de fácil enraizamento, foram coletadas do Banco Ativo de Germoplasma localizado na Embrapa Amazônia Ocidental do km 29, Rodovia AM 010, no Município de Manaus-AM. As estacas foram tratadas por 20 minutos em solução de Benomyl (50 mg L^{-1}) e mais 20 minutos em solução de Agrimicina (150 mg L^{-1}) para reduzir os microorganismo endofíticos. As pontas inferiores das estacas foram colocadas em contato com um hormônio enraizador (AIB 2000 ppm) e em seguida plantadas em tubetes suspensos contendo como substrato areia mais vermiculita autoclavadas (2:1). Durante o período em que permaneceram na casa de vegetação receberam aplicação quinzenal dos produtos comerciais Benlate 500 (4 g L^{-1}) e Agrimicina (12 g L^{-1}).

Estabelecimento in vitro do guaranazeiro

Meio acrescido de antibiótico

Foram utilizados como explantes ápices caulinares e segmentos nodais das mudas estabelecidas em viveiro. Esses explantes foram submetidos inicialmente a pré-tratamento de desinfestação por meio de imersão em Benomyl (5 g L^{-1}), seguido do processo de assepsia na câmara de fluxo laminar, em diferentes concentrações de solução de água sanitária e álcool comercial.

Os ápices caulinares e os segmentos nodais foram seccionados em torno de 1,5 cm de comprimento inoculados em tubo de ensaio contendo 10 mL de meio. Nessa fase, foi testado o meio de cultura MS (Murashigue & Skoog, 1962), acrescido de 3% de sacarose, solidificado com 0,6% de ágar, pH 5,8, 250 g L^{-1} de ácido ascórbico e Benomyl (0 g L^{-1}, 1 g L^{-1} e 2 g L^{-1}), suplementado com 6-benzilaminopurina (BAP) (0 mg L^{-1} e 0,1 g L^{-1}). O experimento teve delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 x 2 (dois explantes x três dosagens de Benomyl x duas dosagens de BAP), com 15 repetições por tratamento, sendo cada tubo uma unidade amostral contendo um explante. Ao final de 15 a 20 dias, as culturas foram avaliadas quanto ao vigor e porcentagem de explantes contaminados.

Explante com estiolamento induzido

Folíolos jovens das mudas estabelecidas na casa de vegetação receberam uma cobertura em dupla camada de TNT da cor preta para induzir o estiolamento (Karam & Al-Majathoub, 2000) (Figura 1). Após duas semanas foram coletados e imersos em solução 5% de água sanitária.

Figura 1. Estiolamento de folíolo de muda de guaraná: a) cobertura com TNT; b) folíolo estiolado. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, 2004.

Na câmara de fluxo laminar foram transferidos para solução de água sanitária 50% por 10 minutos e em seguida para solução de álcool 70% por 30 segundos e lavados três vezes com água destilada autoclavada.

Esses explantes foram segmentados em pecíolo e limbo foliar, sendo então imersos em solução de ácido ascórbico (0,2% e 1%) por 20 minutos. A inoculação foi feita em meio MS, contendo carvão ativado 0,025% e suplementado com 0,1 mg L^{-1} de AIA. O experimento teve delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2 (dois explantes x duas dosagens de ácido ascórbico), com 28 repetições por tratamento, sendo cada tubo uma unidade amostral contendo um explante. Após 15 a 20 dias, as culturas foram avaliadas quanto ao vigor e porcentagem de explantes contaminados.

Germinação in vitro de sementes de guaraná

As sementes receberam o mesmo tratamento de desinfestação descrito no item *Meio acrescido de antibiótico*. Na câmara de fluxo laminar, essas sementes tiveram parte de seu endosperma eliminado, em seguida foram inoculadas em tubo de ensaio contendo 10 mL de meio de germinação da seguinte composição sais e vitaminas de MS, 0,5% de carvão ativado e GA_3 (giberelina) (0 mg L^{-1}, 1 mg L^{-1} e 2 mg L^{-1}). O experimento foi inteiramente casualizado com três tratamentos (diferentes dosagens de giberelina) e 15 repetições por tratamento, sendo cada tubo uma unidade amostral contendo um explante. As culturas foram avaliadas quanto *à* porcentagem de embriões germinados e porcentagem de contaminação.

Multiplicação in vitro de plântulas de guaraná

A multiplicação foi induzida na parte aérea das plântulas germinadas no item anterior (Figura 2) pela inoculação em meio MS, acrescidos de 3% de sacarose, solidificado com 0,6% de ágar, pH 5,8 e suplementado com BAP (0 mg L^{-1}, 0,5 mg L^{-1}, 1 mg L^{-1}, 2 mg L^{-1} e 5 mg L^{-1}). Foram realizados subcultivos a cada 30 dias. No segundo subcultivo foram retirados os ápices de metade das repetições de cada tratamento a fim de induzir a brotação das gemas laterais. As culturas foram mantidas a um fotoperíodo de 16 horas de luz/8 horas de escuro, sob intensidade luminosa de 3.000 lux e temperatura de 28ºC ± 2ºC. Foi observado o número de brotações por tratamento. O desenho experimental adotado será inteiramente casualizado com 10 tratamentos e 20 repetições.

Figura 2. Parte aérea de sementes de guaraná germinadas in vitro. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, 2004.

Enraizamento in vitro de plântulas de guaraná

As brotações obtidas no item anterior foram transferidas para os meios MS e ½ MS acrescidos de 0,025% de carvão ativado e suplementados com 0,1 mg L^{-1} de AIA.

Resultados e Discussão

Estabelecimento in vitro do guaranazeiro

Meio suplementado com antibiótico

Os tratamentos utilizados não promoveram o efeito esperado, uma vez que, em 100% do experimento, não foi possível controlar a contaminação. Comprovadamente essa espécie apresenta número elevado de microorganismos endofíticos (Cantarin et al., 1996), o que provavelmente contribuiu para a perda total do experimento.

Explante com estiolamento induzido

A taxa de contaminação foi alta em todos os tratamentos (74%). O tratamento segmentos foliares na ausência de ácido ascórbico apresentou perda adicional de 10% por oxidação, indicando a necessidade de tratamento antioxidante para esse tipo de explante, uma vez que o corte facilita a liberação de compostos fenólicos, provocando oxidação e morte do tecido vegetal.

Na Figura 3 estão representados os dois tipos de explantes em condições de serem subcultivados.

Fotos: Larissa A.C. Moraes

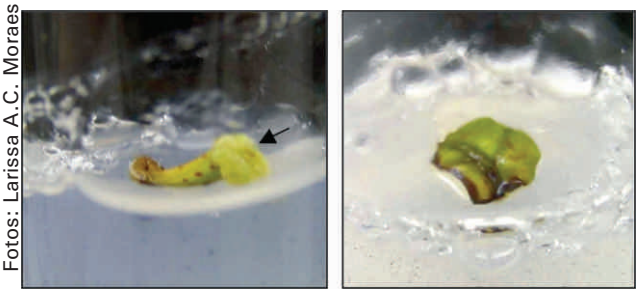
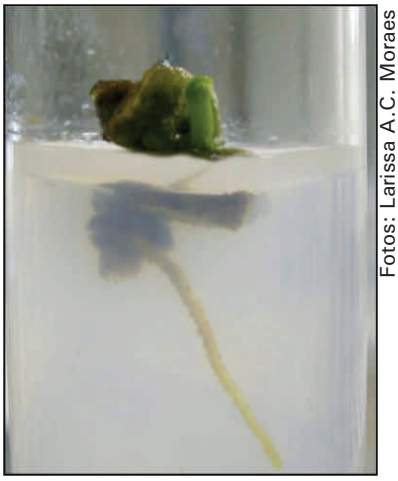


Figura 3. Explantes previamente estiolados, inoculados em meio MS. a) segmento de pecíolo com formação de calo na extremidade (seta); b) segmento de folíolo. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, 2004.

Germinação in vitro de sementes de guaraná

A germinação dos embriões ocorreu aos 18 dias após a inoculação, em todos os tratamentos, com percentagem de germinação mais alta (75%) no tratamento constituído de MS acrescido de 0,5% de carvão ativado, o que demonstra que a espécie não necessita de suplementação com fitorreguladores indutores de germinação. Na Figura 4 pode-se notar o desenvolvimento inicial da plântula.



Fotos: Larissa A.C. Moraes

Figura 4. Embrião germinado aos 18 dias após a inoculação. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, 2004.

Multiplicação in vitro de plântulas de guaraná

Os tratamentos com as doses mais altas de BAP (1 mg L^{-1}, 2 mg L^{-1} e 5 mg L^{-1}) mostraram sintomas de toxidez, provavelmente pela alta concentração do regulador utilizado (Torres et al., 1998), com perda de 70% a partir do segundo subcultivo. Essa alta taxa de perda levou à eliminação desses tratamentos nas etapas seguintes do trabalho.

As brotações laterais ocorreram nos tratamentos cujos ápices foram decapitados, com ou sem a presença do BAP, indicando a pouca influência desse regulador no processo de indução de multiplicação.

Enraizamento in vitro de plântulas de guaraná

O tratamento com metade das concentrações dos sais de MS promoveu 100% de enraizamento (Figura 5), enquanto o tratamento MS completo foi de 0%.

Fotos: Larissa A.C. Moraes

Figura 5. Formação de uma raiz sem ramificações secundárias. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, 2004.

Conclusão

O estabelecimento in vitro do guaraná poderá ser obtido com menor taxa de contaminação a partir de explantes obtidos de ramos estiolados de mudas enviveiradas.

É possível se reduzir o tempo de germinação de sementes de guaraná em 80% com a técnica de germinação in vitro sem a adição de reguladores de crescimento.

Referências Bibliográficas

ATROCH, A. L. Principais resultados de pesquisa com a avaliação de clones de guaranazeiro no período de 1985 a 1994. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO GUARANÁ, 1., 2001, Manaus, AM. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. p. 26-37. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 16).

BOTTINO, P. J. **Methods in plant tissue culture**. Kensington, Maryland: Maryland Kemtec Educational Corporation, 1981. 74 p.

CANTARIN, V. G.; ASTOLFI FILHO, S.; PEREIRA, J. O. Variabilidade genética dos fungos endofíticos do guaraná: In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA DE MICROORGANISMOS, 1996, Caxambu. **Anais**... Caxambu: SBG, 1996. 1 CD.

CRAVO, M. S. Programa de pesquisa com a cultura do guaraná da Embrapa Amazônia Ocidental. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO GUARANÁ, 1., 2001, Manaus, AM. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. p. 11-25. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 16).

GEORGE, E. F.; SHERRINGTON, P. D. **Plant propagation by tissue culture:** handbook and directory of Commercial Laboratories. Basingstone: Exegetics Limited, 1984. 709 p.

HARTMANN, T. H.; KESTER, D. E.; DAVIES JR., F. T. **Plant propagation:** principles and practices. 5. ed. New Jersey: Englewood Cliff, 1990. 647 p.

HUSSEY, G. Problems and prospects in the in vitro propagation of herbaceous plants. In: WITHERS, L. A.; ALDERSON, P. G. **Plant tissue culture and its agricultural applications**. London: Butterworths, 1986. p. 69-84.

KARAM, N. S.; AL-MAJATHOUB, M. *In vitro* shoot regeneration from mature tissue of wild *Cyclamen persicum* Mill. **Scientia Horticulturae**, v. 86, n. 4, p. 323-333, 2000.

LARSON, R. A. The antioxidants of higher plants. **Biochemistry**, v. 27, n. 4, p. 969-978, 1988.

MAIER, V. P.; METZLER, D. M. Changes in individual date polyphenols and their relation to browning. **J. Food Sci**., v. 30, p. 747, 1965.

LLOYD, G.; MCCOWN. B. Commercially Feasible micropropagation of mountain laurel, Kalmia latifolia, by use of shoot-tip culture. **Comb. Proc. Intl. Plant Prop. Soc.** v. 30, p. 421-426, 1980.

MONACO, L. C. et al.. Applications of tissue culture in the improvement of coffee. In: REINERT, J.; BAJAJ, Y. P. S. **Applied and fundamental aspects of plant cell, tissue, and organ culture**. Berlin: Springer-verlag, 1977. p. 109-126.

MURASHIGUE, T.; SKOOG, F. A. A revised medium for rapid growth and biossays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 15, p. 473-497, 1962.

NASCIMENTO FILHO, F. J.; ATROCH, A. L.; CRAVO, M. S. **Melhoramento genético do guaranazeiro, resultados de ensaios de avaliação de clones, fase produtiva 1985 a 1994**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. 54 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Boletim de Pesquisa, 7).

PASQUAL, M. Obtenção de plantas por cultura de tecidos. **Informe Agropecuário**, v. 11, n. 124, p. 63-68, 1985.

TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: SPI, 1998. p. 864.

VASIL, I. K. Developing cell and tissue culture systems for the improvement of cereal and grap crops. **Journal of Plant Physiology,** Stultgart, v. 128, p. 193-218, 1987.

Variabilidade genética de isolados de *Crinipellis perniciosa*

Thiago do Prado Sotero[1], Maria Geralda de Souza[2], Paula Cristina da Silva Angelo[2], Karina Pryscilla de Araujo Bichara [2] e Jeferson Chagas da Cruz[2].

[1]Bolsista CNPq/Pibic; [2]Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus - AM. E-mail: geralda@cpaa.embrapa.br , paula@cpaa.embrapa.br.

Resumo - O fungo *Crinipellis perniciosa,* nativo da Região Amazônica, causa a vassoura-de-bruxa no cupuaçuzeiro, doença que vem limitando a expansão da cultura na região. Com o objetivo de averiguar a eficiência de marcadores moleculares RAPD na detecção da diversidade genética entre isolados de *C. perniciosa*, foi extraído DNA de micélios encontrados em frutos e ramos de cupuaçuzeiros mantidos na Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus (AM), e de micélios isolados de cacaueiro fornecidos pela Universidade Federal de Lavras (MG). Foi também utilizado um isolado de *Colletotrichum guaranicola.* O DNA de cada isolado foi amplificado utilizando-se 8 "primers" decâmeros de seqüência arbitrária, que geraram 92 bandas, das quais 89 polimórficas com o número médio de l1,5 bandas RAPD por "primer". Os micélios de *C. perniciosa*, isolados de ramos e frutos de cupuaçuzeiro na Embrapa Amazônia Ocidental, apresentaram menor diversidade entre si (0,16667, 0,372555 e 0,36735) do que a que foi calculada entre estes e a mesma espécie do fungo, isolado do caucaueiro proveniente da Universidade Federal de Lavras (0,50476, 0,54455 e0,61446). O micélio de *Colletrotrichum guaranicola*, inserido na análise como espécie *outside,* apresentou valores entre 0,67213 e 0,71053 para os índices de diversidade de Nei & Li (1979).

Termos para Indexação: cupuaçu, vassoura-de-bruxa, fitopatologia.

Genetic variability of isolated of *Crinipellis perniciosa*

Abstract - *Crinipellis perniciosa* a native fungus from Amazon region, causes witches' broom in cupuaçu trees. That desease has been limiting the development of that culture in the region. Aiming to inquire if RAPD marks would be capable to detect genetic diversity among the isolate of *Crinipellis perniciosa*; DNA was extracted from mycelium found in fruits and branches of cupuaçu maintained in Embrapa Amazônia Ocidental from isolate mycelium from cocoa provided from Federal University of Lavras. It was either used an isolate of *Colletotrichum guaranicola*. The DNA from each isolate was amplified, been used 8 arbitrary sequency "primers", that generated 92 bands, 89 been polymorfic with an average of 11, 5 bands per "primer". Mycelim from *Crinipellis perniciosa* isolate from branches and fruits of cupuaçu trees in Embrapa Amazônia Ocidental presented less diversity among itselves (0,16667; 0,372555; and 0,36735) that what was calculated for these ones and the same specie of fungus, isolated from cocoa, from Federal University of Lavras (0,54076; 0,54455 and 0,61446). *Colletotrichum guaranicola*'s mycelium, inserted at the analyses as "outside" specie, presented values among 0,67213 e 0,71053 for tables of diversity by Sorenso/Nei & Li (1979).

Index terms: cupuaçu, witches' broom, phytopathology.

Introdução

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum)* é uma espécie nativa da Região Amazônica e é bem difundido na região. Graças ao sabor exótico de sua polpa, vem despertando interesse no restante do País e também em outros países, pois é possível se obter suco, creme, sorvete, geléia, torta, etc. Sendo, assim, uma delicadeza na culinária de cidades sul-americanas, onde a demanda ultrapassa o estoque. As amêndoas são utilizadas para a fabricação do cupulate (chocolate de cupuaçu). A colheita dos frutos ocorre nos meses chuvosos de janeiro a abril.

Apesar de ter caráter altamente rentável, o cupuaçuzeiro vem sofrendo sérios danos em plantios, pois a doença vassoura-de-bruxa, provocada pelo fungo *Crinipellis perniciosa*, vem causando perdas em torno de 50% a 60%, podendo chegar, em alguns casos, a 100%. Essa doença afeta órgãos da planta, como brotações, flores e frutos. Nas brotações ocorre sintoma de superbrotamento, característico da doença, e nos frutos há paralisação no crescimento e mumificação (Gasparotto et al*.,* 1998, Lima & Souza, 1997), tendo aí um empecilho na expansão do cultivo e no seu avanço no mercado.

A vassoura-de-bruxa ocorre atualmente em países da América do Sul e Ilhas do Caribe, cujos propágulos infectivos são representados unicamente por basidiósporos (Evans, 1980).

A utilização de clones resistentes é uma das medidas mais eficientes no controle da doença. Nesse processo, o conhecimento da variabilidade genética do fungo representa um fator importante na seleção de materiais resistentes à doença. Para tal existem várias alternativas de caracteres marcadores, sendo que os bioquímicos e moleculares vêm sendo os mais utilizados como instrumentos auxiliares para estes estudos. O marcador molecular RAPD (polimorfismos de DNA amplificado ao acaso) está entre os mais utilizados em associações com estudos de identificação de raças e teste de patogenicidade, visando esclarecer alguns aspectos correlacionados ao patógeno e auxiliando no entendimento da sua evolução no meio ambiente (Otoya, Resrepo e Pastor-Corales, 1995). Adicionalmente, os marcadores RAPD estão sendo utilizados no estudo da diferenciação e caracterização de raças fisiológicas (Vilarinhos et al.,1995; Alzate-Marin et al., Mesquita et al.,1998).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi obter DNA extraído de diferentes culturas polispóricas de *C. perniciosa* para averiguar a eficiência dos marcadores moleculares RAPD na detecção da diversidade genética entre isolados de *C. perniciosa,* obtidos de frutos e ramos de cupuaçuzeiros mantidos na Embrapa Amazônia Ocidental e de micélios isolados de cacaueiro fornecidos pela Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

Material e Métodos

O experimento foi realizado nos laboratórios de Fitopatologia e Biologia Molecular/Biotecnologia Vegetal da Embrapa Amazônia Ocidental e financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas - Fapeam.

Foram utilizados isolados provenientes do Estado do Amazonas, mais especificamente da Embrapa Amazônia Ocidental, dos quais o isolado 3 foi obtido a partir de isolamento direto do fruto do cupuaçu; o 11, de isolamento indireto do ramo; e o 13.° isolado, a partir do basidiósporo produzido em meio artificial em laboratório; o isolado "cpc" do cacaueiro, fornecido pela Universidade Federal de Lavras, e, finalmente, o isolado do *Colletotrichum guaranicola*, usado para mostrar a funcionalidade dos primers, foi obtido de guaranazeiro em Maués/AM.

O meio de cultura líquido de Mills, Sreenivasaprasad e Bronn (1994) (Tabela 1), citado por Niella et al. 2000, foi utilizado para obtenção de micélio polispórico de *C. perniciosa.*

Com isso houve produção de material suficiente para extração de DNA, com o cuidado de não submergir o disco de micélio, para garantir o suprimento de oxigênio para seu desenvolvimento. As placas com micélio foram acomodadas em ambiente com temperatura (25ºC ± 2 durante) e duração do fotoperíodo (12 horas) controlados, durante 30 dias.

Tabela 1. Meio de cultura líquido de Mills, Sreenivasaprasad e Bronn (1994).

Ingredientes	Quantidades necessárias para 1
Extrato de levedura	5 g
Glicose	10 g
$(NH_4)_2HPO_4$	1 g
KCL	0,2 g
$MgSO_4.7H_2O$	0,2 g
$CuSO_4.7H_2O$	1 ml(5% P/V)
$ZnSO_4.7H_2O$	1 ml(5% P/V)

O micélio produzido foi macerado em diferentes almofarizes, sendo pesados 3 g de micélio de cada isolado, enquanto úmidos, submersos em nitrogênio líquido. Posteriormente, adicionaram-se 700 ul de tampão de extração a esta quantidade de micélio, após a maceração, (Tabela 2) - Doyle & Doyle (1987), modificado por Ferreira et al. (1998).

Tabela 2. Solução tampão de extração CTAB.

Ingredientes	Quantidades
2% CTAB	2 g
1,4 M NaCl	8,12 g
20 mM EDTA	4 ml de um estoque 0,5 m
100 mM Tris-HCl pH 8,0	10 ml de um estoque 1 m
1,0% polyvinylypyrrolidone	1g água q.s.p 100 ml
0,2% 2-mercaptoetanol (adicionar antes do uso)	2 ul/ml de tampão

O precipitado foi ressuspendido em 100 ul de tampão TE pH 8,0 (10 mM Tris-HCl e 1 mM EDTA), contendo 10 ug/ml de RNAse e incubados a 37ºC por 30 minutos para ingestão de RNA, quantificados por espectrofotometria e em seguida armazenado a 20ºC .

Condições de PCR para geração de fragmentos RAPD: As reações de PCR foram preparadas com 0,1% de BSA, 2 mM de MgCl2, 400 uM de dNTPs, 400 nM de "primer" decâmero, 1,5 U de Taq DNA polimerase e 10 ng de DNA, em 25 ul de volume final de reação. Foram utilizados 8 "primers" de seqüência: 5'-AAT CGG GCT G-3'; 5'-AGG GAA CGA G-3'; 5'-ACT TCG CCA C-3'; 5'-CTT CCG CAG T-3'; 5'-CCA GAT GCA C-3'; 5'-GGT TGT ACC C-3'; 5'-ACT TCG CCA C-3' e 5'-ACC CGA CCT G-3'. O termociclador foi ajustado para: pré-ciclo - 94ºC por 5 minutos; 35 ciclos de - 94 ºC por 30 segundos; 33ºC por 45 segundos; 72ºC por 45 segundos e pós-ciclo - 72ºC por 7 minutos. A eletroforese foi realizada a 120 V/250 mA, por 2 horas. Os padrões de RAPD foram registrados utilizando câmera digital *Kodak* e aplicativos do mesmo fornecedor.

O aplicativo GENES (Cruz, 2001) foi utilizado para o cálculo dos índices de diversidade de Nei e Li/Sorenson.

Resultados e Discussão

Para o estudo da diversidade genética dos isolados de *Crinipellis perniciosa* do cupuaçu, cacau e do *Colletrotrichum guaranicola,* utilizaram-se 8 "primers" decâmeros de seqüência arbitrária, os quais geraram 92 bandas, sendo 89 polimórficas e 3 monomórficas, com o número médio de l 1,5 marcadores por "primer" (Figura 1), o que está dentro do esperado, pois outros trabalhos realizados com mesma espécie de fungo apresentaram números semelhantes de bandas por "primer" (Niella, 2000}.

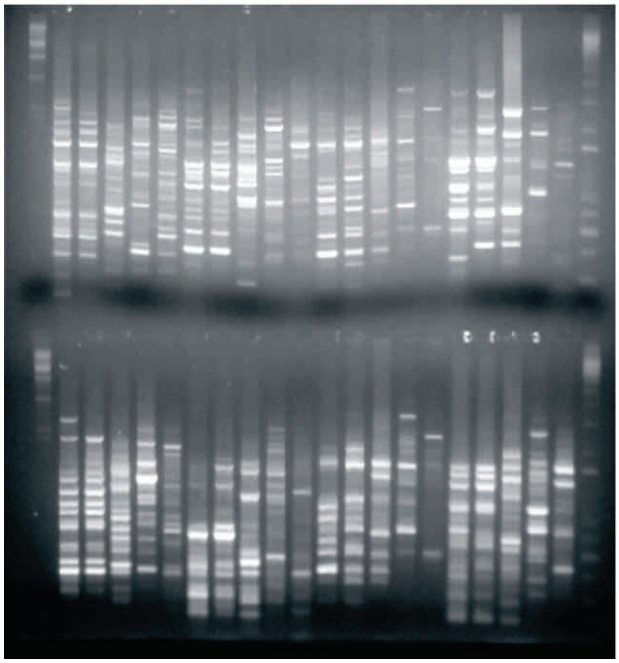


Figura 1. Padrões de RAPD gerados para fungos das espécies *Crinipellis perniciosa* e *Colletotrichum guaranicola*, em géis de agarose 1,5%. 1 a 5: primer 1; 6 a 10: primer 2; 11 a 15: primer 3; 16 a 20: primer 4; 21 a 25: primer 5; 26 a 30: primer 5; 31 a 35: primer 7; 36 a 40: primer 8. 1, 6, 11, 16, 21, 26, 31 e 36: micélio polispórico isolado do fruto do cupuaçuzeiro; 2, 7, 12, 17, 22, 27, 32 e 37: micélio polispórico isolado do ramo do cupuaçuzeiro; 3, 8, 13, 18, 23, 28, 33 e 38: micélio polispórico isolado do basidiocarpo do cupuaçuzeiro; 4, 9, 14, 19, 24, 29, 34 e 39: micélio polispórico isolado na Universidade de Lavras; 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40: micélio de *Colletotrichum guaranicola* (Embrapa Amazônia Ocidental Manaus/2004).

Esses resultados foram transformados em dados binários, tornando, assim, possíveis os cálculos dos índices de dissimilaridade genética entre os genótipos analisados (Tabela 3). O menor valor para índice de dissimilaridade - 0,16607 - foi encontrado entre micélios polispóricos de *Crinipellis perniciosa*, isolados de frutos e ramos de plantas de cupuaçuzeiro na Embrapa Amazônia Ocidental (1 e 2) (Tabela 3). Esses dois isolados divergem igualmente do micélio gerado em laboratório, pela germinação de esporos oriundos de basidiocarpos coletados na mesma área experimental. Entre esses três genótipos, o maior valor para índice de diversidade encontrado foi 0,37255 (genótipos 3) (Tabela 3).

Tabela 3. Índices de Dissimilaridade.

	1			
2	0,1667	**2**		
3	0,37255	0,36735	**3**	
4	0,50476	0,54455	0,61446	**4**
5	0,70000	0,71053	0,69966	0,67213

1 - *Crinipellis* do fruto do cupuaçuzeiro(Embrapa Amazônia Ocidental); 2 - *Crinipellis* do ramo do cupuaçuzeiro(Embrapa Amazônia Ocidental); 3 - *Crinipellis* do ramo do cupuaçuzeiro(Embrapa Amazônia Ocidental), cultivado em laboratório; 4 - *Crinipellis* de Lavras; 5 - *Colletotrichum guaranicola.*

Há mais diversidade, com valores para os índices de dissimilaridade variando de 0, 50476 a 0,61446, entre estes três genótipos e um isolado da mesma espécie -*C. perniciosa* - adquirido na fase micelial, na Universidade de Lavras, e cultivado na Embrapa Amazônia Ocidental (genótipos 4, Tabela 3). *Colletrotrichum guaranicola* (genótipo 5 da Tabela 3), inserido na análise como espécie *outside,* para aferir o método de trabalho e servir como parâmetro da diversidade genética observada nos experimentos gerou, quando comparado com genótipos de *C. perniciosa*, índices de dissimilaridade com valores entre 0,67213 ate 0,71053.

Conclusão

- Genótipos de *C. perniciosa* - isolados da mesma área de coleta (Embrapa Amazônia Ocidental), apresentaram menor diversidade entre si do que quando comparados com um genótipo do mesmo fungo fornecido pela Universidade de Lavras.

Referências Bibliográficas

ALZATE-MARIN, A. L. et al. Análise da diversidade genética de raças de *Colletotrichum lindemuthianum* que ocorrem em algumas regiões do Brasil por marcadores RAPD. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 85-88, mar. 1997.

CRUZ, C. D. **Programa GENES:** aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. p. 163-81.

EVANS, H. C. Pleomorphism in *Crinipellis perniciosa*, causal agent of wtches' broom disease of cocoa. **Trasaction of the British Mycological Society**, Cambridge, v. 74, n. 3, p. 515-523, jun. 1980.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares RPPD e RFLP em análises genéticas.** Brasília: EMBRAPA-CENARGEN, 1998. 220 p.

GASPAROTTO, L.; PEREIRA. J. C. R.; VÉRAS, S. M. **Poda fitossanitária no controle da vassoura de bruxa**. Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1998. 6 p. (EMBRAPA-CPAA. Comunicado Técnico, 12).

LIMA, M. I. P. M., SOUZA, A. G. C. **Diagnose das principais doenças do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*)** (Willd. Ex Spreng.) Shum.) e seu controle. Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1998. 18 p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 9).

NEI, M. L. I. W. H. Mathematical model for studying genetic variation in terms restriction endonucleases. **Proceeding Natland Academic Science**, USA, v. 76, p. 5269-5273, 1979.

NIELLA, G. R. et al. Aperfeiçoamento da metodologia de produção artificial de basidiocarpos de *Crinipellis perniciosa.* **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 4, p. 523-527, dez. 2000.

OTOYA, M. M.; RESTREPO, S.; PASTOR-CORRALES, M. A. Amplificación al azar del ADN polimórfico para evaluar la diversidad genética de *Colletotrichum lindemuthianum* en Colombia. **Fitopatol. Colomb**., v. 19, p. 7-14.

VILARINHOS, A. D. et al. Characterization of races *Colletotrichum lindemuthianum* by the random amplified polymorphic DNA technique. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 20, n. 2, p. 194-488, jun. 1995.

Pteridófitas e monocotiledôneas da Amazônia Brasileira com ênfase nas espécies úteis

Adriana Araújo Pompeu Piza[1] e Eduardo Lleras Pérez[2]

[1]Centro Universitário Nilton Lins, Av. Prof. Nilton Lins, 3.259, CEP 69058-040, Manaus, AM. E-mail: apiza@cpaa.embrapa.br; [2]Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus - AM. E-mail: lleras@cpaa.embrapa.br.

Resumo - Este trabalho faz parte do projeto Pibic "Plantas úteis da Amazônia Brasileira, com ênfase no Estado do Amazonas". Teve como objetivo contribuir para a disponibilização da informação sobre plantas úteis, completando e revisando a base de dados PlantAmazônia. Foram revisadas e completadas as bases de dados para pteridófitas, gimnospermas e monocotiledôneas quanto a sinônimos, países de ocorrência, usos e grau de freqüência de ocorrência na natureza, com base no número de coletas. Para isso foi consultada a literatura e as bases de dados dos Jardins Botânicos de Missouri e Nova Iorque, e do International Plant Nomenclature Index, e as informações foram incorporadas à base de dados de plantas da Amazônia. Os resultados obtidos neste trabalho contribuem para esclarecer alguns pontos sobre o conhecimento da diversidade vegetal na Amazônia. Ficou claro que ela não é desconhecida e não devemos esperar muitas novidades em termos de espécies novas. Por outro lado, a flora útil não é a mais comum, o que contradiz a idéia de que nossos antepassados simplesmente utilizaram as espécies mais comuns. Também sugere que não vamos aumentar muito nosso acervo de espécies úteis - estas já foram encontradas. Também foi mostrado que pelo menos para monocotiledôneas, a flora amazônica não é nem muito maior nem mais importante que as floras do restante do País.

Termos para indexação: Plantas úteis, diversidade, raridade.

Pteridophytes and monocots of Brazilian Amazônia with emphasis on useful species.

Abstract - The purpose of this research was to contribute to the knowledge of the flora of Amazonia, especially its useful species. The databases for pteridophytes, gimnosperms and monocots were revised and completed in terms of synonymy, ocurrence, uses and rarity in nature based on number of exsicata in collections. Literature and the databases of the Missouri and New York Botanical Gardens, as well as the International Plant Nomenclature Index, were surveyed, and the information inserted in the database on plants of Amazonia. Our results help elucidate some questions on plant diversity in Amazonia. It is clear that the Flora of Amazonian is fairly well known, and that we should not expect many new species. Furthermore, the useful species are not the most common ones, negating the idea that our ancestors simply use what was most available. It also suggests that we will not find many new useful species they have already been found. It was also shown that at least for monocots, the flora of Amazonia in neither much larger nor more important than those of the rest of the country.

Index terms: Useful plants, diversity, rarity.

Introdução

Os dados sobre o tamanho e composição da flora brasileira são muito divergentes, com estimativas que variam entre 35 mil (década de 1970) a 56 mil (década de 1990) espécies, com estimativas para a Região Amazônica variando entre 17 (Gentry, 1997) e 60 mil (Salati, 1983), sendo a mais citada em torno de 30 mil (McNeely et al., 1990). O levantamento dos herbários regionais indica que o tamanho da flora da Amazônia Brasileira não deve ultrapassar 11 mil espécies, com cerca de 90% ocorrendo também em outros países e/ou biomas, o que sugere ser a estimativa de Gentry a mais próxima da realidade (Lleras et al., 2000a).

A informação sobre espécies vegetais com uso conhecido na Amazônia que possam ser incorporadas ao processo produtivo também apresenta grande variação. Alguns levantamentos na Amazônia Peruana, a região melhor estudada neste sentido, citam apenas 1.250 espécies (Vásquez, 1989), com estimativas de pouco mais de 2 mil para a Amazônia como um todo (Bennett, 1992; UNDP, 1992; Duke & Vásquez, 1994). No outro extremo, outros autores citam mais de 5 mil somente para o Peru (CADMA, 1994).

Para a Amazônia Brasileira, Giacometti & Coradin (1990) reportaram menos de 800 espécies com uso conhecido. Porém, pesquisas em andamento indicam que este número pode aproximar-se ao da Amazônia peruana (Leite et al., 2000; Lleras et al., 2000b). Como no caso da flora em geral, a grande maioria da flora útil ocorre em outras regiões e países, além do Brasil.

O objetivo deste trabalho foi contribuir para o conhecimento, sistematização e disponibilização da informação sobre plantas úteis da Amazônia com ênfase no Estado do Amazonas, completar e revisar a base de dados e determinar a ocorrência (grau de raridade) das espécies úteis.

Material e Métodos

Foi realizado um levantamento de literatura onde foram consultadas obras nas bibliotecas locais (Embrapa, Inpa e universidades), e bases na internet (Jardim Botânico de Missouri e Nova York), com informações sobre espécies úteis. Foram utilizadas listas de espécies úteis encontradas na Amazônia, registrados e revisados seus países de ocorrência, ano de publicação, número de amostras, sinônimos e grau de raridade.

Para testar a idéia de que a Amazônia é região onde existem mais espécies endêmicas e que merece maior atenção em termos de proteção contra biopirataria, foi criada uma base de dados para as monocotiledôneas do Brasil, compilando as informações de PlantAmazônia, o levantamento do Cerrado realizado pela Embrapa em parceria com a UnB e a base de dados "Plants of Northeast Brazil" disponibilizada na Internet pelo Jardim Botânico de Nova Iorque.

Foi feito levantamento do uso de fruteiras nativas vs. exóticas em pequenas propriedades na região geoeconômica de Manaus. Para confirmar que as espécies nativas estão perdendo espaço no mercado para as espécies exóticas foi realizado um levantamento em 80 sítios em um raio de 100 km de Manaus, incluindo os Municípios de Presidente Figueiredo, Manacapuru, Novo Airão, Iranduba e Itacoatiara. A documentação fotográfica das espécies úteis (fruteiras) foi realizada utilizando câmera fotográfica digital para material vivo e obtenção de imagens via internet de material de livre acesso e utilização. Todos os dados obtidos foram incluídos na base de dados PlantAmazônia e compatibilizados em planilhas especiais do Excel, as informações adicionais, como fotografias e mapas foram incluídos individualmente. Foram montadas tabelas com o número de espécies e indivíduos de cada uma, dividindo-as no grupo de frutas exóticas e nativas, segundo observação feita em campo de pesquisa, e confeccionados gráficos demonstrando o índice de raridade/freqüencia das espécies úteis, e a taxa de coleta de amostras entre 1753 e 2000.

Resultados e Discussão

Para confirmar que a flora amazônica é relativamente bem conhecida, e no futuro somente coletaremos raridades, foi completada e revisada a lista de monocotiledôneas da base de dados. Embora a maioria das coletas na região tenha sido realizada nos últimos 40 anos, o número de espécies novas é muito pequeno, e a taxa de publicação de novas espécies de monocotiledôneas vem diminuindo a cada ano (Figura 1). Como é de se esperar, nos últimos 20 anos somente têm sido publicadas espécies consideradas entre raras e extremamente raras (Figura 2).

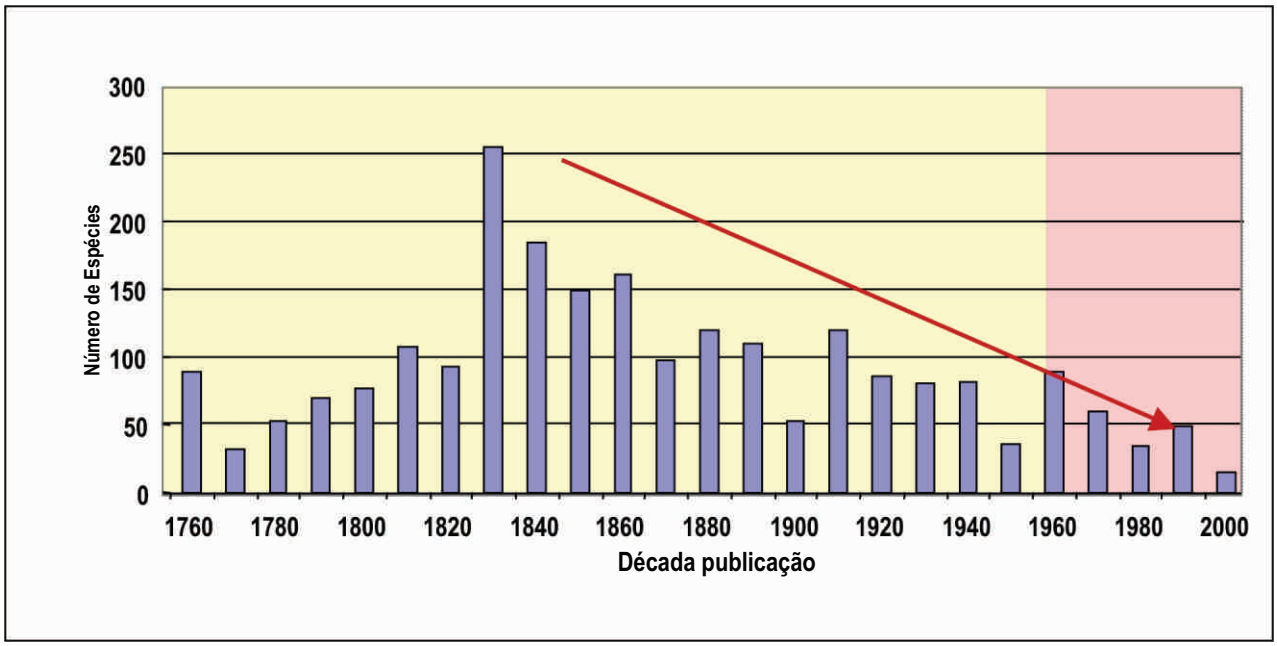


Figura 1. Taxa de publicação de novas espécies de monocotiledôneas entre 1753 e 2000. A faixa avermelhada representa o intervalo com maior número de coletas absolutas.

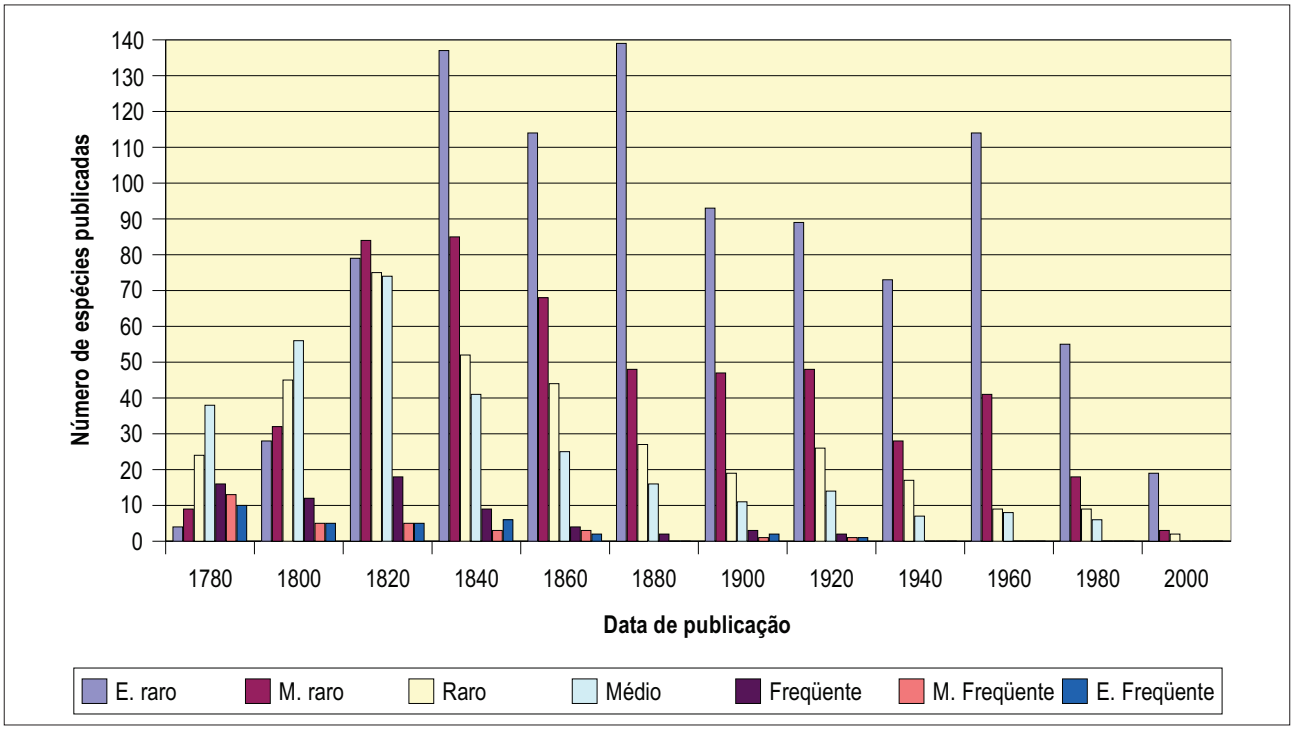


Figura 2. Número de espécies publicadas entre 1753 e 2000, conforme o grau de raridade encontrado nos herbários.

Atualmente muitos cientistas aceitam a hipótese de que a maioria das espécies utilizadas pelo homem é de áreas perturbadas vizinhas às vivendas, e de ampla distribuição. Para testar a hipótese de que as espécies úteis tendem a ser freqüentes e de ampla distribuição, foi estudada a freqüência de algumas categorias de espécies úteis - ornamentais, aromáticas e medicinais. Para as famílias estudadas, os resultados mostram que a maioria dessas espécies são raras (Figura 3).

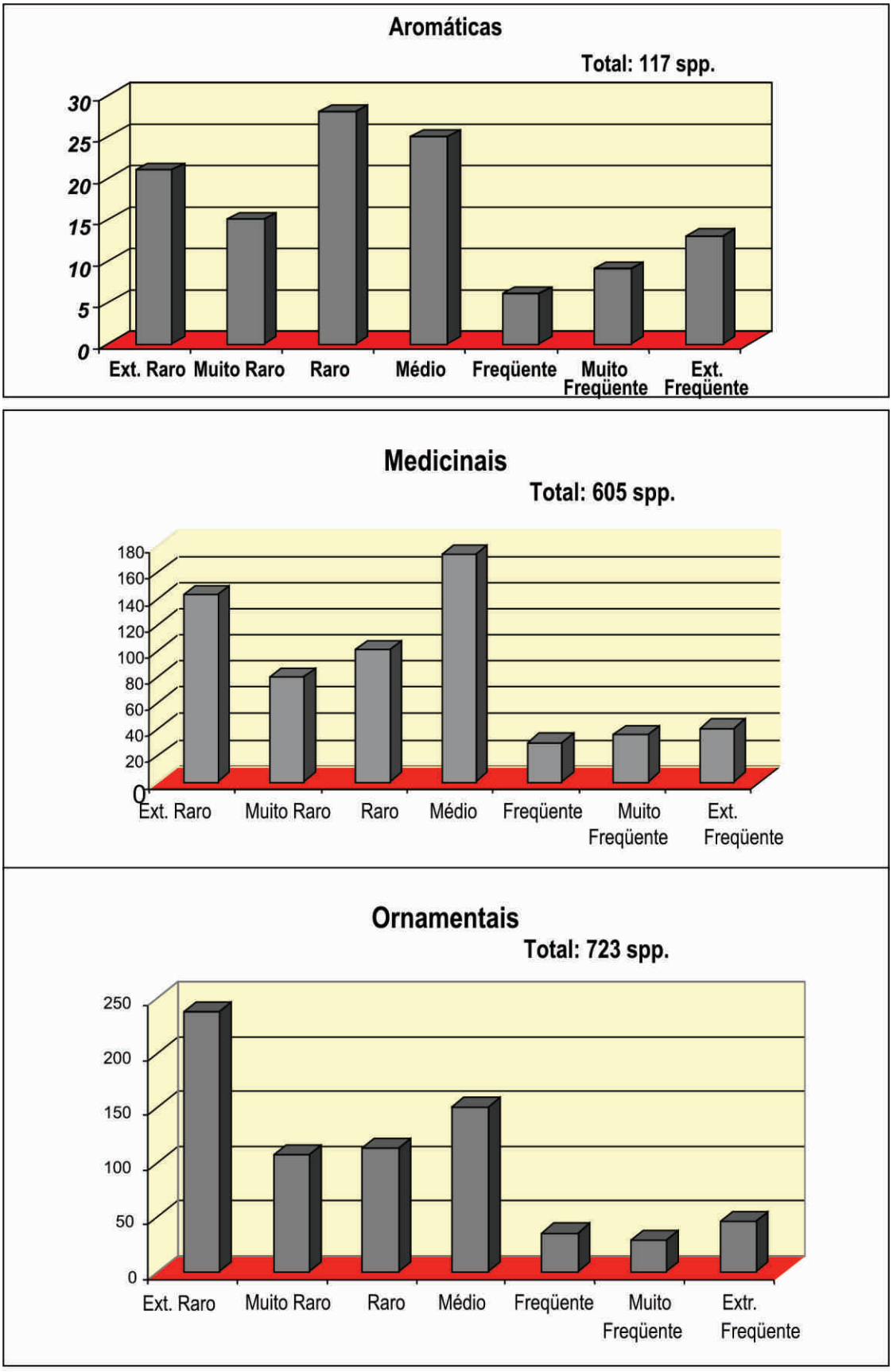


Figura 3. Índice de raridade para monocotiledôneas aromáticas, medicinais e ornamentais.

A comparação do uso e oferta de espécies de fruteiras nativas e exóticas pode ser observada na Tabela 1. Constatou-se que as plantações de espécies nativas são muito menores que as de espécies exóticas. O mesmo se observou no levantamento de oferta realizado em supermercados, feiras e mercados de Manaus e do interior.

Tabela 1. Ocorrência de espécies nativas e exóticas de fruteiras nas mãos de produtores e no comércio.

Local visitado	Nativas		Exóticas	
	Nº de espécies	Nº de indivíduos	Nº de espécies	Nº de indivíduos
Sítios e chácaras (82)	29	41.201	29	243.558
Supermercados (4)	7	-	94	-
Mercado Central	3	-	16	-

O total de monocotiledôneas do Brasil deve estar em torno de cinco mil espécies, das quais aproximadamente 40% são encontradas exclusivamente no Brasil e 60% compartidas com outros países. O Cerrado e o Nordeste (que além da Mata Atlântica, inclui a Região Sul) apresentam entre 70% e 80% de espécies exclusivamente encontradas no Brasil, enquanto que na Amazônia este número não passa de 20%. Como é de se esperar, as espécies comuns às três regiões ocorrem também em outros países (Figura 4). Estes resultados apóiam a idéia de alguns técnicos do Ministério do Meio Ambiente (MMA) de que devemos nos preocupar mais em proteger o Cerrado e a Mata Atlântica que a Amazônia.

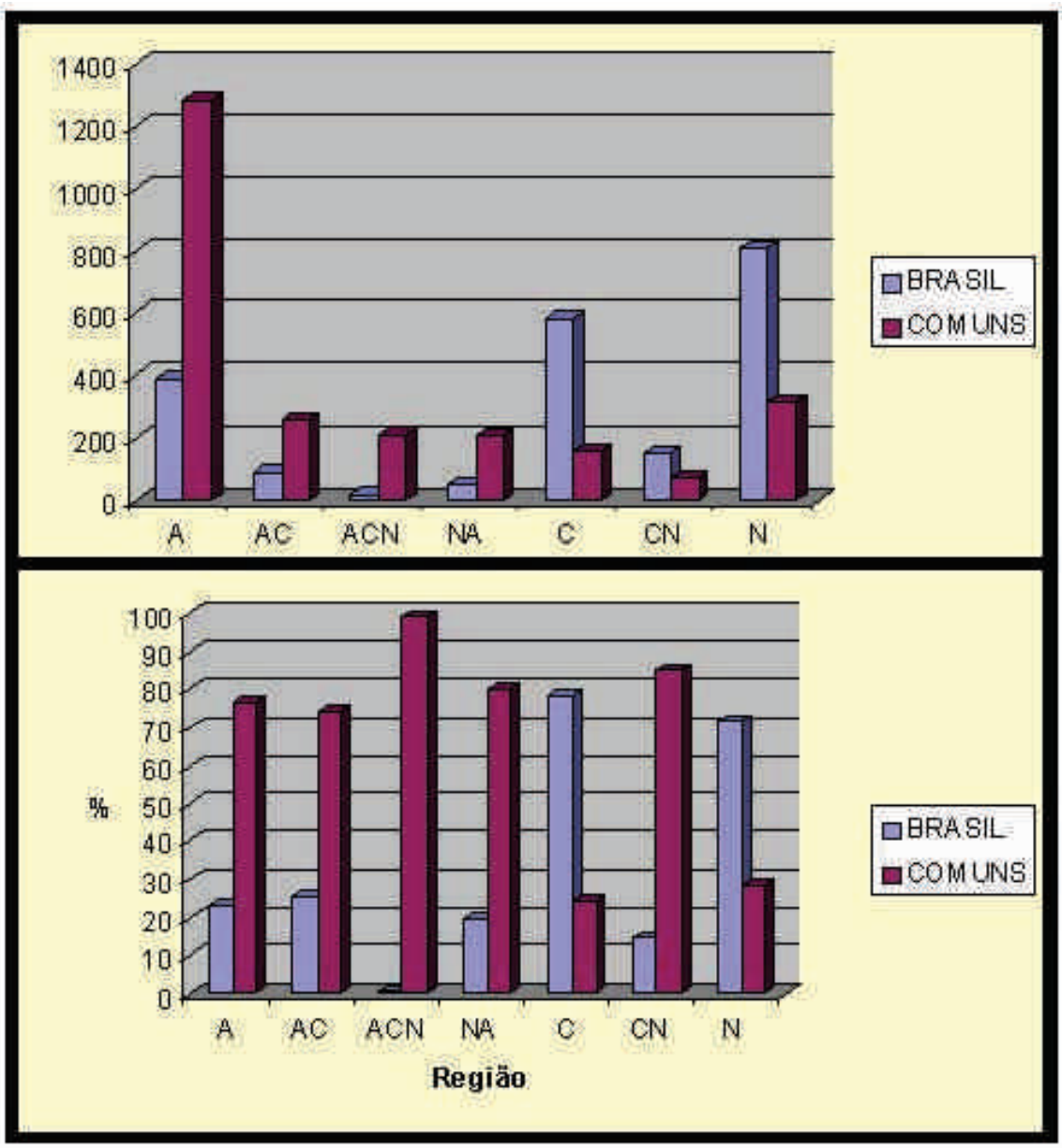


Figura 4. Ocorrência de espécies de monocotiledôneas nas diferentes regiões do Brasil. Encontradas: Azul: Somente no Brasil; Roxo: Brasil e outros países. A: Amazônia; C: Cerrado; N: Nordeste; AC: Amazônia e Cerrado; ACN: Amazônia, Cerrado e Nordeste.

Conclusões

Os resultados obtidos neste trabalho contribuem para esclarecer alguns pontos sobre o conhecimento da diversidade vegetal na Amazônia. Em primeiro lugar, fica claro que a diversidade não é desconhecida; ao contrário, não devemos esperar muitas novidades em termos de espécies novas.

A flora útil, por sua vez, não é a mais comum, o que contradiz a idéia de que nossos antepassados simplesmente utilizaram o que era mais comum. Como última conclusão, a flora amazônica, apesar de ser maior, não é mais importante que as floras do restante do país.

Agradecimentos

À Embrapa Amazônia Ocidental e ao CNPq pelo apoio a este projeto.

Referências Bibliográficas

CLEMENT, C. R. 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. I. The relation between domestication and human population decline. **Economic Botany**, v. 53, n. 2, p. 188-202, 1999.

DUKE, J. A.; VÁSQUEZ, R. **Amazonian ethnobotanical dictionary**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1994. 215 p.

GENTRY, A. H. et al. Regional overview: South America. In: DAVIS, S.D. et al. **Centres of plant diversity.** A guide and strategy for their conservation. v. 3. The Americas. Oxford, U.K.: WWF/IUCN & Information Press, 1997. p. 269-307.

GIACOMETTI, D.; CORADIN, L. **Recursos genéticos da Amazônia**. Brasília: EMBRAPA-CENARGEN, 1990. 89 p.

LEÓN, J. **Botánica de los cultivos tropicales**. San José: IICA, 1987. 445 p.

LEITE, A. M. C. et al. Checklist das principais espécies aromáticas amazônicas - parte I. In: **FOREST 2000.** Rio de Janeiro, RJ: Instituto Ambiental Biosfera, 2000. p. 259-260.

LLERAS, E. et al. Diversidade vegetal na Amazônia: estado da arte. In: **REUNIÃO DO GA-BCDAM**, 6., 2000, Manaus. Publicação eletrônica. 2000. 9 p.

LLERAS, E. et al. **Definição de áreas de alta diversidade vegetal e endemismos na Amazônia Brasileira**. Relatório Final para FAO. Brasília: EMBRAPA-CENARGEN, 1992. 65 p.

LLERAS, E. et al. Principais espécies madeireiras da Amazônia - parte I. In: **FOREST 2000.** Rio de Janeiro, RJ: Instituto Ambiental Biosfera, 2000. p. 414-415.

Efeito de herbicidas sobre a fauna do solo

Mirne Passos Santana[1], Terezinha Batista Garcia[2] e Marcos Vinicius Bastos Garcia[2]

[1]Bolsista Pibic/CNPq. E-mail: mirne@cpaa.embrapa.br; [2]Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus - AM. E-mail: tgarcia@cpaa.embrapa.br, mgarcia@cpaa.embrapa.br

Resumo - O uso de agrotóxicos faz parte da rotina da agricultura praticada nas várzeas amazônicas. Diagnósticos sobre o uso de agrotóxicos nessas áreas mostraram que estes têm sido usados de modo inadequado. O impacto de produtos químicos aos organismos do solo tem sido alvo de preocupação, já que a manutenção dos processos biológicos do solo é fundamental para o uso agrícola em longo prazo. Neste estudo foi avaliada a toxicidade dos herbicidas glifosato e oxadiazon à fauna do solo em condições tropicais (i.e. 28 ºC, solo artificial tropical, solo natural (aluvial) e espécies da fauna local). O organismo indicador foi a minhoca (*Eisenia fetida)*. Adicionalmente o efeito de glifosato foi testado em isopodas (*Porcellionides pruinosus*). Os resultados dos testes de toxicidade em solo artificial e de várzea mostram que o glifosato não tem efeito letal para *E. fetida* e *P. pruinosus.* O oxadiazon também não foi tóxico para *E. fetida*, em ambos os substratos, mas causou redução da biomassa dos indivíduos. O glifosato não teve efeito sobre o comportamento (repelência) de *E. fetida*, enquanto para o oxadiazon foi significativo. Apesar da baixa toxicidade aguda do glifosato e oxadiazon, o efeito crônico (subletal) desses herbicidas precisa ser avaliado para organismos do solo.

Termos para indexação: ecotoxicologia, solo artificial, pesticidas.

Effects of herbicides on soil fauna

Abstract - Pesticides have been often used by farmers in Amazonian floodplains (várzeas). Survey about the use of agrochemicals in these areas showed that they have not been appropriately managed. The impact of chemical products on soil organisms has become an issue of great concern, since the maintenance of biological processes in soil is crucial for a long-term land use. In this study the toxicity of glyphosate and oxadiazon on soil fauna were evaluated in tropical conditions (i.e. 28 ºC, tropical artificial soil, natural soil (alluvial) and local soil fauna species). The earthworm *Eisenia fetida* was selected as standard test organism. Additionally, the effect of glyphosate was tested in Isopods (*Porcellionides pruinosus*). The results showed that the glyphosate had no lethal toxicity for *E. fetida* and *P. pruinosus* in both soil substrates. Likewise, the oxadiazon did not show acute toxicity for *E. fetida*, but decreased the biomass of the earthworms. The glyphosate did not affect the behavior (avoidance) in *E. fetida*, whereas for oxadiazon it was significant. In spite of the low acute toxicity of glyphosate and oxadiazon, the chronic (sublethal) toxicity of these herbicides should be evaluated for soil organisms.

Index terms: ecotoxicology, artificial soil, pesticides.

Introdução

Vários fatores têm sido apontados como risco à diversidade biológica das regiões tropicais, mas o efeito de poluentes químicos sobre a biodiversidade do solo tem sido pouco considerado. Devido à complexidade biológica e às diferenças climáticas existentes nos trópicos, os estudos sobre toxicologia ambiental não podem ser meramente baseados nos conhecimentos existentes para as regiões temperadas. Tais diferenças são razões suficientes para que estudos de ecotoxicologia tropical tenham nova abordagem (Lacher & Goldstein, 1997).

A atividade agrícola na Amazônia, em geral, requer o uso intensivo de produtos químicos em razão das condições climáticas e da grande diversidade de pragas e doenças. Embora a agricultura nessa região seja, em sua

maioria, baseada na agricultura familiar, o uso de agrotóxicos, sobretudo inseticidas e herbicidas, faz parte da rotina dos sistemas de cultivo. Além disso, boa parte da atividade agrícola se concentra nas margens de rios, nas várzeas periodicamente inundadas.

Dados estatísticos sobre uso de agroquímicos na Região Amazônica são escassos. Waichman et al. (2002) e Nina (2002) realizaram um diagnóstico em diversas comunidades do Rio Solimões, no Município de Manacapuru, e relataram que herbicidas têm sido usados de modo inadequado devido ao menor custo em relação à capina manual.

O efeito tóxico direto de herbicidas aos organismos do solo tem sido difícil de demonstrar em estudos de campo. Contudo, Salminen et al. (1996, 1997) observaram que os herbicidas têm efeitos diretos aos artrópodos do solo, e a toxicidade pode variar conforme as diferentes vias de exposição e interações tróficas entre os organismos. Segundo Liebhardt & Werner (1991), os efeitos toxicológicos indiretos dos herbicidas foram causados principalmente pela diminuição da produção primária, redução da matéria orgânica e da cobertura vegetal.

Estudos toxicológicos de herbicidas, bem como de outros agrotóxicos, sobre a biota do solo são bases para a elaboração de uma análise de risco ambiental.

Neste estudo foi testada, em laboratório, a toxicidade aguda dos herbicidas glifosato e oxadiazon para minhocas (*Eisenia fetida*) e do glifosato para isopodas (*Porcellionides pruinosus*), bem como a capacidade de *Eisenia fetida* reagir a solos contaminados com esses herbicidas em diferentes concentrações (testes de repelência).

Material e Métodos

Seleção de substratos

Solo Artificial: Os testes de toxicidade foram feitos em solo artificial tropical (Garcia, 2004) cuja formulação (Tabela 1) foi baseada no Protocolo Internacional nº. 207 (OECD, 1984).

Tabela 1. Composição do substrato de solo artificial tropical.

Componente do solo	Conteúdo baseado na % de massa seca
Pó da casca de coco triturada (seco ao ar)	10
Argila branca (caulim) seca ao ar	20
Areia fina (seca ao ar)	70
Carbonato de cálcio ($CaCO_3$) para ajustar o pH para 6,0 ?0,5.	0,3 - 1,0

Solo Natural: Testes foram realizados em solo tipo Glei Pouco Húmico, presente em áreas de várzea da Região Amazônica. A classificação textural desse solo é franco-siltoso (Tabela 2).

Tabela 2. Composição do solo tipo Glei Pouco Húmico.

Areia grossa	Areia fina	Areia total	Silte	Argila
2,00 - 0,20 mm	0,20 - 0,05 mm	2,00-0,05 mm	0,05 - 0,002 mm	> 0,002 mm
0,1 %	12,2 %	12,3 %	70,4 %	17,3 %

Seleção de espécies e procedimentos de cultivo

a) *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) (Oligochaeta, Lumbricidae)

Espécie de minhoca usada em testes padronizados de toxicidade de substâncias químicas para o solo, em regiões temperadas (OECD, 1984) e tropicais (Ibama, 1990). Foram utilizadas culturas de *E. fetida* estabelecidas no laboratório de Entomologia da Embrapa Amazônia Ocidental, as quais foram adquiridas de criadores de minhocas nos arredores de Manaus. Estas foram mantidas em caixas de plástico (25 x 36 cm de área, 12 cm de altura) com um substrato que consiste na mistura de solo artificial tropical com esterco bovino (70:30, v/v) e mantidas à temperatura ambiente (25 a 30 ºC; média = 28 ºC), umidade relativa do ar próximo de 80% e expostas a um ciclo luminoso natural (12h luz /12h escuro). As minhocas foram alimentadas uma a duas vezes por semana com esterco bovino seco, triturado e livre de qualquer contaminação por substâncias químicas.

b) *Porcellionides pruinosus* (Brandt, 1833) (Isopoda, Porcellionidae)

Crustáceo de hábito terrestre, muito difundido em regiões tropicais. Foram utilizadas culturas de *P. pruinosus* estabelecidas no laboratório de Entomologia da Embrapa Amazônia Ocidental, a partir de exemplares coletados em um canteiro de compostagem de uma propriedade rural. As colônias foram mantidas em caixas de plástico (25 x 36 cm de área, 12 cm de altura) contendo uma camada de húmus (de culturas de minhocas) e alimentadas com folhas secas da leguminosa *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth., e ração para peixes do tipo Tetramin®. Esse crustáceo tem o hábito de entrar no substrato, quando este não está compactado, e com isso tem maior contato com o contaminante químico.

Seleção das substâncias químicas

Testes de toxicidade foram feitos com glifosato e oxadiazon, herbicidas de largo espectro, não seletivos, muito utilizados em diversos cultivos agrícolas e florestais. O glifosato tem ação sistêmica e é recomendado como pós-emergente, enquanto o oxadiazon não tem ação sistêmica e atua como pré ou pós-emergente no controle de ervas em diversas culturas.

Procedimento experimental

O sistema para determinação da toxicidade aguda de herbicidas para *Eisenia fetida* foi baseado nos Protocolos Internacionais OECD no. 207 (OECD, 1984) e ISO 11268-1 (1993). Estes descrevem um método para a determinação de toxicidade aguda para *E. fetida,* via cutânea e por ingestão, usando solo artificial.

As diferentes concentrações dos herbicidas foram preparadas com base na massa seca (ms) do substrato, isto é, cada concentração representará a quantidade do ingrediente ativo em mg por kg do substrato (Ex.: 3,16 mg i.a./kg). Em cada réplica experimental, o ingrediente ativo foi diluído em água destilada, adicionado e misturado em 500 g (ms) de substrato, em frasco de vidro (vol.1,3 L) com tampas de plástico perfuradas. A umidade do substrato foi ajustada para 35 ± 5% (ms). Após a contaminação em diferentes concentrações, amostras foram retiradas para cálculo da umidade e pH do substrato, em uma réplica de cada tratamento. Em seguida 10 indivíduos de *E. fetida* pesando entre 300 a 600 mg foram colocados sobre a superfície do substrato e incubados à temperatura de 28 ± 2ºC e sob fotoperíodo de 12h/12h. Após 7 dias foi feita uma avaliação da mortalidade e mudança na biomassa. Aos 14 dias de incubação, essa avaliação foi repetida.

Testes com *P. pruinosus* seguiram procedimentos similares àqueles aplicados para *E. fetida*, diferindo nos seguintes aspectos: (1) caixas de plástico (área de 11 x 15,5 cm, 6 cm de altura), com tampas de plástico, perfuradas, foram usadas como recipientes; (2) cada réplica recebeu 250 g (ms) do substrato e 10 indivíduos pesando entre 20 a 30 mg; (3) a umidade do substrato foi ajustada para 25 ± 5% (ms).

Experimento I: Testes preliminares

Para se definir uma faixa de concentrações, testes preliminares foram feitos em 5 concentrações (e.g. 0,1 / 1 / 10 /100 /1000 mg/kg) e controle em apenas uma réplica. Dados de mortalidade em cada concentração permitiram o cálculo da concentração letal mediana (CL_{50}). Com base no valor da CL_{50} preliminar foram definidas duas concentrações acima e duas abaixo para uso no teste de toxicidade aguda.

Experimento II: Toxicidade aguda

a) Teste de toxicidade aguda de glifosato e oxadiazon para *Eisenia fetida* em solo artificial tropical e em solo natural.

Neste experimento, com base nos resultados dos testes preliminares, foram definidas cinco concentrações em quatro réplicas por tratamento. Estes ensaios tiveram a mesma duração e os mesmos parâmetros de avaliação que nos testes preliminares. Os resultados foram expressos pelos parâmetros: CL_{50} (concentração letal mediana), MCEO (menor concentração de efeito observado) e CNEO (concentração de

efeito observado) e CNEO (concentração de nenhum efeito observado). As $CL_{50,}$ com seus respectivos intervalos de confiança a 95%, foram utilizadas em cálculos para comparação da toxicidade entre os herbicidas, substratos ou espécies de organismos.

b) Teste de toxicidade aguda de glifosato para *Porcellionides pruinosus* em solo artificial tropical.

Nesses testes foi usado o mesmo desenho experimental descrito para *E. fetida* (Exp. II).

Experimento III: Teste de repelência

As minhocas possuem células quimio-receptoras em seu tegumento, especialmente nos segmentos anteriores do corpo. Tais estruturas as tornam muito sensíveis às mudanças químicas no ambiente. Essa sensibilidade, aliada à sua capacidade de locomoção, permite que elas possam evitar áreas contaminadas (Stephenson, et al., 1998). Portanto, o teste de repelência, uma alternativa para rápida avaliação da toxicidade, baseada na resposta comportamental destes organismos, tem sido proposta por Yeardley et al. (1996), Slimak (1997), Stephenson et al. (1998), Hund-Rinke and Wiechering (2001) e Hund-Rinke et al. (2003). O princípio deste teste é a exposição simultânea das minhocas ao solo que se quer avaliar (contaminado) e ao solo controle, permitindo a migração entre ambos. Após um curto período de 2 a 3 dias a localização dos indivíduos é determinada. Esses testes têm sido recomendados na avaliação de solos contaminados que estejam em processo de remediação.

Foram feitos testes de repelência usando *E. fetida* em 6 concentrações dos herbicidas, em 4 réplicas, em solos artificial e natural. Caixas de plástico (área de 11 x 15,5 cm, 6 cm de altura) foram preenchidas com 250 g (ms) de solo em cada metade, uma com substrato contaminado e outra com não contaminado. Durante o preenchimento, foi usada uma lâmina divisória para evitar a mistura dos substratos. Após a retirada da lâmina, dez indivíduos de *E. fetida*, pesando entre 300 a 600 mg, foram colocados na região central do recipiente sobre o substrato. Em seguida foram incubados por 48h a 28 ± 2 ºC, na ausência de luminosidade. Ao término da incubação cada recipiente foi cuidadosamente examinado e, separando-se as seções (controle e tratamento), foram registrados os números de indivíduos que migraram para o controle (Figura 1).

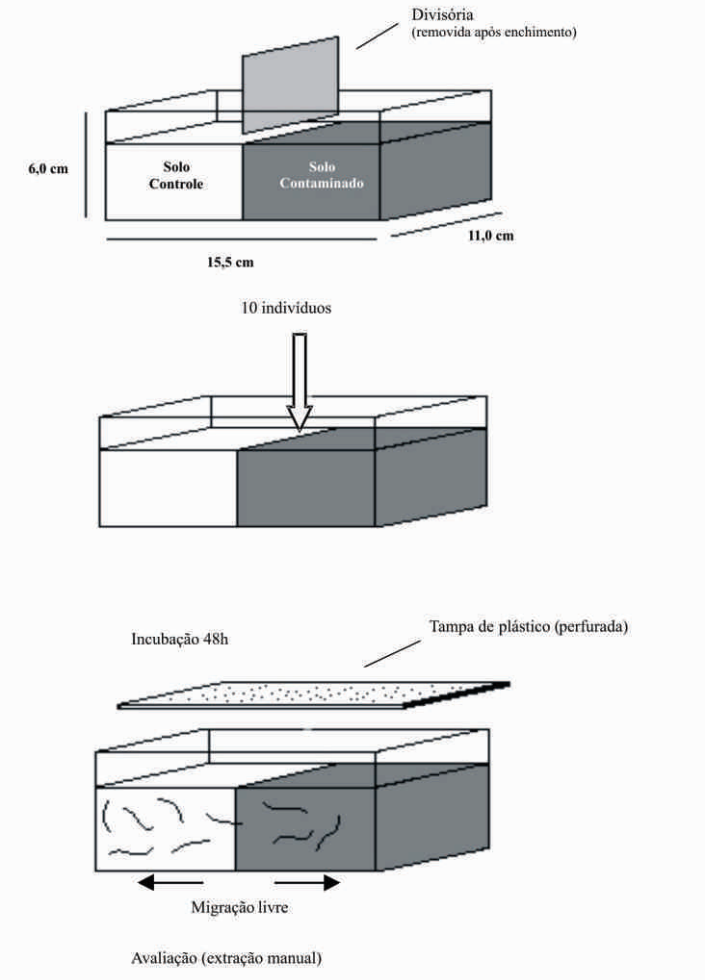


Figura 1. Esquema de procedimento para teste de repelência (modificado de Hund-Rinke & Wiechering 2001).

A resposta de repelência foi quantificada pela diferença entre as proporções de indivíduos em cada uma das seções. Tais resultados permitiram o cálculo da CE_{50} (concentração de efeito mediana) e seus respectivos intervalos de confiança.

Desenho experimental e análises estatísticas

Os experimentos com teste de toxicidade aguda foram feitos em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Para os testes de toxicidade aguda, foi usada a Análise de Variância

(ANOVA), seguida pelo teste de Dunnett, para comparação das médias dos tratamentos com o controle. Nos testes de repelência foi usado o Teste t para comparação das médias do número de indivíduos entre as seções contaminadas e de controle.

Resultados e Discussão

Conforme citado por Monsanto (2001), o glifosato é considerado pouco ou mesmo não tóxico para *Eisenia fetida*, i.e., a concentração letal mediana (CL_{50}) é maior que 1.250 mg/kg de solo, em solo artificial e condições de clima temperado (solo artificial OECD, pH = 6, temperatura de 20ºC e *E. fetida* de origem européia). Segundo Bayer (2002), o herbicida oxadiazon é pouco tóxico para minhocas (CL_{50} não determinada). Neste estudo, os resultados dos testes de toxicidade em condições tropicais (solo artificial tropical modificado, pH = 6, temperatura 28ºC e *E. fetida* de origem tropical) confirmaram que o glifosato e oxadiazon não têm efeito tóxico para esta espécie em solo artificial (CL_{50} maior que 1.000 mg/kg de solo) (Tabelas 3, 4 e 9, 10, respectivamente). O solo natural de terra-firme (Argissolo) não foi um substrato adequado para testes de toxicidade para *E. fetida*, em decorrência da alta mortalidade observada no controle. A alta acidez (pH = 3,5 - 4,0) desse solo é, provavelmente, o fator limitante para sobrevivência de *E. fetida.* Posteriormente observou-se que essa espécie pode sobreviver em um solo natural de várzea, cujo pH variou de 4,4 a 5,1. Portanto, nesse solo, os testes de toxicidade foram válidos e os resultados mostraram que ambos os herbicidas não têm efeito tóxico direto sobre *E. fetida* (i.e. CL_{50} maior que 1.000 mg/kg) (Tabelas 7, 8 e 11, 12, respectivamente). Resultados de testes de toxicidade para *P. pruinosus* em solo artificial mostram que o glifosato não tem ação tóxica direta para esses artrópodos (Tabelas 5 e 6). O efeito de oxadiazon não foi avaliado para a espécie.

Embora ambos os herbicidas não tenham efeito direto na mortalidade de *E. fetida*, os indivíduos expostos à concentração de 1.000 mg/kg de oxadiazon em solos artificial e natural sofreram significativa perda de biomassa ($P < 0,01$; Teste de Dunnett) (Tabelas 10 e 12).

Tabela 3. Toxicidade aguda de glifosato para *E. fetida* em solo artificial (teste preliminar).

Tratamento	Mortalidade (%) 14º Dia	Biomassa (mg) 1º Dia	Biomassa (mg) 14º Dia	% do peso inicial 14º Dia	Umidade do solo (%)	PH
Controle	0,0	445,3 ± 84,8	333,9 ± 54,0	75,0	36,7	5,4
0,1 mg/kg	0,0	426,4 ± 57,8	329,4 ± 45,2	77,3	34,4	5,2
1 mg/kg	0,0	423,2 ± 86,7	331,5 ± 66,0	78,3	36,3	5,2
10 mg/kg	0,0	469,1 ± 70,0	341,4 ± 51,9	72,8	34,6	5,2
100 mg/kg	0,0	437,3 ± 64,0	339,3 ± 46,2	77,6	35,9	5,2
1.000 mg/kg	0,0	398,1 ± 74,7	320,1 ± 57,4	80,4	36,2	5,2

Tabela 4. Toxicidade aguda de glifosato para *E. fetida* em solo artificial (teste limite).

Tratamento	Mortalidade (%) 14º Dia	Biomassa (mg) 1º Dia	Biomassa (mg) 14º Dia	% do peso inicial 14º Dia	Umidade do solo (%)	PH
Controle	0,0	422,9 ± 20,2	319,4 ± 8,3	75,5	35,0	5,9
1.000 mg/kg	5,0	419,6 ± 20,9	316,3 ± 28,8	75,4	35,0	6,1

Tabela 5. Toxicidade aguda de glifosato para *P. pruinosus* em solo artificial (teste preliminar).

Tratamento	Mortalidade (%) 14º Dia	Umidade do solo (%)	PH
Controle	10,0	38,2	5,3
0,1 mg/kg	20,0	39,3	5,3
1 mg/kg	20,0	37,9	5,2
10 mg/kg	0,0	39,2	5,2
100 mg/kg	20,0	39,6	5,2
1.000 mg/kg	20,0	38,9	5,3

Tabela 6. Toxicidade aguda de glifosato para *P. pruinosus* em solo artificial (teste limite).

Tratamento	Mortalidade (%) 14º Dia	Umidade do solo (%)	PH
Controle	20,0	36,2	6,0
1.000 mg/kg	22,5	37,3	6,1

Tabela 7. Toxicidade aguda de glifosato para *E. fetida* em solo de várzea (teste preliminar).

Tratamento	Mortalidade (%) 14º Dia	Biomassa (mg) 1º Dia	Biomassa (mg) 14º Dia	% do peso inicial 14º Dia	Umidade do solo (%)	PH
Controle	0,0	315,1 ± 39,8	223,2 ± 31,0	70,8	27,8	4,9
0,1 mg/kg	0,0	349,3 ± 68,6	232,2 ± 57,2	66,5	29,1	4,6
1 mg/kg	0,0	365,8 ± 56,2	255,3 ± 45,8	69,8	28,1	4,6
10 mg/kg	0,0	323,6 ± 42,3	223,1 ± 29,4	68,9	31,6	4,4
100 mg/kg	0,0	331,7 ± 73,6	234,5 ± 63,2	70,7	29,5	4,5
1.000 mg/kg	0,0	376,7 ± 74,8	267,3 ± 63,4	71,0	31,3	4,5

Tabela 8. Toxicidade aguda de glifosato para *E. fetida* em solo de várzea (teste limite).

Tratamento	Mortalidade (%) 14º Dia	Biomassa (mg) 1º Dia	Biomassa (mg) 14º Dia	% do peso inicial 14º Dia	Umidade do solo (%)	PH
Controle	0,0	346,5 ± 30,7	242,2 ± 42,7	69,9	32,5	4,4 - 4,9
1.000 mg/kg	0,0	345,3 ± 15,6	218,5 ± 7,5	63,3	32,6	4,4 - 4,9

Tabela 9. Toxicidade aguda de oxadiazon para *E. fetida* em solo artificial (teste preliminar).

Tratamento	Mortalidade (%) 14º Dia	Biomassa (mg) 1º Dia	Biomassa (mg) 14º Dia	% do peso inicial 14º Dia	Umidade do solo (%)	PH
Controle	0,0	360,6 ± 93,0	306,9 ± 77,5	85,1	38,4	5,7
0,1 mg/kg	0,0	370,4 ± 66,0	318,5 ±118,0	86,0	38,5	5,9
1 mg/kg	0,0	388,1 ±103,4	343,4 ± 84,3	88,5	38,4	5,8
10 mg/kg	0,0	397,0 ± 77,9	333,5 ± 60,4	84,0	37,3	5,8
100 mg/kg	0,0	373,2 ± 76,0	263,3 ± 69,9	70,6	40,3	5,9
1000 mg/kg	0,0	304,5 ± 42,8	200,6 ± 37,5	65,9	38,3	6,0

Tabela 10. Toxicidade aguda de oxadiazon para *E. fetida* em solo artificial (teste limite).

Tratamento	Mortalidade (%) 14º Dia	Biomassa (mg) 1º Dia	Biomassa (mg) 14º Dia	% do peso inicial 14º Dia	Umidade do solo (%)	PH
Controle						
1000 mg/kg	2,5	396,3 ± 9,7	358,1 ± 24,8	90,4	35,1	6,0
	0,0	386,1 ± 41,3	275,5 ± 35,9	71,3**	36,8	6,0

**Estatisticamente diferente do controle ($P < 0,01$) (Teste de Dunnett)

Tabela 11. Toxicidade aguda de oxadiazon para *E. fetida* em solo de várzea (teste preliminar).

Tratamento	Mortalidade (%) 14º Dia	Biomassa (mg) 1º Dia	Biomassa (mg) 14º Dia	% do peso inicial 14º Dia	Umidade do solo (%)	PH
Controle						
0,1 mg/kg	10,0	353,7 ± 81,4	262,2 ± 105,9	74,1	25,4	5,1
1 mg/kg	0,0	377,5 ± 86,9	248,7 ± 96,3	65,9	25,7	5,0
10 mg/kg	0,0	350,7 ± 93,1	260,8 ± 67,0	74,4	25,7	5,0
100 mg/kg	0,0	429,6 ± 57,0	320,1 ± 37,1	74,5	24,6	5,0
1.000 mg/kg	0,0	393,2 ± 81,5	265,7 ± 57,4	67,6	26,6	4,9
	0,0	441,3 ± 68,4	277,1 ± 45,4	67,4	25,0	4,8

Tabela 12. Toxicidade aguda de oxadiazon para *E. fetida* em solo de várzea (teste limite).

Tratamento	Mortalidade (%) 14º Dia	Biomassa (mg) 1º Dia	Biomassa (mg) 14º Dia	% do peso inicial 14º Dia	Umidade do solo (%)	PH
Controle	5,0	395,2 ± 49,0	307,9 ± 43,6	77,9	33,3	4,9
1.000 mg/kg	0,0	384,0 ± 24,8	262,0 ± 20,2	68,2**	33,8	4,9

** Estatisticamente diferente do controle (P<0,01) (Teste de Dunnett).

Os resultados dos testes de repelência mostraram que *E. fetida* não reage aos solos artificial e de várzea contaminados com o glifosato em concentrações de 2 a 632 mg/kg (Figuras 2 e 3). Ao contrário, em ambos os tipos de solo, as minhocas apresentaram evidente resposta de repelência em concentrações de 2 a 632 mg/kg de oxadiazon (Figuras 4 e 5). Entretanto, em solo de várzea esse efeito não foi significativo para as concentrações 2 e 20 mg/kg (Figura 5). Isto se deve, provavelmente, ao baixo pH do solo como um segundo fator influenciando o comportamento de repelência.

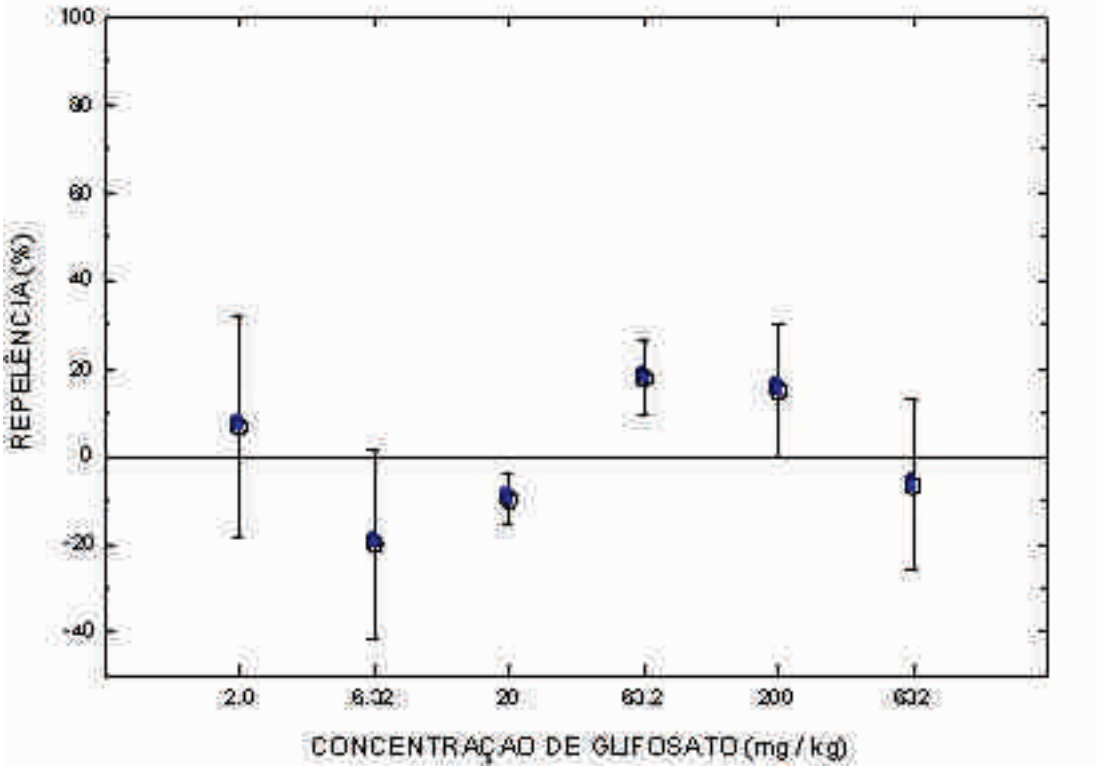


Fig. 2. Resposta de repelência de *E. fetida* a diferentes concentrações (mg/kg) de glifosato em solo artificial tropical (média e erro padrão).

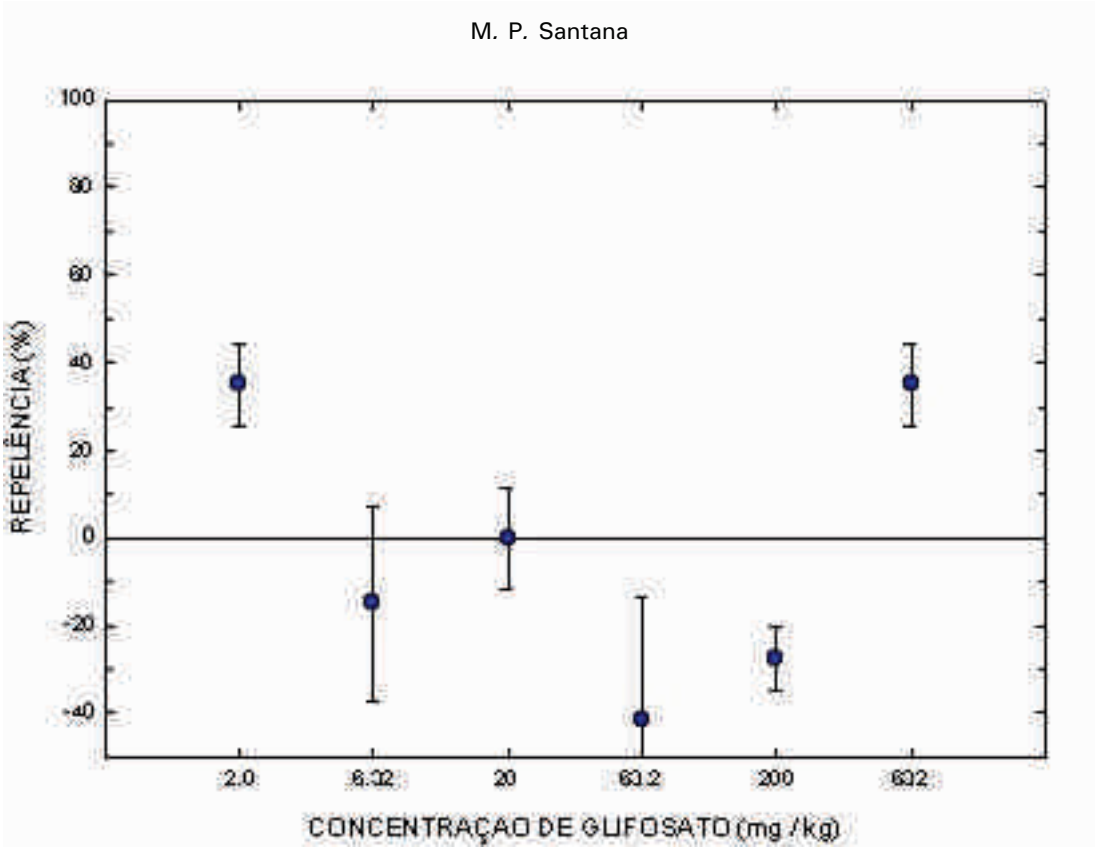


Fig. 3. Resposta de repelência de *E. fetida* a diferentes concentrações (mg/kg) de glifosato em solo de várzea (média e erro padrão).

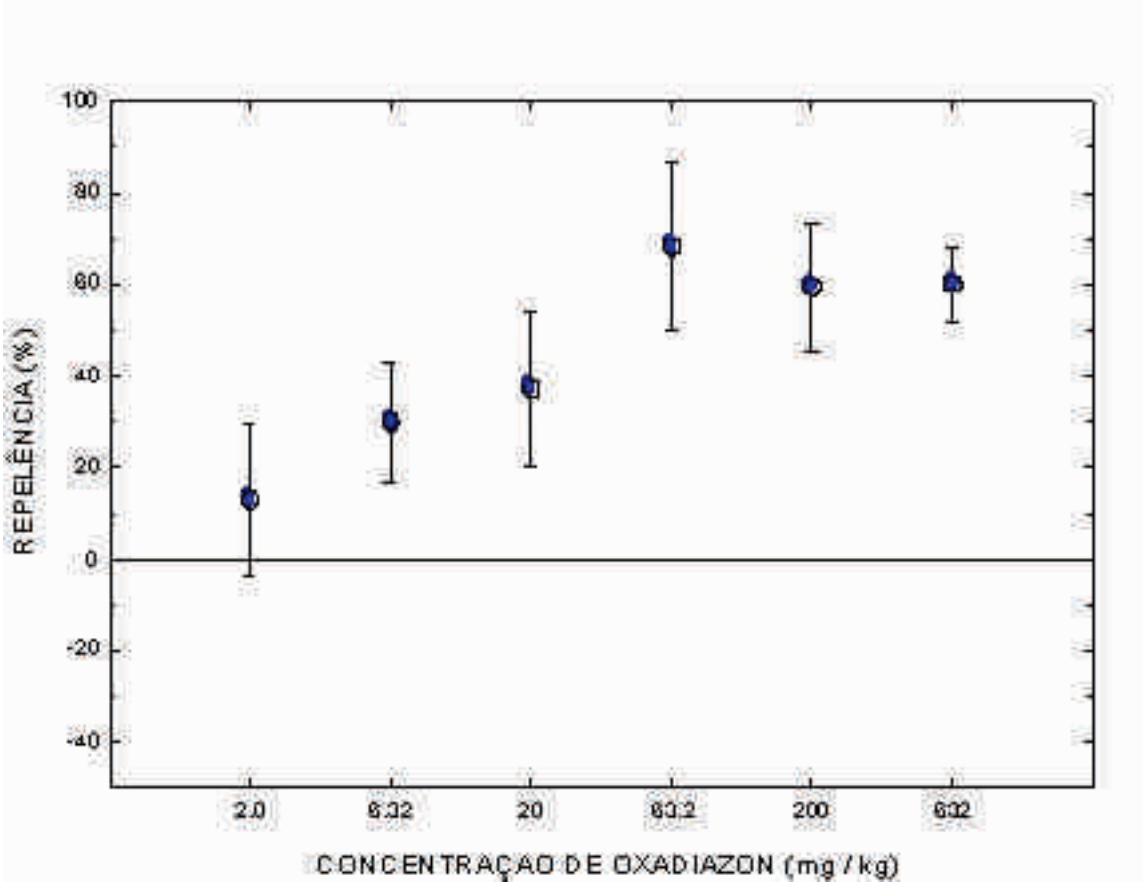


Fig. 4. Resposta de repelência de *E. Fetida* a diferentes concentrações (mg/kg) de oxadiazon em solo artificial tropical (média e erro padrão).

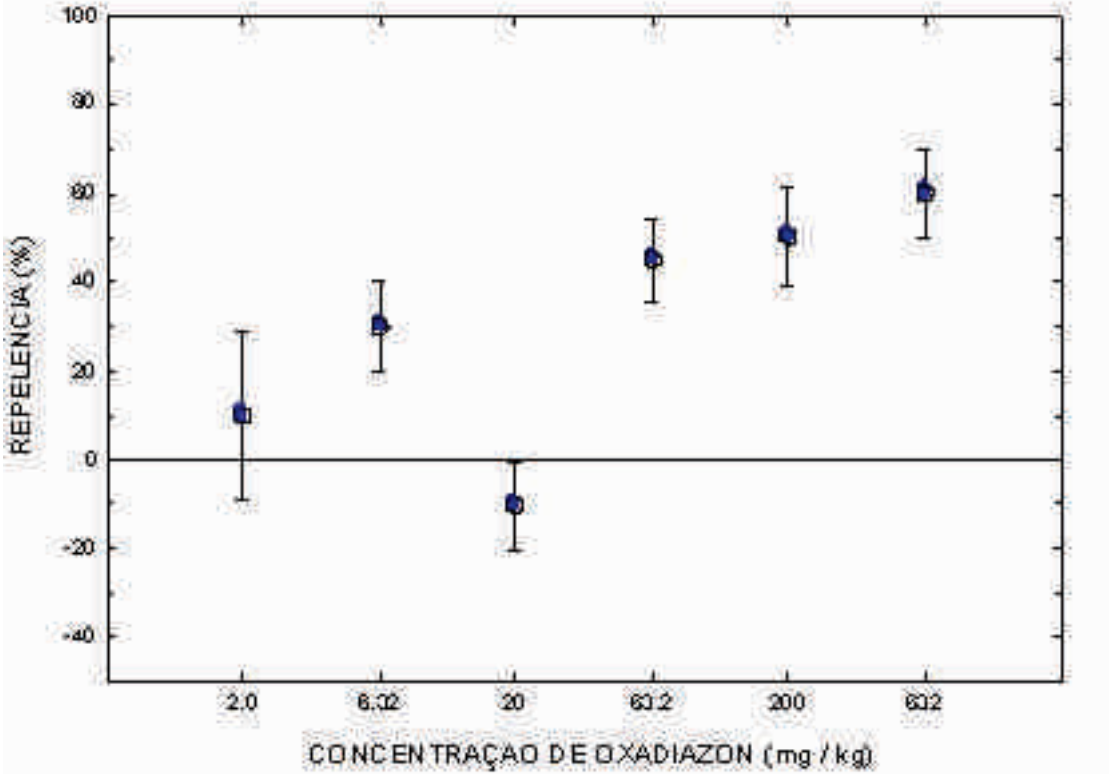


Fig. 5. Resposta de repelência durante a exposição de *E. fetida* a diferentes concentrações (mg/kg) de oxadiazon em solo de várzea (média e erro padrão).

Conclusões

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que, aparentemente, os herbicidas glifosato e oxadiazon têm baixa letalidade para espécies da fauna do solo. Poder-se-ia então pressupor que essas substâncias apresentam baixo risco ambiental para o solo. Entretanto, uma análise de risco não pode ser baseada apenas nos dados de concentrações letais, mas também devem ser considerados os efeitos da exposição a longo prazo dos organismos às baixas concentrações (subletais). Tais efeitos têm em geral maior relevância ecológica e são estudados em testes de toxicidade crônica, nos quais a reprodução ou crescimento do organismo são os parâmetros avaliados.

Diante disso, são necessários estudos sobre a toxicidade crônica de glifosato e oxadiazon para os organismos de solo.

Referências Bibliográficas

BAYER. **Material safety data sheet** Aventis ronstar granules selective herbicide. Disponível em: <www.bayercropscience.com.au/products/resources/msds/Aliette_msds_0802.pdf.>. Acessado em: 29 jul. 2004.

GARCIA, M. **Effects of pesticides on soil fauna:** development of ecotoxicological test methods for tropical regions. Göttingen: Cuvillier Verlag, 2004. 281 p. (Ecology and Development Series, 19).

HUND-RINKE, K.; WIECHERING, H. Earthworm avoidance test for soil assessments - an alternative for acute and reproduction tests. **Journal of Soils and Sediments**, v. 1, n. 1, p. 15-20, 2001.

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.

IBAMA. **Manual de testes para avaliação da ecotoxicidade de agentes químicos**. 2. ed. Brasília, 1990. 351 p.

ISO-11268-1. **International organization for standardization**. Soil-quality Effects of pollutants on earthworms (*Eisenia fetida*) Part 1: Determination of acute toxicity using artificial soil substrate. Geneve, Switzerland, 1993. 6 p.

LACHER, T. E.; GOLDSTEIN, M. I. Tropical ecotoxicology: status and needs. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 16, n. 1, p. 100111, 1997.

LIEBHARDT, B.; WERNER, M. **Soil management:** critical key to transition. Sustainable Agriculture, University of California, v. 3, n. 2, 1991. Disponível em: <http://www.sarep.ucdavis.edu/NEWSLTR/v3n2/sa-10.htm>. Acesso em: 5 ago. 2003.

MONSANTO. **Material safety data sheet** Commercial Product ROUNDUP® Pro Concentrate Herbicide. Disponível em: <www.monsanto.com/monsanto/us_ag/content/ crop_pro/ rounduppro_con/ msds.pdf.>. Acesso em: 16 fev. 2004.

WAICHMAN, A. V.; NINA, N. C. S.; ROEMBKE, J. Agrotóxicos: elemento novo na Amazônia. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 190, p. 70-73, 2003.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. Guideline for testing chemicals 207. Earthworm acute toxicity test, 1984. Disponível em: <http://www.oecd.org/depatment>. Acesso em: 20 jan. 2004.

SALMINEN, J.; ERIKSSON, I.; HAIMI, J. Effects of terbuthylazine on soil fauna and decomposition processes. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 34, n. 2, p. 184-189, 1996.

SALMINEN, J.; SETÄLÄ, H.; HAIMI, J. Regulation of decomposer community structure and decomposition processes in herbicide stressed humus soil. **Applied Soil Ecology**, v. 6, n. 3, p. 265-274, 1997.SLIMAK, K. M. Avoidance response as a sublethal effect of pesticides on *Lumbricus terrestris* (Oligochaeta). **Soil Biology and Biochemistry**, v. 29, p. 713-715, 1997.

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

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.

YEARDLEY, 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

Produção de basidiocarpos de *Crinipellis perniciosa* e avaliação de clones de cupuaçuzeiro quanto a resistência à vassoura-de-bruxa

Wenceslau Nascimento de Melo[1] e Maria Geralda de Souza[2]

[1]Universidade Federal do Amazonas (Ufam), Departamento de Ciências Florestais, Av. Gen. Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3.000, Campus Universitário, Reitoria, Bairro Coroado I, CEP 69077-000, Manaus, AM. E-mail: wenceslaumelo@ufam.edu.br; [2]Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus - AM. E-mail: geralda@cpaa.embrapa.br

Resumo - A cultura do cupuaçu vem se destacando dentre as fruteiras nativas da Amazônia, por apresentar opções de caráter rentável significativas. Além do consumo da polpa e suas diferentes utilizações, as amêndoas são utilizadas na fabricação do cupulate. Entretanto a vassoura-de-bruxa, doença causada pelo fungo *Crinipellis perniciosa*, vem acarretando os maiores prejuízos aos ciclos vegetativos e produtivos do cupuaçuzeiro. O uso de cultivares resistentes ao patógeno é a forma mais eficaz e econômica de controle dessa enfermidade. Os basidiósporos, liberados pelos basidiocarpos, são a única forma infectiva desse patógeno. Objetivando a obtenção desses esporos para a inoculação e avaliação da resistência de clones de cupuaçuzeiro, estudou-se o aperfeiçoamento e adaptação, para as nossas condições, da metodologia para a produção de basidiocarpos, em condições de temperatura e umidade controladas. Para tanto, instalou-se vassoureiro no campo e procedeu-se ao cultivo do fungo em meio de cultura artificial (bolachas).

Termos para indexação: *Crinipellis perniciosa*, vassoura-de-bruxa, cupuaçu, fitopatologia.

Production of basidiocarps of *Crinipellis perniciosa* and valuation of clones of cupuaçu about its resistance to witches' broom

Abstract - Culture of cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) detaches among native fructiferous trees from Amazonia, by presenting significant profitable options. Besides the use of pulp and its different utilizations, almonds are used in the cupulate's manufacture. Nevertheless whitches' broom, a desease caused by the fungus *Crinipellis perniciosa*, have been causing the greatest damages to vegetative and productive cycles of cupuaçu. The use of resistant cultivars to the patogen is the most efficient and economic way to control this infirmity. Basidiospores, released by basidiocarps, are the single infective structure of this pathogen. With the objective of obtain these spores, to the inoculation of the desease and valuation of the clones of cupuaçu's resistance, were studied the improvement and the adaptation to our conditions of the methodology of production of basidiocarps in temperature and moistness controled conditions. For all of these, a support to witches's broom was placed in field and tillage of fungus in arificial way of culture (crackers) was proceeded.

Index terms: *Crinipellis perniciosa*, witches' broom, cupuaçu, phytopathology.

Introdução

A cultura do cupuaçu vem se destacando dentre as fruteiras nativas da Amazônia, por apresentar opções de caráter rentável significativas. Além do consumo da polpa e suas diferentes utilizações, as amêndoas são utilizadas na fabricação do cupulate. Um dos principais fatores limitantes para o aumento da produtividade da cultura é a vassoura-de-bruxa. Trata-se de uma doença causada pelo fungo *Crinipellis perniciosa*, considerada a principal enfermidade do cupuaçuzeiro. O fungo *C. perniciosa* Stahel (Singer) pertence à divisão Eumycota, subdivisão Basidiomycotina, ordem agaricales e família Tricholomataceae.

A família Tricholomataceae é constituída de espécies com basidiomas pilados, estipitados, lignícolas e capazes de reativação após a secagem quando são umedecidos (Luz et al., 1997). *C. perniciosa* é um fungo hemibiotrófico com dois tipos de micélio: em tecidos ainda verdes, o micélio é espesso com 5-8 μm, biotrófico ou parasítico e sem a formação de grampo de conexão, crescendo intercelularmente. Quando as vassouras secam, o micélio torna-se saprofítico ou necrotrófico, cresce inter e intracelularmente, sendo menos espesso (1,5 - 5 μm) e apresentando grampo de conexão (Evans, 1980). A formação do grampo de conexão em hifas de cultura monospórica, a dicariotização de hifas monocarióticas derivadas de um único basídio uninucleado e a produção de basidiocarpos a partir de culturas monospóricas indicam que *C. perniciosa* é um fungo primariamente homotálico (Purdy et al., 1983); (Griffith e Hedger, 1994).

A temperatura ótima para a germinação e desenvolvimento de *C. perniciosa* varia em torno de 25ºC, com limites mínimo e máximo entre 15 e 30ºC (Baker e Holliday, 1957). A germinação dos esporos é uma das fases mais delicadas para a sobrevivência do patógeno e, portanto, para a continuidade do ciclo de vida. É controlado por uma série de fatores, tanto genéticos quanto ambientais (Bastos, 1989). Em regra, após a germinação dos basidiósporos formam-se apressórios, hifas infectivas que penetram no hospedeiro via abertura estomacal ou por penetração direta (Baker e Holliday, 1957). Após a penetração dos basidiósporos nos tecidos meristemáticos, ocorre a formação dos sintomas característicos da doença, como hiperplasia e hipertrofia, que resultam do desequilíbrio hormonal durante a interação patógeno-hospedeiro, com formação anormal de frutos, flores e brotos vegetativos (Evans, 1978). Com a morte desses tecidos, o fungo persiste como saprófita, muitas vezes por vários anos, produzindo periodicamente os corpos de frutificação, os basidiocarpos (Bastos, 1989). A produção de basidiocarpos é fornecida pela ocorrência de dias chuvosos, seguidos por dias secos ou vice-versa, e o período de produção é dependente das condições climáticas de cada região (Dalla Pria & Camargo, 1997).

O ciclo de vida do fungo compreende uma fase parasítica alternada com uma fase saprofítica. Pegus (1972), citado por Bastos (1980), postulou a teoria dual e micelial para explicar como o fungo existe em diferentes estados miceliais, e que o micélio primário, monocariótico (ou homocário), representa a fase biotrófica, enquanto a fase necrotrófica é induzida pelo micélio secundário, dicariótico (ou heterocário). O monocário é o micélio primário que se desenvolve da germinação de um esporo sexual simples. O dicário é o micélio secundário que predomina na natureza e é o micélio a partir do qual se desenvolvem os corpos de frutificação.

O micélio monocariótico da fase parasítica depende do tecido vivo do hospedeiro, onde o fungo cresce com a planta e obtém nutrientes das células vivas para sustentar seu crescimento e desenvolvimento (Bastos, 1990). Entretanto, quando tal crescimento torna-se inibido, os nutrientes solúveis tendem a tornar-se limitantes, o que leva o fungo a invadir, colonizar e matar os tecidos, obtendo seus nutrientes necrotroficamente, usando seu arsenal enzimático, mediante enzimas degradativas típicas de um parasita facultativo (Evans, 1981); (Nakayama, 1995). O micélio do fungo não é infectivo, somente os esporos são aptos a induzir doenças.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Unidade da Embrapa Amazônia Ocidental, em campo e em laboratório, no ano de 2003 e no primeiro semestre de 2004.

Deu-se continuidade à produção de basidiocarpos em vassoureiro implantado no campo. As vassouras-de-bruxa depositadas no vassoureiro foram obtidas em coletas, em datas aleatórias, com a utilização de tesouras de poda ou aproveitando o material extraído, em grande quantidade, de podas periódicas realizadas na área de plantio de cupuaçu sem caroço. Para o transporte das vassouras-de-bruxa para o vassoureiro, utilizaram-se sacos plásticos de vinte litros. As demais áreas de plantio onde foram coletadas vassouras-de-bruxa foram: área do triângulo, PTU, peladão, e área da usina, todas localizadas no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental do Km 29 da Rodovia AM 010.

Posteriormente, as vassouras foram dependuradas no vassoureiro de campo, composto de nove arames galvanizados amarrados a seis postes de madeira. A cada dois postes, havendo uma distância de 5 metros, foram esticados três arames com 30 cm de espaçamento entre eles e o primeiro, a 50 cm do solo. Foram confeccionados ganchos a partir de arames de cobre revestidos por plástico, para serem presos às vassouras, e estas, aos arames galvanizados.

Foi instalado um mecanismo de aspersão automatizado constituído de seis bicos aspersores divididos em dois canos de PVC de ½ polegada posicionados a 3,5 m acima do solo e com espaçamento de 1 m entre eles. A aspersão foi abastecida por tubulação proveniente de uma caixa d'água de 500 L dotada de um sistema com bóia, para provê-la de enchimento automatizado. Os bicos aspersores eram acionados por meio de uma balança de mercóide ligada à rede elétrica; o processo se dá aproximadamente a cada hora e tem duração de 3 minutos. O vassoureiro foi montado em área de capoeira com bom sombreamento natural, e com a adição da névoa formada pela aspersão obteve-se um microclima com níveis de luminosidade e umidade propícios para a produção de basidiocarpos. Novas vassouras-de-bruxa foram regularmente adicionadas à quantidade já existente no vassoureiro.

Foi utilizado, também, um meio artificial (bolachas) para a produção de basidiocarpos em condições controladas (Adaptado de Niella et al., 1999). Para a confecção de 40 bolachas, foram utilizados 350 g de farelo de trigo, 280 g de vermiculita, 42 g de gesso e 10,64 g de calcário, para uma quantidade de 480 mL de água destilada esterilizada. Para o preparo do meio, os ingredientes foram misturados com gradativa adição de água, espremendo-se a mistura com as mãos até que o excesso de água escorresse; após o preparo do meio, foram distribuídos igualmente 35 g da mistura em bandejas de alumínio, tampadas e enroladas em papel alumínio para facilitar o processo de esterilização em autoclave, ao qual as bolachas foram expostas por período de 15-20 minutos. Depois de retiradas e resfriadas, foi inoculado o fungo *C. perniciosa* por meio de 6 discos de meio de cultura BDA (Batata, Dextrose, Ágar) medindo 5 mm de diâmetro previamente colonizados por micélio branco cotonoso característico; os discos de micélio foram retirados de colônias novas de 20-30 dias. Transferiram-se as bolachas para câmara de crescimento, atentando-se para não agitar as bandejas e não desnivelar as bolachas. Após 15 dias em prateleiras, para crescimento, as bandejas foram abertas para a aplicação da cobertura composta de 80 g de turfa, 20 g de vermiculita, 20 g de calcário à qual foram adicionados 50 mL de água destilada esterilizada. A mistura foi dividida para a cobertura em quantidades individuais de 15 g, pesadas em balança analítica. As porções da mistura foram embaladas em papel alumínio e submetidas ao processo de esterilização por autoclave; após resfriadas, cada porção de 15 g de mistura foi desembalada e distribuída uniformemente sobre uma bolacha, com o auxílio de espátulas, sendo estas regularmente flambadas durante o processo para evitar contaminação. O processo foi finalizado com o fechamento das bandejas.

Após 10 dias, aproximadamente, as bolachas foram retiradas das bandejas de alumínio e dependuradas com arames no interior de câmaras de plástico medindo 1 m de comprimento por 60 cm de largura e 60 cm de altura. Controlou-se criteriosamente a temperatura (em torno de 25-30ºC) e a umidade, a fim de viabilizar a produção de basidiocarpos.

O umedecimento automatizado das bolachas foi realizado mediante instalação de umidificadores elétricos ligados a temporizadores programados para o acionamento dos umidificadores a cada hora por um período de 15 minutos. O fornecimento de água para as bolachas manteve-se constante e uniforme até que o micélio mudasse de coloração passando a ter aparência amarelada e, por fim, cor-de-rosa, quando o fornecimento de água foi interrompido e as bolachas foram submetidas a estresse hídrico por um período de 5 dias, ao fim do qual o umedecimento voltou a ser aplicado na mesma proporção anterior.

Resultados e Discussão

A produção de basidiocarpos no vassoureiro e no campo foi muito reduzida, mesmo nos meses de maior pico (maio - julho). Esses resultados diferem daqueles citados por Stein et al. (1996). Da mesma forma, a produção de basidiocarpos em meio artificial não atendeu às expectativas; esses resultados também foram discordantes daqueles apresentados pelo autor acima citado (Tabela 1). Conseqüentemente esses resultados levaram à obtenção de baixa concentração de esporos, ou seja, concentração em glicerol 16% ($<10^5$), visando ao armazenamento desses para posterior utilização em inoculações, não sendo suficiente para inocular clones de cupuaçu para testes de resistência ao patógeno. Estes experimentos deverão ser repetidos com adequação de metodologia, uma vez que a produção de basidiocarpos visando à produção de inóculo se faz necessária nos trabalhos de seleção de clones de cupuaçuzeiro.

Tabela 1. Resultados obtidos no período de junho de 2003 a julho de 2004.

Origem do material de coleta dos basidiocarpos	N.º Basidiocarpos	Obtenção de esporos ([ ] em glicerol 16%	Isolamento em ágar-água a partir de basidiocarpos coletados % de placas geraram colônias
Campo	500	$<10^5$	50
Vassoureiro	100-150	$<10^5$	50
Bolachas	50	$<10^5$	50

Conclusões

A obtenção de basidiocarpos sob condições controladas de temperatura e umidade não proporcionou resultados satisfatórios que atendessem aos objetivos propostos neste trabalho. Novos estudos e metodologias deverão ser desenvolvidos para adequação às nossas condições ambientais.

Referências Bibliográficas

BAKER, R. E. D.; HOLLIDAY, P. Witches' broom disease of cacao. **Phytopathology,** St. Paul, n. 2, p. 42, 1957.

BASTOS, C. N. Efeito da radiação solar e do período pós-germinativo sobre a viabilidade de basidósporo de *Crinipellis perniciosa.* **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 2, p. 261-3, 1989.

BASTOS, C. N. Patogenicidade e características do isolado de *Crinipellis perniciosa* procedente de Uruçuca, Bahia. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 3, p. 344-346, set. 1990.

DALLA PRIA, M. D.; CAMARGO, L. E. A. Doenças do Cacaueiro. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia** doenças de plantas cultivadas. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2. p. 176-183.

EVANS, H. C. Pleomorphism in *Crinipellis perniciosa,* causal agent of witches' broom disease of cocoa. **Transactions of the British Mycologiacal Society**, Cambridge, v. 74, n. 3, p. 515-523, jun. 1980.

GRIFFITH, G. W.; HEDGER, J. N. A novel method for producing basidiocarps of the cocoa pathogen *Crinipellis perniciosa* using a bran-vemiculite médium. **Journal of Plant Pathology,** Netherland, p. 227-230, 1994.

LIMA, M. I. P. M.; SOUZA, A. G. C. **Diagnose das principais doenças do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*)** (Willd. Ex Spreng.) Shum.) e seu controle. Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1998. 18 p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 9).

LUZ. E. D. M. N. et al. Cacau (*Theobroma* cacao). In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas**. Viçosa. UFV, 1997. v. 2. p. 611-615.

NIELLA, G. R. et al. Aperfeiçoamento da metodologia de produção artificial de basidiocarpos de *Crinipellis perniciosa.* **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 4, p. 523-527, dez. 1999.

NAKAYAMA, L. H. I. **Influência da nutrição mineral na manifestação dos sintomas da vassoura-de-bruxa (*Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer) em cacaueiro**. 1995. 76 f. Tese (Doutorado) ESALQ, Piracicaba.

PURDY, L. H. et al. Proof of pathogenicity of *Crinipellis perniciosa* to *Theobroma cacao* by using basidiospores produced in vitro cultures. **Theobroma**, Ilhéus, v. 13, n. 3, p. 157-163, jul./set. 1983.

STEIN, R. L. B. et al. **Produção artificial de basidiocarpos de *Crinipellis perniciosa* do cupuaçuzeiro em meio de farelo de vermiculita.** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1996. 15 p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 167).

Caracterização morfo-agronômica de acessos de pimenta (*Capsicum* sp.) nas condições de Manaus - AM

João Vieira do Bomfim Neto[1], Sabrina Isabel Costa de Carvalho[2], Francisco Celio Maia Chaves[3] e Rodrigo Fascin Berni[3]

[1]Bolsista Pibic/Fapeam; [2]Embrapa Hortaliças, Brasília DF; [3]Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus - AM. E-mail: celio@cpaa.embrapa.br; rodrigo@cpaa.embrapa.br

Resumo - As pimentas e pimentões são plantas autógamas pertencentes à família Solanaceae e ao gênero *Capsicum,* o qual agrupa 2.025 espécies classificadas de acordo com o nível de domesticação. Esse gênero é originário das regiões tropicais da América Latina e Brasil, e possui ampla diversidade. Este trabalho tem como objetivo avaliar morfo-agronomicamente seis materiais de pimenta (CNPH0972, CNPH3221, CNPH3696, CNPH0746, CNPH0193 e Sakata) nas condições de Manaus AM. O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental do Km 29, Rodovia AM 010, Manaus, AM, o qual apresenta Latossolo Amarelo e clima tropical. Adotou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com 6 tratamentos e 4 repetições e espaçamento de 0,80 m entre as plantas e 1,0 m entre as fileiras. Os melhores índices de germinação foram observados nos materiais CNPH 0745 e Sakata. Para os atributos de desenvolvimento da planta (diâmetro e altura), frutos e sementes, os melhores resultados foram CNPH 3221, CNPH 0745 e Sakata.

Termos para indexação: *Capsicum annuum*, produção, produtividade, acessos.

Characterization of accession pepper (*Capsicum sp*.) in Amazonas State Brazil

Abstract - The peppers and sweet peppers are autogamous plants, that belong to the family Solanaceae and they are of the genus Capsicum, that contain 20-25 species classified in agreement with the domestication level. That genus is original of the tropical areas of Latin America and Brazil, and it possesses wide diversity. This work has as objective evaluates morphological and agronomic characterization 6 materials of pepper CNPH0972; CNPH3221; CNPH3696; CNPH0746; CNPH0193; SAKATA in the conditions of Manaus - AM. The experiment was carry out in the Experimental Station of Western Amazonian Embrapa, that it presents oxissolil and tropical climate, located in Rodovia AM-010, km 29 - 010, Manaus - AM. The experimental was randomized completely block design, with 6 treatments and 4 repetitions and spacing of 0,80 m among the plants and 1,0 m among the lines. The best germination indexes were observed in the materials CNPH 0745 and Sakata. For the attributes of development of the plant (diameter and height), fruits and seeds the best results were CNPH 3221, CNPH 0745 and Sakata.

Index terms: *Capsicum annuum*, production, yield, accession.

Introdução

As pimentas e pimentões do gênero *Capsicum,* muito utilizados pelos indígenas, são plantas autógamas pertencentes à família das solanáceas (Camargo, 1984). As pimenteiras são originárias de regiões latino-americanas de clima tipicamente tropical, seus frutos apresentam características distintas, geralmente associadas ao sabor picante devido à produção de alcalóides, mais especificamente os capsaicinóides (capsaicina e diidrocapsaicina). Existem as que não apresentam sabor picante, chamadas de pimenta-doce, que pertencem à mesma espécie do pimentão (*Capsicum annuum).* A pungência é uma característica associada a um gene dominante chamado "C", observações resultantes dos primeiros estudos genéticos (Deshpande 1935 e Greenleaf 1952, citados por Blum et al., 2002), as recessivas "c" não apresentam pungência.

Dado o exposto, objetivou-se, com este trabalho, avaliar morfo-agronomicamente os materiais de pimenta-doce nas condições de Manaus- AM e indicar materiais para estudos de recomendação para uso local.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental situado no Km 29 da Rodovia AM 010, aos 3º8'S e 59º52'O. O solo foi classificado como Latossolo Amarelo, e o clima da região, segundo a classificação de Köppen (Serrão et al., 1979), é tropical chuvoso (Am). O experimento constou de avaliações morfo-agronômicas de seis acessos com procedência conhecida (Tabela 1). As mudas foram confeccionadas, em uma primeira etapa, em sacos de polietileno preto (semeadura em 21/11/2003), contendo substrato formado por terriço, 50 L de esterco de gado curtido, 100 g de fritas com micronutrientes, 1 kg de superfosfato simples e 1 kg de calcário dolomítico, na proporção 3:1; e em outra etapa, em bandejas de germinação (1º/12/2003) com o substrato comercial Plantmax. Em ambos os ambientes foi semeada uma semente por recipiente, com permanência em ambiente de viveiro. Decorridos 64 dias após o plantio (DAP), as plantas emergidas nos sacos foram utilizadas como bordadura, e aos 56 DAP as plantas emergidas na bandeja foram utilizadas na área útil. Realizou-se o plantio definitivo (26/1/2004) na área experimental em espaçamento de 0,80 x 1,0 m. O plantio foi realizado em covas de 30 x 30 x 30 cm, contendo 0,5 L de esterco de ave curtido, 100 g de calcário dolomítico, 200 g de superfosfato e 50 g de fritas contendo micronutrientes, além do próprio solo retirado da cova. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições e quatro plantas na área útil da parcela. Ao longo do desenvolvimento das plantas, foi realizado o tutoramento com fio *nylon* com suporte de arame. Também foram realizadas várias capinas, e avaliadas as seguintes variáveis: altura e diâmetro do caule aos 5 cm do solo, ambas aos 25 e 45 dias após o transplantio (DAT), pesos fresco e seco de frutos/planta, comprimento e diâmetro do fruto, número e peso de semente/fruto e peso de mil sementes. As médias foram analisadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 1. Procedência de acessos de pimenta avaliados na Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus AM, 2004.

Acessos	Procedência
CNPH 0972	Ceará
CNPH 3221	Tocantins
CNPH 3696	Goiânia
CNPH 0746	Iugoslávia
CNPH 0193	Estados Unidos
Sakata	Sakata Seed Sudamerica Ltda.

Resultados e Discussão

Após a semeadura dos materiais, notaram-se diferenças entre as porcentagens de germinação esperadas, sendo o Sakata o material que melhor respondeu, com os valores de 95,83% e 100,00%, respectivamente, para saco e bandeja. (Tabela 2). O de pior desempenho foi o CNPH 0193, que apresentou 29,16% e 24,16%, respectivamente.

Tabela 2. Percentual de germinação (%) entre acessos de pimenta semeados em sacos plásticos e bandeja de germinação. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus AM, 2004.

Acessos	Saco de Polietileno	Bandeja de Germinação	Média entre os Ambientes
CNPH 0972	62,50	70,83	66,66
CNPH 3221	54,16	79,16	66,66
CNPH 3696	58,33	91,66	74,99
CNPH 0746	75,00	79,16	77,08
CNPH0193	29,16	24,16	41,66
Sakata	95,83	100,00	99,41

Pela Tabela 3 verifica-se que o acesso Sakata apresentou os melhores resultados para altura e diâmetro, visto que houve aumento de 16 cm e 1,17 mm, respectivamente, entre as duas idades de avaliação. O acesso CNPH 972, por sua vez, não se desenvolveu bem, mesmo por ocasião da primeira avaliação, pois tinha apenas 13 cm de altura, assim como o menor diâmetro do caule, 1,84 cm. É interessante observar que o Sakata conservou o melhor desempenho ao longo do período de avaliação entre as duas idades.

Tabela 3. Altura e diâmetro dos acessos de pimenta. Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus AM. 2004.

Acessos	Altura (cm)[1]	Diâmetro (mm)[1]	Altura (cm)[1]	Diâmetro (mm)[1]
	25 DAT[2]		45 DAT	
CNPH 0972	13,37b	1,84b	21,24c	21,24c
CNPH 3221	19,90a	2,34ab	29,77ab	29,77ab
CNPH 3696	19,93a	2,44a	29,46ab	29,46ab
CNPH 0746	18,06ab	2,09ab	24,12bc	24,12bc
CNPH 0193	15,00ab	2,24ab	21,04c	21,04c
Sakata	18,46ab	2,26ab	34,68a	34,68a
CV (%)	14,89	10,42	11,65	11,65
DMS	5,98	0,52	7,15	7,15

[1]Médias seguidas de mesma letra na coluna não apresentam diferenças estatisticamente significativas a 5% de probabilidade pelo Teste Tukey.
[2] Dias após o transplantio.

A ausência do acesso CNPH 0193 nessas avaliações foi devida à não resistência deste a murcha-bacteriana (*Ralstonia solacearum*), que provocou a morte das plantas após intenso período de chuva. Para os atributos do fruto denota-se que os materiais Sakata e CNPH 0746 revelaram-se, por possuir o maior peso fresco por fruto, tendência seguida para as demais variáveis (Tabela 4). Ainda nessa tabela percebe-se que o acesso CNPH 3696, pelas suas próprias características, apresentou os menores valores para as variáveis observadas (Tabela 4). Em relação às sementes, a resposta dos acessos ficou diferenciada em relação aos outros atributos apenas na variável peso de mil sementes, pois o acesso CNPH 3221 apresentou o maior valor, diferindo dos demais (Tabela 5). Considerando que a região de Manaus apresenta grande consumo de pimenta, visto que a base de proteína é o pescado, os materiais Sakata e CNPH 0746 revelaram-se promissores para cultivo na referida região.

Tabela 4. Peso fresco, peso seco, comprimento e diâmetro de frutos dos acessos de pimenta avaliados nas condições de Manaus - AM. Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus AM. 2004.

Acessos	Peso Fresco/fruto (g)	Peso Seco/fruto (g)	Comprimento do fruto (cm)	Diâmetro do fruto (mm)
CNPH 0972	11,80c	0,75c	6,13bc	3,19b
CNPH 3221	6,71cd	0,53c	4,51c	3,87ab
CNPH 3696	0,73d	0,11c	2,13d	1,40c
CNPH 0746	33,39b	2,29b	8,00b	3,99ab
Sakata	55,06a	3,53a	15,34a	5,32a
CV (%)	12,69	20,81	12,84	19,86
DMS	6,16	0,67	2,09	1,59

[1]Médias seguidas de mesma letra na coluna não apresentam diferenças estatisticamente significativas a 5% de probabilidade pelo Teste Tukey.

Tabela 5. Número de sementes/fruto, peso de sementes/fruto e peso de 1.000 sementes dos acessos de pimenta avaliados nas condições de Manaus AM. Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus AM. 2004.

Acessos	Número de sementes/fruto	Peso de sementes/fruto (g)	Peso de 1.000 Sementes (g)
CNPH 0972	42,22b	0,16c	4,4b
CNPH 3221	35,35b	0,15c	4,8a
CNPH 3696	24,92b	0,11c	3,8c
CNPH 0746	29,47b	0,41b	3,9c
Sakata	147,83a	0,74a	4,4b
CV (%)	20,78	29,47	5,53
DMS	26,22	0,21	0,30

[1]Médias seguidas de mesma letra na coluna não apresentam diferenças estatisticamente significativas a 5% de probabilidade pelo Teste Tukey.

Conclusões

Os materiais CNPH 3221, CNPH 0745 e Sakata apresentaram, nas condições de Manaus, melhor desenvolvimento da planta (diâmetro e altura).

Agradecimentos

À Embrapa Amazônia Ocidental e à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), por disporem dos recursos necessários para a realização deste trabalho; à Embrapa Hortaliças (Brasília - DF) e à Sakata Seed Sudamerica, pela doação de sementes.

Referências Bibliográficas

BLUM, E. et al. Molecular mapping of the C locus for presence of pungency in *Capsicum*. **Genome,** v. 45, p. 702705, 2002.

ECHER, M. de M.; COSTA, C. P. da. Reaction of sweet pepper to the potato virus Y (PVY m). **Scientia Agricola,** v. 59, n. 2, p. 309-314, 2002.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura:** cultura e comercialização de hortaliças. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. 357 p.

HORTINFORME. **Informativo externo da Embrapa Hortaliças**, n. 11, abr. 2002.

REIFSCHNEIDER, F. J.B. **Capsicum, pimentas e pimentões no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia: Embrapa Hortaliças, 2000. 113 p.

GARDE, A.; GARDE, N. **Culturas hortícolas**. 4. ed. São Paulo: Veras, 1977. 449 p.

CAMARGO, L. de S. **As hortaliças e seus cultivos**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1984. 448 p.

SERRãO, E. A. S. et al. Productivity of cultivated pasturs in low fertility soils of the Amazon of Brasil. In: SANCHES, P. A.; TERGAS, L. E. (Ed.). **Pasture prodution in acid soils of the tropics.** Cali, Colombia: CIAT, 1979. p. 195-226.

Desempenho de espécies florestais para produção de lenha na região de Iranduba - AM

Karol de Souza Barbosa[1] e Cintia Rodrigues de Souza[2]

[1]Bolsista PIBIC/CNPq. E-mail: karol@cpaa.embrapa.br; [2]Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus - AM. E-mail: cintia@cpaa.embrapa.br.

Resumo - O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de quatro espécies selecionadas com potencial para produção de lenha e estabelecer plantações-piloto com um ano de idade. As mudas foram provenientes do plantio do Campo Experimental do "Caldeirão" - Embrapa Amazônia Ocidental, no Município de Iranduba - AM. As espécies selecionadas foram: *Acacia mangium* (acácia mangium), *Acacia auriculiformis* (acácia auriculiformis), *Sclerolobium paniculatum* (taxi-branco) e *Bambusa vulgaris* var. *vitatta* (bambu). Foi calculada a média do diâmetro à altura do peito (DAP) e altura para os três fustes de maior diâmetro de cada espécie, em razão do grande número de fustes encontrados no bambu. Os parâmetros avaliados foram: DAP, altura, área basal e volume. Verificou-se que o bambu apresentou 98,3% de sobrevivência. Aos 12 meses de idade, a espécie que mais se destacou foi a acácia mangium, com volume de 2,50 m^3 ha^{-1}, seguida pela acácia auriculiformis, com 1,93 m^3 ha^{-1}. O bambu apresentou volume de 1,87 m^3 ha^{-1} e o taxi-branco obteve 0,2 m^3 ha^{-1}. As espécies acácia mangium e acácia auriculiformis se destacaram com características desejáveis para a produção de madeira em curto espaço de tempo, como rápido crescimento e bom incremento em volume.

Termos para indexação: espécies nativas, espécies exóticas, biomassa, produção de energia, rápido crescimento.

Performance of forest species for the production of firewood in Iranduba region - AM

Abstract - The objective of this work was to evaluate the performance of four species selected with potential for firewood production and to establish plantation-pilot with one year of age. The trees were proceeding from the plantation of the Experimental Station of "Caldeirão" - Embrapa Western Amazon, in the city of Iranduba-AM. The selected species had been: *Acacia mangium* (acacia mangium), *Acacia auriculiformis* (acacia auriculiformis), *Sclerolobium paniculatum* (taxi-branco) and *Bambusa vulgaris* var. *vitatta* (bamboo).The diameter at breast height (DBH) and height for the three better shafts of each species was calculated because of the great number of shafts found in the bamboo. The evaluated parameters were: DBH, height, basal area and volume. It was verified that the bamboo presented 98.3% of survival. With the age of 12 months the species that more was distinguished was the acacia mangium, with volume of 2.50 m^3 ha^{-1}, followed by the acacia auriculiformis, with 1.93 m^3 ha^{-1}. The bamboo presented an average increment of 1.87 m^3 ha^{-1} and the taxi-branco got 0.2 m^3 ha^{-1}. The species acacia mangium and acacia auriculiformis had detached with desirable characteristics for the wooden production in short space of time, as fast growth and good annual average increment in volume.

Index terms: native species, exotic species, biomass, energetic production, fast growth.

Introdução

O problema energético mundial tem sido agravado nos últimos anos pelo incremento do custo do petróleo, aumento populacional e diminuição acelerada das áreas de floresta. Como conseqüência, vários países têm centrado suas atenções no desenvolvimento de plantações energéticas como uma possível solução para o problema. Neste campo, os países com indústrias mais desenvolvidas e maior experiência no setor florestal já contam com informações adequadas para implantar e manejar esse tipo de plantio. Entretanto não tem acontecido o mesmo nos setores domésticos e de pequena indústria no Brasil, onde a falta de tradição florestal e a pouca informação disponível, entre outros, não têm permitido o desenvolvimento de técnicas adequadas de produção de lenha, principalmente, nas regiões densamente povoadas.

Simões et al. (1983) afirmam que as florestas implantadas representam potencial para a produção de biomassa capaz de gerar energia através da sua queima direta ou após a transformação de lenha em carvão, metanol e etanol, entre outros.

De acordo com Lima et al. (2000), ainda são poucos os plantios florestais na Amazônia, em virtude da carência de conhecimentos científicos sobre o comportamento das espécies nativas e exóticas na região, como também quanto à escolha das espécies mais adequadas para as diferentes condições ecológicas da região.

Pelo Código Florestal Brasileiro, instituído pela Lei n.º 4.771, de 15/9/1965, é estabelecida a reposição obrigatória para todos os consumidores de produtos de origem florestal (Vanolli, 1995). Dessa forma, as empresas siderúrgicas e outras à base de carvão vegetal, lenha ou outra matéria-prima vegetal são obrigadas a manter florestas próprias para exploração racional ou a formar, diretamente ou por intermédio de empreendimentos dos quais participem, florestas destinadas ao seu suprimento.

Segundo Azevedo et al. (2003), no ano de 2000 o Município de Iranduba (que possui uma área de 2.354 km^2) já apresentava um índice de desmatamento de 13,39% de seu território. Esse cenário parece estar relacionado às atividades econômicas desenvolvidas nesse município, como o pólo oleiro e os fornecedores de hortigranjeiros à cidade de Manaus.

O pólo oleiro de Iranduba, juntamente com o do Município de Manacapuru, é o maior consumidor de lenha no Estado do Amazonas. Dados do Sebrae (1995) mostram que, dos diversos ramos de indústrias do setor primário instalado em Iranduba, a atividade oleira desempenha papel de destaque na socioeconomia local. O recurso florestal utilizado como lenha provém de florestas primárias ou secundárias, o que, do ponto de vista econômico, faz com que a floresta virgem comercialmente aproveitável se torne cada vez mais inacessível (Azevedo, 1998). Segundo Bueno et al. (2000), a forte demanda por tijolos e telhas de cerâmica, exercida pela construção civil em Manaus, tem levado o pólo madeireiro de Iranduba a estimular o extrativismo desordenado de madeira para produção de lenha, prejudicando os recursos florestais, que não vêm sendo repostos ou manejados adequadamente, o que tem contribuído para a desestabilização do ecossistema, já que agride muito o ambiente.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho em crescimento de quatro espécies selecionadas com potencial para produção de lenha e estabelecer plantações-piloto por meio de investigações participativas em áreas de proprietários de olarias/produtores rurais.

Material e Métodos

A área de estudo localiza-se no Campo Experimental do Caldeirão, no Município de Iranduba, Estado do Amazonas, na margem esquerda do Rio Solimões, distando 6 km da Rodovia Cacau-Pirêra/Manacapuru, no ramal da colônia do Caldeirão, e a 22 km do Porto de Cacau-Pirêra, no Rio Negro, em frente à cidade de Manaus - AM, entre as coordenadas geográficas de 03º 14'22" e 03º15'47'' S e a 60º13'50'' W.

As espécies selecionadas foram: *Acacia mangium* (acácia mangium), *Acacia auriculiformis* (acácia auriculiformis), *Sclerolobium paniculatum* (taxi-branco) e bambu (*Bambusa vulgaris* var. *Vitatta*).

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, totalizando 12 parcelas. A área de cada parcela foi de 1.200 m^2. O espaçamento empregado foi o mesmo para todas as espécies: 3 x 2 m (6 m^2/planta), o que resulta em 200 plantas por parcela, sendo 144 mensuráveis.

Para a coleta dos dados foi utilizado o formulário padrão do programa MIRASILV Manejo de Informação de Recursos Arbóreos, do CATIE (Centro Agronômico Tropical de Ensino e Pesquisa). Todos os dados coletados foram armazenados em planilhas do programa Microsoft Excel e posteriormente exportados para o formato do banco de dados MIRASILV. Foi calculada a média do diâmetro à altura do peito (DAP) e da altura para os três fustes de maior diâmetro de cada espécie, pois não é de interesse das olarias a utilização de indivíduos de dimensões reduzidas. A análise de crescimento das espécies florestais foi realizada por meio do programa MIRASILV, utilizando-se o fator de forma de 0,45 no cálculo dos dados de indivíduos em DAP e altura total. Foram consideradas as variáveis: sobrevivência, DAP, altura (H), área basal (G) e volume (V), sendo este último o principal parâmetro de avaliação do desempenho das espécies estudadas.

Para a comparação das médias das medições dendrométricas utilizou-se o teste F a 5% de probabilidade e o teste de Tukey (5% de probabilidade) para o contraste das médias. Para a correção dos pressupostos da análise de variância foi utilizada a transformação Box-Cox, que consiste em transformar os dados de acordo com a expressão: $Y = Y^{ë}$, onde ë é uma variável a ser estimada.

Resultados e Discussão

Para se avaliar o comportamento das espécies, calcularam-se as médias da sobrevivência (%), diâmetro à altura do peito (DAP), altura (h), área basal por hectare e volume por hectare. A Tabela 1 apresenta os resultados das médias dessas variáveis.

Os resultados da análise de variância (ANOVA) para a média dos três melhores fustes revelaram que a amostragem de variância para volume por hectare, diâmetro à altura do peito (DAP) e área basal (G) por hectare não apresentaram significância estatística a 5% de probabilidade, necessitando, assim, realizar a transformação dos dados pela seguinte fórmula: $Y = Y^{\lambda}$. A Tabela 1 apresenta os valores de λ calculados para as variáveis DAP, área basal e volume. Para avaliar as diferenças entre as espécies, aplicou-se o teste de comparação de médias de Tukey, ao nível de 5% de significância (Tabela 2).

Tabela 1. Valores de λ para as variáveis dendrométricas.

Parâmetro	Valor λ
DAP	-0,818181
Área basal	0,232323
Volume	0,636363

Tabela 2. Resultados da análise de variância das médias de sobrevivência (Sob), diâmetro à altura do peito (DAP), altura (h), área basal (G) e volume (Vol.). Embrapa Amazônia Ocidental, 2004.

Espécies	Sob (%)	*DAP (cm)	H (m)	*G (m^2/ha)	*Vol. (m^3/ha)
Acácia auriculiformis	61,7 b	3,23 a	3,73 a	0,87 a	1,93 a
Acácia mangium	54,7 b	3,47 a	3,30 a	1,13 a	2,50 a
Bambu	98,3 a	2,70 a	4,07 a	0,93 a	1,87 a
Taxi-branco	44,3 b	1,03 b	1,10 b	0,90 a	0,07 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
* Médias transformadas por Box-Cox ($Y = Y^{ë}$).

Três das espécies selecionadas apresentaram sobrevivência satisfatória. A que apresentou a maior sobrevivência foi o bambu, com 98,3% de indivíduos vivos, seguido pela acácia auriculiformis, com sobrevivência de 61,6%. Esse resultado concorda com os estudos de Sirilak & Chittachumnonk (1991), que compararam a performance de espécies de acácia na Tailândia, onde foi observada a maior sobrevivência da acácia auriculiformis em relação às outras acácias estudadas. Neste estudo, a acácia mangium apresentou 54,6% de indivíduos vivos, e a espécie com a menor taxa de sobrevivência foi o taxi-branco, com 44,3%, devido ao seu difícil estabelecimento em uma das parcelas, onde há necessidade de replantio. Por outro lado, Yared et al. (1988), estudando o comportamento de espécies nativas e exóticas, obtiveram como resultado 94,7% de indivíduos vivos de taxi-branco plantados a pleno sol, sendo considerada uma das espécies nativas mais promissoras. Em

relação ao DAP, as melhores performances aos 12 meses são das espécies acácia mangium e acácia auriculiformis, com médias de 3,40 cm e 3,20 cm, respectivamente. O bambu apresentou média satisfatória, com 2,63 cm, seguido pelo taxi-branco, com média de 1,00 cm. As maiores médias em altura foram verificadas nas espécies bambu e acácia auriculiformis, com 4,07 m e 3,73 m respectivamente. A acácia mangium apresentou média de 3,30 m. O taxi-branco apresentou a menor média em altura, com 1,10 m. O melhor resultado para área basal foi verificado na acácia mangium, com 1,13 m^2 ha^{-1}, seguida pelo bambu com 0,93 m^2 ha^{-1}. A acácia auriculiformis apresentou média de 0,87 m^2 ha^{-1} e o taxi-branco, com 0,07 m^2 ha^{-1}, obteve a menor média em área basal.

Para a produção volumétrica, a espécie que apresentou melhor desenvolvimento foi a acácia mangium, com 2,50 m^3 ha^{-1}, seguida pela acácia auriculiformis com 1,93 m^3 ha^{-1}. O bambu apresentou volume de 1,87 m^3 ha^{-1} e a menor produção volumétrica foi verificada no taxi-branco, com 0,07 m^3 ha^{-1}.

Em experimento conduzido pela Embrapa Amazônia Ocidental, no Município de Iranduba (AM), com sete espécies florestais potenciais para produção de lenha (*Acacia mangium, Acacia auriculiformis*, *Gmelina arborea*, *Inga edulis*, *Tachigali chrysophyllum*, *Ormosia paraensis* e *Piranhea trifoliata*), a acácia mangium apresentou, aos sete anos de idade, os melhores valores de volume e incremento médio anual (IMA) em volume, com 155,18 m^3 ha^{-1} e 22,17 m^3 ha^{-1} ano^{-1}, respectivamente (Atayde, 2002).

Neste trabalho, as espécies acácia mangium e acácia auriculiformis se destacaram com características potenciais para produção de lenha, por apresentarem rápido crescimento, boa produção volumétrica e alta produção de biomassa, características desejáveis para a produção de madeira em curto espaço de tempo.

Conclusões

De acordo com os resultados das espécies selecionadas para produção de lenha, os melhores desempenhos aos 12 meses de idade foram encontrados nas espécies *Acacia mangium* e *Acacia auriculiformis*, que se destacaram com características desejáveis, como o rápido crescimento e alto incremento médio anual, caracterizando-as como espécies promissoras para produção de lenha. Representam, dessa maneira, alternativa sustentável à utilização de madeira oriunda de florestas nativas para a produção de lenha nos pólos oleiros do Município de Iranduba - AM.

Agradecimentos

Ao Srs. Moacyr Sarrazin, pela coleta de dados, Mário Kokay e Antonio Sabino Neto, pelo auxílio com trabalhadores de campo; à Suframa, pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

AZEVEDO, C. P.; LIMA, R. M. B.; NEVES, E. J. M. **Seleção e manejo de espécies florestais para fins energéticos na região de Iranduba AM.** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1998. 6 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Pesquisa em Andamento, 41).

AZEVEDO, C. P. et al. **Produção de lenha na região de Iranduba e Manacapuru, Amazonas:** *Acacia mangium e Acacia auriculiformis*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2002. 4 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular Técnica, 16).

BUENO, N.; LIMA, R. M. B. de; AZEVEDO, C. P. de. **Contribuição de espécies florestais para fins energéticos sobre algumas características químicas de um podzólico amarelo impactado por usos anteriores no município de Iranduba-AM.** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. 6 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Instruções Técnicas, 11).

LIMA, R. M. B. **Crescimento de *Sclerolobium paniculatum* Vogel na Amazônia, em função de fatores de solo.** 2004. 193 f. Tese (Doutorado) - Universidade do Paraná, Paraná.

LIMA, R. M. B de; HIGA, A. R.; SEITZ, R. A. Seleção de espécies florestais para plantios e recuperação de áreas florestais degradadas na Amazônia. In: PESQUISA FLORESTAL ONLINE, 2000, Curitiba, PR**. Anais...** Curitiba: UFPR, 2000. p. 49.

SEBRAE/AM. **Diagnóstico sócio-econômico e cadastro empresarial**: Iranduba, Manaus, 1995. 62 p.

SIMÕES, J.W.; BRANDI; R.M. Análise dos métodos silviculturais adotados em florestas implantadas para produção de energia. In: SIMPÓSIO FLORESTAS PLANTADAS NOS NEOTRÓPICOS COMO FONTES DE ENERGIA, 1983, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1983. p. 79-94.

SIRILAK, S.; CHITTACHUMNONK, P. Performance of acacia species in Thailand. In: TURNBULL, J.W. **Advances in tropical acacia research**: proceedings of a workshop held in Bangkok, Thailand, 11-15, February. 1991. Canberra: ACIAR, 1991. p. 153-158. (ACIAR Proceedings, n. 35).

SOUZA, C. R. de et al. Desempenho de espécies florestais potenciais para plantios na Amazônia Central. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 8., 2003, São Paulo. **Benefícios, produtos e serviços da floresta:** oportunidades e desafios do século XXI: [anais]. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 2003. 1 CD ROM.

VANOLLI, C. A. Proposta para o mercado de carvão vegetal brasileira. **Revista Silvicultura,** n. 64, p. 40-43, nov./dez. 1995.

YARED, J. A. G.; KANASHIRO, M.; CONCEIÇÃO, J. G. L. da. **Espécies florestais nativas e exóticas:** comportamento silvicultural no Planalto do Tapajós - Pará. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1988. 29 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 49).

Aspectos do comportamento da broca-do-fruto *Conotrachelus* sp. (Coleoptera: Curculionidae) em estádios de vida no solo

Huellita Araújo Campos[1], Adauto Maurício Tavares[2] e Silvana Lima Martins[2]

[1]Bolsista Pibic-CNPq. E-mail: uellita@cpaa.embrapa.br; [2]Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus - AM. E-mail: adauto@cpaa.embrapa.br, silvana@cpaa.embrapa.br

Resumo - O presente trabalho foi conduzido no laboratório de entomologia da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, visando à obtenção de dados bioecológicos do estádio larval da broca-do-fruto do cupuaçu, *Conotrachelus* sp. (Coleoptera: Curculionidae). O período de tempo em que as larvas passam no solo bem como as características dos estádios de pré-pupa e pupa e dos adultos recém-emergidos foram estudados. Os indivíduos da broca-do-fruto apresentam três diferentes estádios do ciclo de vida sob o solo e permanecem neste ambiente por longo período de tempo, portanto passíveis do ataque de nematóides entomopatogênicos.

Termos para indexação: Biologia, inseto tropical, praga, estádio de vida, nematóides entomopatogênicos, controle biológico.

Behavioural aspects of the fruit-borer *Conotrachelus* sp. (Coleoptera: Curculionidae) during its life stages in the soil

Abstract - The present work was carried out in the entomology laboratory of the Embrapa Amazônia Ocidental, in Manaus, Amazonas and aimed to obtain bioecological data about the larval stage of the cupuaçu fruit-borer, *Conotrachelus* sp. (Coleoptera: Curculionidae). The period of time that the larvae spend in the soil as well as the characteristics of the pre-pupae, pupae stages and newly emerged adults, were studied. The individuals of the cupuaçu fruit-borer passed three different stadia of its life cycle in the soil, spending long time under these conditions and thereby become susceptible to the attack of the entomophatogenic nematodes.

Index terms: Biology, tropical insect, pest, life stage, entomopathogenic nematodes, biological control.

Introdução

O cupuaçuzeiro é uma cultura que tem como hospedeiro vários artrópodes, sendo que somente uma espécie de inseto é causadora de dano econômico. Esta é representada por um curculionídeo (*Conotrachelus* sp.), que em seu estádio larval constrói galerias perfurando os frutos. Sua ocorrência se estende pelos Estados do Amazonas, Acre, Mato Grosso, Pará e Rondônia (Tavares et al., 2002).

Os danos causados em monocultivo e em sistemas agroflorestais provocados pela broca-do-fruto são significativos e mencionados por vários autores, entre os quais Ribeiro (1997); Aguilar & Tavares (2000) e Thomazini (2000). Laker & Trevisan (1992) citam a perda de 50% da produção sendo que em alguns locais essa praga chega a comprometer quase a totalidade da produção (Ribeiro, 1997).

Não existem, até o momento, indicações de controle efetivo das populações desse inseto em áreas infestadas, é preconizado o controle preventivo para as áreas livres de ataque, conforme Trevisan (1989) e Souza et al. (1999).

Na visão atual de uma agricultura sustentável recomendam-se métodos de controle de pragas que sejam seguros para o meio ambiente, para os animais, artrópodos não-alvos e para a saúde humana. Dessa forma, assume grande importância o manejo integrado de pragas, que é o emprego de um conjunto de métodos que visa principalmente à redução da aplicação de inseticidas químicos ou até a supressão destes. Embora

os pesticidas químicos sejam usados com relativo sucesso na agricultura, o problema de contaminação de águas superficiais e subterrâneas, resíduos em alimentos e o surgimento de populações de pragas resistentes têm incentivado o desenvolvimento de métodos alternativos de controle.

Neste contexto, o controle biológico aplicado assume relevante importância, o qual engloba a introdução e a manipulação de inimigos naturais pelo homem, visando à redução de danos causados pelas pragas a níveis toleráveis (Bosh et al.,1982).

Os nematóides entomopatogênicos são parasitas obrigatórios de insetos (Berry et al., 1997). As espécies de Steinernema e Heterorhabiditis têm sido testadas com sucesso no controle de lepidópteros e coleópteros (Bosch et al., 1982). Estes são potenciais controladores das populações de curculionídeos, tais como o gorgulho *Otiorhynchus sulcatus* (Shanks Jr & Agudelo-Silva, 1990), *Listronotus oregonensis* (Bélair et al. *apud* Boinvin & Belair, 1989) e apresentando sucesso no controle de espécies como a *Cylas formicarius elegantulus* (Jansson et al., 1990).

Tavares & Nunes (2002) isolaram espécimes de nematóides entomopatogênicos de monocultivo de cupuaçuzeiro e dendezeiro utilizando lagartas de *Brassolis sophorae* como isca para a captura no solo. Os autores comprovaram sua patogenicidade em lagartas dessa mesma espécie e, por conseguinte, consideram-nas potenciais agentes no controle biológico dos indivíduos de *Conotrachelus* sp.

Em função de os indivíduos da broca-do-fruto apresentarem três diferentes estádios do ciclo de vida sob o solo e nele permanecerem por longo período de tempo, conseqüentemente passíveis de serem atacados por nematóides entomopatogênicos, objetivou-se, neste trabalho, a observação dos aspectos bioecológicos nessa fase, para que esta possa subsidiar o estabelecimento de estratégias a serem empregadas no uso desses inimigos naturais.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de entomologia da Embrapa Amazônia Ocidental, utilizando larvas obtidas de frutos do plantio de cupuaçuzeiro do Sítio D'Alva Andréa, localizado na Rodovia AM 010, Km 58, Manaus, Amazonas.

Estádio de vida no solo. As larvas de último ínstar foram retiradas do interior de frutos maduros caídos ao chão, lavadas em água destilada, pesadas e colocadas em grupos de 50 indivíduos em caixas de plástico (17 x 13 x 6 cm) contendo 500 g de solo artificial esterilizado, conforme Garcia (2004), umedecido a 44% (umidade gravimétrica), de acordo com a média anual encontrada em solos de monocultivo de cupuaçuzeiro à profundidade de 10 cm, observada nos anos 2002-2003.

Foi observado o período de tempo compreendido entre a entrada das larvas de último ínstar para o interior do solo e a emergência dos adultos machos ($N = 116$) e fêmeas ($N = 116$). Foi utilizado o teste *t* para o contraste entre médias dos períodos de tempo envolvidos nas emergências entre machos e fêmeas.

Foi considerado o intervalo de confiança ($P = 0,05$) para o período de tempo da entrada da larva de último ínstar no solo e a emergência do adulto da amostra dos indivíduos envolvidos ($N = 235$).

Período de pré-pupa, pupa e adulto recém-emergido. Larvas de último ínstar foram retiradas do interior de frutos maduros caídos ao chão, lavadas em água destilada e colocadas dentro de placas de Petri de 6 cm de diâmetro, dispostas individualmente entre dois discos de papel filtro umedecido. Deixou-se um espaço entre as duas folhas de papel filtro a partir da metade destas, objetivando a simulação da câmara que as pré-pupas confeccionam sob o solo assim que adentram em seu interior. As placas foram acondicionadas em câmara climatizada à temperatura de 28 ± 1 °C e escuro contínuo. A cada dois dias as placas de Petri foram observadas e o papel filtro, umedecido.

Quando da passagem para o estádio de pupa, foi anotada a quantidade de dias corridos e registrado seu peso. Subseqüentemente as pupas novamente foram individualizadas em novas placas de Petri de 6 cm, procedendo da mesma forma com o papel filtro. As placas foram acondicionadas novamente em câmara climatizada à temperatura de 28 ± 1ºC e escuro contínuo. A observação foi diária até a emergência do adulto, que, por sua vez, foi pesado e individualizado em novas placas de Petri com base forrada com papel filtro umedecido e levado ao acondicionamento sob as mesmas condições anteriores, com exceção do fotoperíodo (12 h). Às 18 horas dos dias das emergências foi colocado um pedaço de cana-de-açúcar no interior da placa e verificado o peso dos insetos nos dias subseqüentes, neste mesmo horário, até o sexto dia, havendo ainda a troca dos pedaços de cana-de-açúcar e umedecimento do papel filtro.

Foi considerado o intervalo de confiança (IC) (P = 0,05) para as observações que se referiram ao intervalo de tempo do estádio de pré-pupa (N = 18) e pupa (N = 18).

Resultados e Discussão

A amostra dos indivíduos da broca-do-fruto expressou o intervalo de 64,67≤66,23 ≤67,78 dias ($IC_{0,05}$) como representativo da fase de vida no solo (pré-pupa, pupa e adulto recém-emergido). Os machos da espécie manifestaram a quantidade de 64,20≤66,48 ≤68,76 dias ($IC_{0,05}$) e fêmeas 63,64≤65,97≤68,31 dias ($IC_{0,05}$), não havendo diferença significativa entre as médias pelo teste t (t = 0,305; GL = 230; P = 0,761). Estes valores contrastam com os mencionados por Mendes et al. (1997) que, em estudos de laboratório, obtiveram índice aproximado de 20,25 dias para pré-pupa, pupa e maturação fisiológica do adulto recém-formado.

Os representantes de *Conotrachelus* sp. expressaram o período de tempo dispendido para o estádio de pré-pupa e pupa, como sendo 47,21≤67,67≤88,13 dias ($IC_{0,05}$) e 10,08≤11≤11,92 dias ($IC_{0,05}$), respectivamente, e adultos recém-formados apresentaram a variação entre 2 e 4 dias. Somente este último dado se aproxima do verificado por Mendes (1997) com os indivíduos da espécie *Conotrachelus humeropictus*, em que adultos recém-formados apresentaram o intervalo de variação compreendido entre 3-6 dias, sendo que os períodos de vida para pré-pupa e pupa variaram entre 6,07 ± 0,06 e 9,62 ± 0,10, respectivamente, dados estes significativamente dissimilares aos encontrados nas observações da broca-do-fruto do cupuaçuzeiro.

Em suma, a broca-do-fruto (*Conotrachelus* sp.) possui uma fase do seu ciclo de vida no solo, apresentando três diferentes estádios (pré-pupa, pupa e adulto recém-emergido) permanecendo neste ambiente por significativo período de tempo, portanto suscetível à colonização por inimigos naturais, dentre estes os nematóides entomopatogênicos, em acordo com Arkhurst (1986), ao afirmar serem esses organismos eficientes agentes para controle biológico de insetos que despendam pelo menos um estágio de vida no solo.

Agradecimentos

À Embrapa Amazônia Ocidental e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela oportunidade da realização do estágio.

Referências Bibliográficas

AGUILAR, J. A. D.; TAVARES, A. M. Biological aspects population density, damage rate and behavior of the fruit-borer, *Conotrachelus* sp. (Coleoptera: Curculionidae) on cupuaçu tree (*Theobroma grandiflorum* Schum.) in Amazonian region, Brazil. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENTOMOLOGIA, 21., 2000, Foz do Iguaçu. **Abstract.** Foz do Iguaçu: SEB, 2001. p. 240.

AKHURST, R. J. Controlling insects in soil with entomopathogenic nematodes. In: SAMSON, R. A.; VLAK, J. M.;PETERS, D. (Ed.). **Fundamental and applied aspects of invertebrate pathology**. Wageningen: Foundation of the Fourth International Colloquium of Invertebrate Pathology, 1986. p. 265-267.

BERRY, R. E.; LIU, J.; REED, G. Comparison of endemic and exotic entomopathogenic nematode species for control of colorado potato beetle (Coleoptera: Crysomelidae). **Journal of Economic Entomology,** v. 90, n. 6, p. 1528-1533, 1997.

BOIVIN, G.; BELAIR, G. Infectivity of two strains of *Steinernema feltiae* Rhabditida: Steinernematidae) in relation to temperature, age, and sex of carrot weevil (Coleoptera: Curculionidae) adults. **Journal of Economic Entomology,** v. 82, n. 3, p. 762-765, 1989.

BOSCH, R. van den; MESSENGER, P. S.; GUTIERREZ A. P. **An introduction to biological control.** New York: Plenum Press, 1982. 247 p.

GARCIA, M. V. B. **Effects of pesticides on soil fauna: development of ecotoxicological test methods for tropical regions**. Göttingen: Cuvillier Verlag, 2004. 281 p. (Ecology and Development Series, 19).

JANSSON, R. K. et al. Potential of entomophatogenic nematodes as biological control agents of sweetpotato weevil (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Economic Entomology,** v. 83, n. 5, p. 1818-1826, 1990.

LAKER, H. A.; TREVISAN, O. The incriaring importance of cupuassu *Theobroma grandiflorum,* Schum in the Amazon Region of Brazil. **Cocoa Growers Bulletin**, p. 45-52, 1992.

MENDES, A. C. de B.; MAGALHÃES, B. P.; OHASHI, O. S. Biologia de *Conotrachelus humeropictus*, Fiedler, 1940 (Coleoptera: Curculionidae), praga do cacaueiro e do cupuaçuzeiro na Amazônia brasileira. **Acta Amazônica,** v. 27, n. 2, p. 135-144, 1997.

RIBEIRO, G. D. Situação atual e perspectivas da cultura do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*, Schum) no Estado de Rondônia, Brasil. In: SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA-DO-REINO E CUPUAÇU, 1., 1996, Belém. **Anais...** Belém: EMBRAPA-CPATU: JICA, 1997. p. 109-118. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 89).

SHANKS JR, C. H.; AGUDELO-SILVA, F. Field pathogenicity and persistence of heterorhabditid and steinernematid nematodes (Nematoda) infecting black vine weevil larvae (Coleoptera: Curculionidae) in cranberry bogs. **Journal of Economic Entomology**, v. 83, p. 107-110, 1990.

SOUZA, A. das G. C. de et al. A cultura do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum.). Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. 39 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular Técnica, 2).

TAVARES, A. M.; NUNES, A. B. Estratégias para o controle da broca-do-fruto do cupuaçuzeiro, *Conotrachelus* sp. (Coleoptera: Curculionidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Os novos desafios da fruticultura brasileira**: anais... Belém: SBF: Embrapa, 2002.

TAVARES, A. M.; SOUZA, A. das G. C. de; NUNES, A. B. **Controle mecânico da broca-do-fruto do cupuaçuzeiro, *Conotrachelus* sp. (Coleoptera: Curculionidae)**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2002. 3 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado Técnico, 15).

THOMAZINI, M. J. **A broca dos frutos do cupuaçuzeiro *Conotrachelus humeropictus* Fiedler**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 4 p. (Embrapa Acre. Comunicado Técnico, 113).

TREVISAN, O. **Comportamento da broca dos frutos do cacau *Conotrachelus humeropictus* Fiedler, 1940 (Col: Curculionidae) em Rondônia**. 1989. 57 f. Tese (Mestrado) - Esalq, Piracicaba.

Caracterização fenotípica da coleção de germoplasma de cupuaçuzeiro na Embrapa Amazônia Ocidental

Natália Miranda Magno de Araujo[1] e Aparecida das Graças Claret de Souza[2]

[1]Bolsista Fapeam. [2]Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus AM. E-mail: claret@cpaa.embrapa.br

Resumo - Este projeto teve como objetivo caracterizar e avaliar fenotipicamente acessos do BAG (Banco Ativo de Germoplasma) da Embrapa Amazônia Ocidental implantados no experimento CP96. Para tanto foi feita avaliação referente à resistência a vassoura-de-bruxa e caracterização físico-química dos frutos. A safra 2004 iniciou em outubro de 2003, estendendo-se até julho de 2004. Os acessos do experimento CP96 apresentaram doenças como vassoura-de-bruxa somente no início e final da safra. Os acessos que obtiveram maior peso médio do fruto foram 53-6 e 70-7, com 2.000 g, e os que tiveram menor peso foram 76-5 e 80-5, com 850 g. Os frutos foram analisados também com relação a rendimento de sementes. Os acessos que tiveram maior rendimento foram 79-8 e 69-4, com 43 sementes, e os que tiveram menor rendimento foram 54-2, 80-2, 76-5 e 75-10, com 25 sementes em média. A variação de ºBrix. foi de 10 a 14,5. Realizou-se avaliação da incidência de vassoura-de-bruxa nas mudas oriundas de material genético do BAG. Os acessos com maior percentual foram 32-20k, 12-2k, 53-3k, 35-18k, 35-15t, 34-10t, 36-5d e 85-8d, e os de menor percentual foram 22-20k, 34-10t, 3-2d, 7-15c, 2-3c, 12-10n, 5-6n, 53-6d, 25-7d, 41-3d e 23-4d .

Termos para indexação: cupuaçu, Theobroma grandiflorum, resistência, vassoura-de-bruxa.

Phenotipic caracterization of cupuaçu germoplasm collection at Embrapa Amazônia Ocidental

Abstract - This project had as objective characterizes and to evaluate phenotipically accesses of BAG (Active collection of Gemorplasm) of Western Amazonian Embrapa, implanted in the experiment CP96. For so much it was made evaluation regarding the resistance to witch's broom and characterization physicist chemist of the fruits. The crop 2004 began in October of 2003, extending July of 2004 even. The accesses of the experiment CP96 only presented diseases as witch's broom in the beginning and final of the crop. The accesses that obtained larger medium weight of the fruit were 53-6 and 70-7 with 2000g, and the ones that had smaller weight they were 76-5 and 80-5 with 850g. The fruits were also analyzed with relationship to revenue of seeds, the accesses that had larger revenue were 79-8 and 69-4 with 43 seeds, and the ones that had smaller revenue were 54-2, 80-2, 76-5 and 75-10 with 25 seeds on average. º Brix's variation was of 9,5 to 14,5. It Took place evaluation of the incidence of witch's broom in the seedlings originating from of genetic material of BAG. The lots with larger percentile were 32-20k, 12-2k, 53-3k, 35-18k, 35-15t, 34-10t, 36-5d and 85-8d, and the smallest percentile they were 22-20k, 34-10t, 3-2d, 7-15c, 2-3c, 12-10n, 5-6n, 53-6d, 25-7d, 41-3d and 23-4d.

Index terms: cupuaçu, Theobroma grandiflorum, resistance, witch's broom.

Introdução

O gênero *Theobroma* é tipicamente da região neotropical, distribuído em floresta tropical úmida no hemisfério ocidental, entre as latitudes 18° norte e 15° sul. A espécie *Theobroma grandiflorum* pertence à ordem Malvales e à família *Sterculiaceae*. É encontrada, espontaneamente, nas matas de terra firme e várzea alta, na parte sul e leste do Pará, abrangendo as áreas do médio Tapajós, Rios Xingu e Guamá, alcançando o nordeste do Maranhão, principalmente nos Rios Turiaçu e Pindaré; no entanto, árvores silvestres são bastante raras (Cuatrecasas, 1964; Ducke, 1940).

Diniz et al. (1984), considerando as condições climáticas das áreas de ocorrência natural e de cultivo do cupuaçuzeiro, constataram as seguintes variações: temperatura média anual: 21,6 a 27,5º C; umidade relativa média anual: 77% a 88%; e precipitação pluvial total anual de 1.900 a 3.100 mm.

A espécie apresenta grande variabilidade natural para diversos caracteres, potencializando fonte de variabilidade genética. O aproveitamento dessa variabilidade natural do cupuaçu vem sendo feito pelas Unidades da Embrapa na Região Amazônica, à medida que o germoplasma é coletado, caracterizado, avaliado e incorporado ao programa de melhoramento genético da cultura. No entanto, esses acessos representam somente uma parte da variabilidade genética da espécie e têm sido parcialmente avaliados para caracteres morfológicos, fenológicos, agronômicos e resistência a pragas e doenças. A conservação é feita em coleções, que já reúnem substancial acervo de germoplasma, que precisa ser conservado, caracterizado e avaliado.

Dentre as fruteiras nativas, a mais requisitada, em definição de tecnologias pelos produtores, tem sido o cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng. Schum.). Essa frutífera é considerada como uma das culturas mais importantes no setor, com aproveitamento integral do fruto na agroindústria. A polpa é uma excelente matéria-prima para a industrialização, em face dos teores de pectina, acidez e açúcares redutores (Nazaré, 1990), sendo utilizada na produção de suco, sorvete, néctares, geléia, iogurte, balas, doce em pasta e sobremesas em geral. As sementes possuem gordura de alto coeficiente de digestibilidade e composição, típica das manteigas vegetais, tal como a manteiga de cacau. No mercado, encontram-se artigos de higiene pessoal e cosméticos à base de gordura de sementes de cupuaçu. Uma tonelada de sementes frescas de cupuaçu fornece cerca de 160 kg de cupulate (chocolate de cupuaçu) em pó e 135 kg de manteiga (Nazaré, 1990). A casca é utilizada na arte artesanal e adubo orgânico.

A importância social dessa cultura para o Estado pode ser visualizada pelo número significativo de produtores que a cultivam, cerca de 4.840 propriedades, quando comparada com outras fruteiras, como: banana (16.239), guaraná (4.014), abacaxi (1.764), pupunha (1.661), laranja (1.067), maracujá (724) e coco (444) (Souza et. al, Idam, 1998).

A caracterização dos acessos do BAG de cupuaçu da Embrapa Amazônia Ocidental, para a cultura do cupuaçu, representa grande avanço para o desenvolvimento do programa de melhoramento da cultura na região.

Material e Métodos

Caracterização dos frutos - BAG experimento CP96

Foram coletadas informações do BAG de cupuaçuzeiro da Embrapa Amazônia Ocidental no experimento CP96. A caracterização e a avaliação dos acessos foram feitas com base em descritores mínimos, morfológicos e agronômicos, de acordo com Souza (1996) e Alves (2002).

No laboratório de recursos genéticos, foi feita a avaliação e caracterização dos frutos de 20 acessos do BAG exp. CP96, safra 2004, quanto à:

- Componentes da produção (peso médio de fruto por planta; rendimento de polpa; rendimento de sementes).
- Caráter físico-químico da polpa: ºBrix.

Para caracterização dos frutos considerou-se o delineamento inteiramente casualizado, com duas repetições e vinte tratamentos. Foi feita análise de variância e teste de Tukey a 5%.

Avaliação da incidência de vassoura-de-bruxa nas mudas de acessos do BAG

No viveiro da Embrapa Amazônia Ocidental, foram formadas mudas oriundas dos acessos do BAG de cupuaçuzeiro. Os acessos, em número variável de mudas, foram avaliados quanto à incidência de vassoura-de-bruxa.

Resultados e Discussão

Caracterização dos frutos - BAG experimento CP96

A safra 2004 iniciou em outubro de 2003 e estendeu-se até julho de 2004, apresentando vassoura-de-bruxa no início e fim da safra. Os frutos de cupuaçu do experimento CP96 foram analisados com relação ao formato, peso e tamanho do fruto; peso da casca, semente e placenta; tamanho e quantidade de sementes; º Brix. Houve variação do peso de fruto entre 800 e 2.000 g e rendimento de sementes entre 20 e 43. Os acessos que obtiveram maior peso médio do fruto foram d53-6 e d70-7 com 2.000 g, e os que tiveram menor peso foram d76-5 e d80-5 com 850 g (Figura 1). Os frutos foram analisados também com relação a rendimento de sementes, os acessos que tiveram maior rendimento foram d79-8 e d69-4 com 43 sementes, e os que tiveram menor rendimento foram d54-2, 80-2, d76-5 e 75-10 com 25 sementes em média (Figura 2). A avaliação da análise de ºBrix da polpa variou de 10 a 14,5, conforme Figura 3.

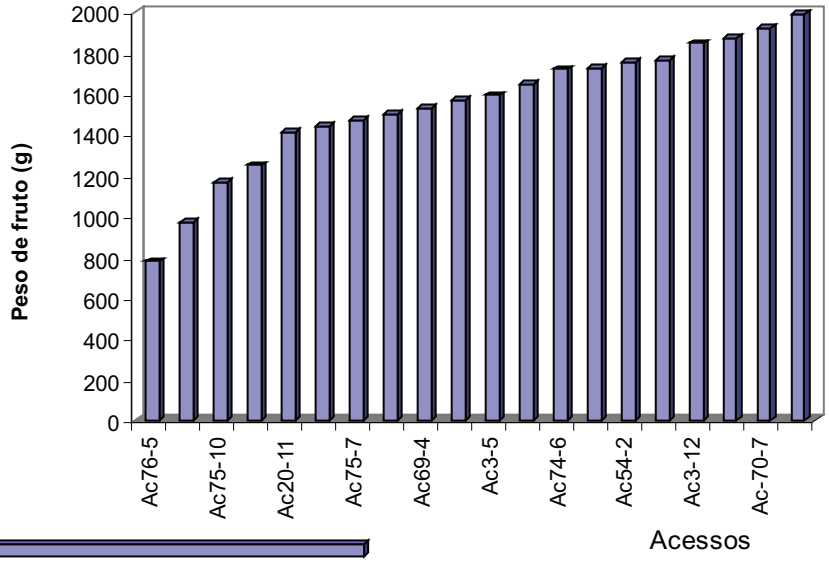


Figura 1. Peso médio de frutos de acessos de cupuaçu do experimento CP96.

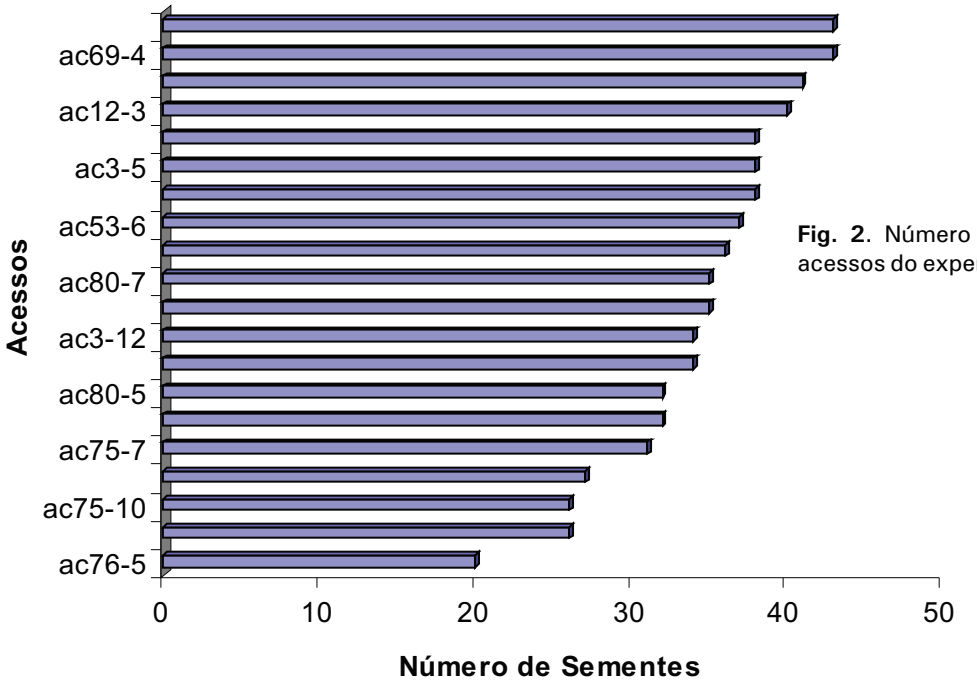


Fig. 2. Número de sementes por fruto dos acessos do experimento Cp96.

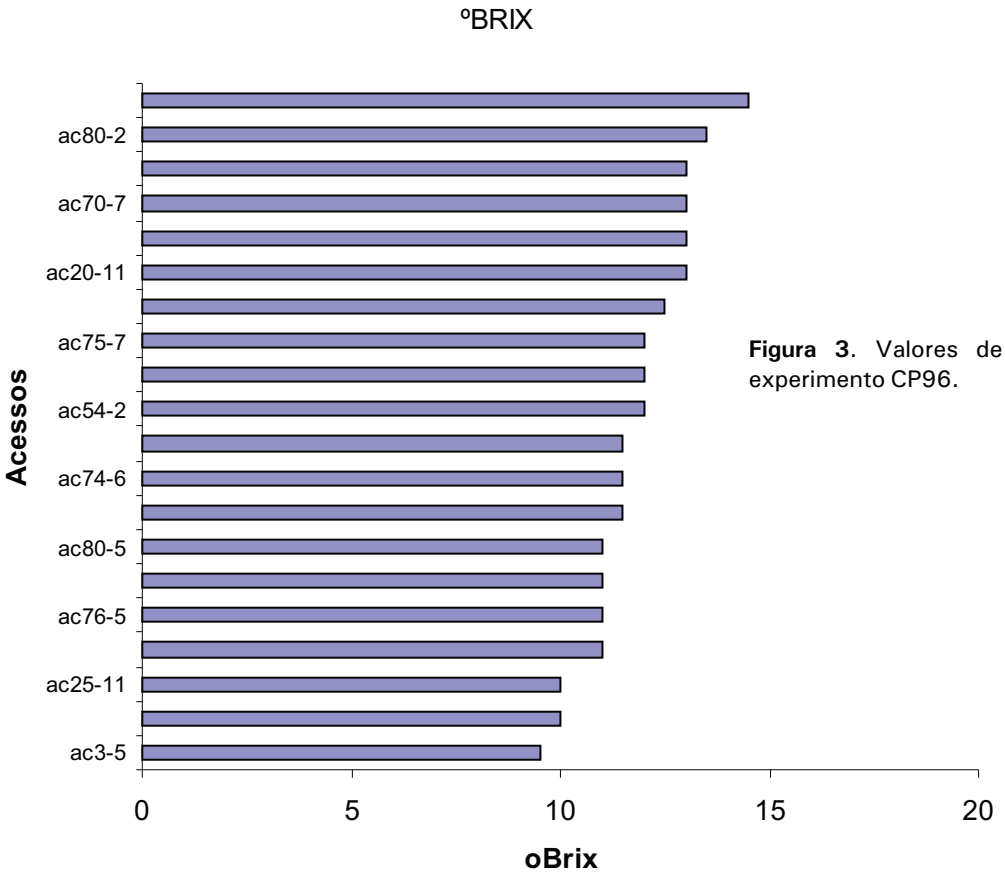


Figura 3. Valores de ºBrix dos acessos do experimento CP96.

Avaliação de doenças e pragas nas mudas do BAG

Houve incidência de vassoura-de-bruxa, broca-da-ponteira e manchas escuras nas folhas das mudas. Em alguns casos houve perda total de lote de mudas, em decorrência da vassoura-de-bruxa; os acessos mais sensíveis foram 32-20k, 12-2k, 53-3k, 35-18k, 35-15t, 34-10t, 36-5d e 85-8d, e os mais tolerantes foram 22-20k, 34-10t, 3-2d, 7-15c, 2-3c, 12-10n, 5-6n, 53-6d, 25-7d, 41-3d e 23-4d (Figura 4).

Conclusões

- Os frutos apresentaram rendimento de polpa entre 800 e 2.000 g e as sementes, uma média de 32 por fruto.
- Houve acessos com 0% de incidência de vassoura-de-bruxa.

Referências Bibliográficas

CUATRECASAS, J. Cacao and its allies a taxonomia revision of the genus *Theobroma*. **United States Natural Herbarium**, v. 35, n. 6, p. 375-614, 1964.

DINIZ, T. D. de A. S. et al. **Condições climáticas em áreas de ocorrência natural e de cultivo de guaraná, cupuaçu, bacuri e castanha-do-Brasil**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1984. 4 p. (EMBRAPA-CPATU. Pesquisa em Andamento, 133).

DUCKE, A. As espécies brasileiras de cacau (gênero *Theobroma* L.) na botânica sistemática e geográfica. **Rodriguesia**, v. 13, p. 265-279, 1940.

IDAM (Manaus.AM.). **Plano operativo 1998**. Manaus, 1998. 98 p.

NAZARÉ, R. F. R. de; BARBOSA, W. C.; VIÉGAS, R. M. F. **Processamento das sementes de cupuaçu para obtenção de cupulate**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1990. 38 p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 108).

SOUZA, A. das G. C. de et al. **A cultura do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Wild. ex Spreng.) Schum.)**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. 39 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular Técnica, 2).

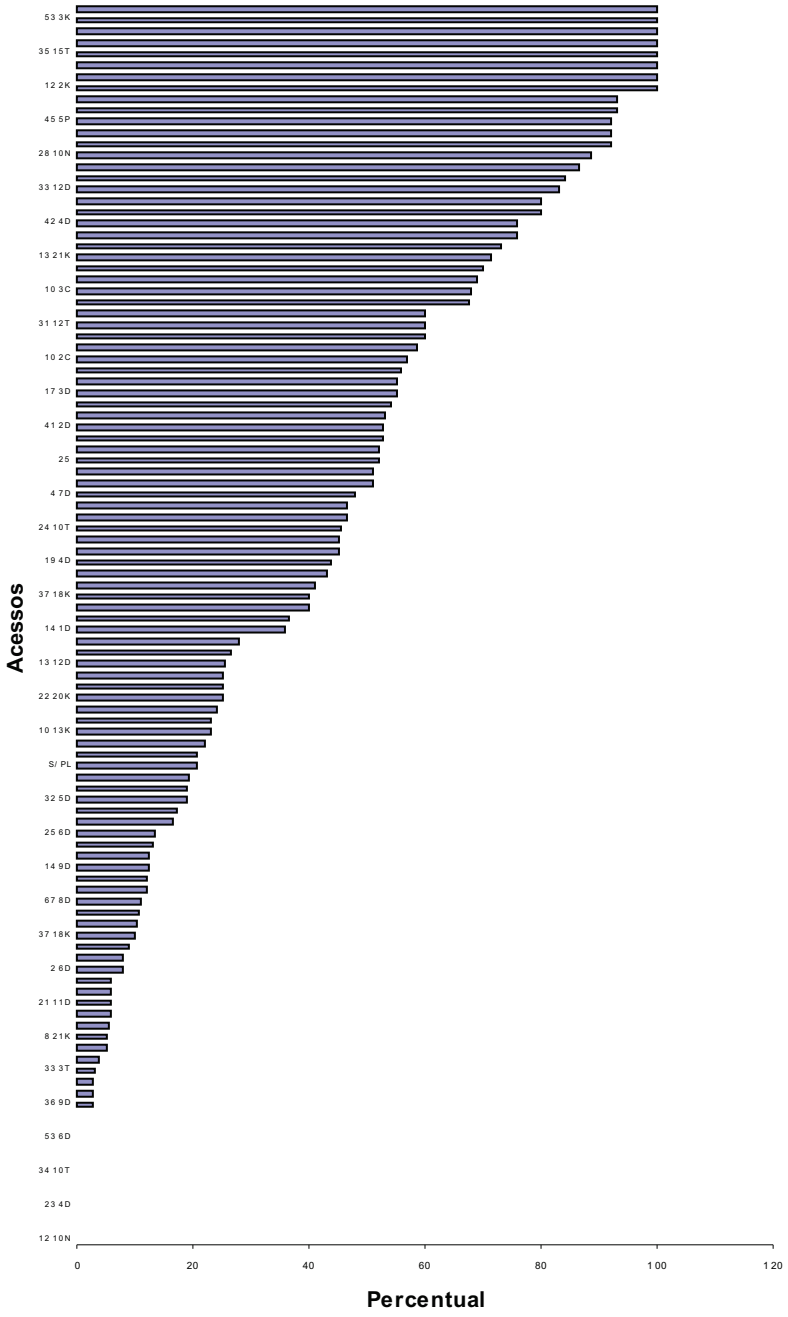


Fig. 4. Percentual de morte das mudas por vassoura-de-bruxa.

Efeito do nitrogênio, do fósforo e do potássio no desenvolvimento do porta-enxerto tangerina Cleópatra

Isaac Carneiro de Souza[1] e Sebastião Eudes Lopes da Silva[2]

[1] Bolsista Pibic/CNPq; [2]Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus AM. E-mail: seudes@cpaa.embrapa.br

Resumo - O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do nitrogênio, do fósforo e do potássio no desenvolvimento do porta-enxerto tangerina Cleópatra. Apesar de a Amazônia apresentar condições peculiares de clima e solo, nela são cultivadas as mesmas variedades cítricas que em outras regiões citrícolas do País. A situação do porta-enxerto é mais crítica ainda utilizando-se unicamente o limoeiro 'Cravo', cultivar suscetível à gomose de *Phytophthora*. Os experimentos foram instalados no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental do Km 28, Rodovia AM 010, Manaus, AM. Para a produção das mudas, as sementes foram colocadas para germinar em tubetes florestais. O substrato utilizado foi a vermiculita expandida (Plantmax). Os resultados indicam que a dose de 2 g de N por planta, aplicada de cinco em cinco dias, apresentou melhor desempenho no desenvolvimento do porta-enxerto tangerina Cleópatra, em altura e diâmetro do caule. As dosagens de K utilizadas não interferiram no crescimento em altura e diâmetro das plantas. A partir da dose 2,5 g de P e 3,5 g de N, houve saturação de fósforo no substrato, interferindo no crescimento em altura das plantas; já no diâmetro não interferiu.

Termos para Indexação: desenvolvimento, porta-enxerto, altura, diâmetro.

Nitrogen, phophorus and potassium effects on cleopatra mandarim rootstock

Abstrat - The objective of the work is to evaluate the effect of nitrogen, the match and the potassium in the development of the tangerina door-enxerto Cleópatra. Despite the Amazônia presenting peculiar conditions of climate and ground, in the same citric varieties are cultivated that in the other citrícolas regions of the Country. The situation of the door-enxerto is more critical still, using solely the lemon tree ` Cravo ' to cultivate susceptible to gomose of *Phytophthora*. the experiments had been installed in the experimental field of the Embrapa/Amazônia Occidental person, situated in km 28 of highway AM. For the production of the changes the seeds had been placed to germinate in tubetes forest. The used substratum was the expanded vermiculita (Plantmax). The results indicate that, the dose of 2g of N for applied plant are of 5 in 5 days better presented performance in the development of the door enxerto tangerina Cleópatra, in height and diameter of caule. The dosages of K used had not intervened with the growth in height and diameter of the plants. From dose 2,5 g of P and 3,5 g of N had saturation of match in the substratum intervening with the growth in height of the plants, diameter had no longer not intervened.

Index terms: development, door-enxerto, height, diameter.

Introdução

Na Região Norte, umidade e temperatura elevadas são favoráveis ao desenvolvimento de inúmeras doenças, sendo a gomose (*Phytophthora* spp.) uma das mais sérias (Feichtenberger, 1989). O método mais eficiente de preveni-la é o uso de porta-enxertos tolerantes, além de tratos culturais adequados (Silva & Garcia, 1999; Coelho & Mascarenhas,1991; Figueiredo et al., 1996; Figueiredo et al., 1999). A citricultura é a atividade agrícola que teve a maior expansão no Amazonas na última década, mas a produção de frutos ainda é insuficiente para atender o consumo interno, forçando a importação de outras regiões.

A situação do porta-enxerto é mais crítica ainda utilizando-se unicamente o limoeiro 'Cravo', cultivar suscetível à gomose de *Phytophthora*, um dos problemas fitossanitários mais sérios da região. Esses fatores, por si só, justificam a necessidade de estudos do comportamento de novas cultivares nesse agroecossistema particular, principalmente com relação a novos porta-enxertos. O uso de um único porta-enxerto pode impedir a planta de manifestar todo o seu potencial produtivo em diferentes tipos de solo, clima e variedades de copas. De acordo com Figueiredo et al. (2001), a influência dos porta-enxertos na produção das plantas, em seu vigor e na qualidade dos frutos é muito marcante. Os diferentes porta-enxertos têm sido muito estudados quanto às suas características em relação à facilidade de formação, afinidade com variedades de copas, resistência à seca e a doenças, precocidade de produção, produtividade e longevidade.

Segundo Rodrigues Ody (1997), o solo é a base da nutrição das plantas, compõe-se de partículas minerais de diferentes tamanhos, matéria orgânica, água e ar. No solo há partículas microscópicas, colóides e íons, que são de maior importância para a nutrição das plantas. Os principais íons negativos são hidrogênio, calcário, potássio, magnésio, amônia e sódio. São quinze os nutrientes considerados essenciais aos citros: carbono (C), oxigênio (O), hidrogênio (H), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), zinco (Zn), boro (B), manganês (Mn), cobre (Cu), ferro (Fe) e molibdênio (Mo). Os três primeiros são obtidos no ar e na água, representam 95% da matéria seca das plantas. O carbono e o oxigênio são absorvidos na forma de gases pelas folhas, e o hidrogênio, na forma de água pelas raízes. Os demais nutrientes são encontrados parcialmente no solo. Para manter as plantas bem nutridas, há necessidade de aplicar fertilizantes minerais suplementares, bem como executar as práticas culturais adequadas para obterem-se boas produções.

O País conta com variações climáticas que facilitam o cultivo das diversas espécies cítricas. A região citrícola de Sergipe e Bahia apresenta condições climáticas opostas à do Rio Grande do Sul. Naquelas, a temperatura, a umidade relativa do ar, as chuvas influem largamente na qualidade dos frutos, fazendo-os parecer, muitas vezes, cultivares diferentes. Isso permite ao País aumentar o número de espécies cítricas cultivadas, produzir em diferentes épocas do ano, ampliando seu potencial comercial. Bem ao norte da Região Amazônica, existem as mesmas condições climáticas que permitem ao Suriname produzir e exportar pomelos (Moreira, 1982) .

Este trabalho teve como objetivos: avaliar o efeito do nitrogênio, do fósforo e do potássio no desenvolvimento do porta-enxerto tangerina Cleópatra, bem como o efeito da adubação na biologia do porta-enxerto tangerina Cleópatra (desenvolvimento da parte aérea e sistema radicular).

Material e Métodos

Os experimentos foram instalados no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental situado no km 28 da Rodovia AM 010. O clima, segundo classificação de Koppen, é do tipo Ami, com precipitação média acima de 2.400 mm anuais e umidade relativa do ar em torno de 80%. O solo é do tipo Latossolo Amarelo distrófico, textura argilosa, predominante na região.

Experimento 1 - Para o experimento de nitrogênio foram coletadas sementes de tangerina Cleópatra que, após a lavagem e secagem, foram semeadas em tubetes florestais com diâmetro de 5,5 cm e comprimento de 18,5 cm. O substrato utilizado foi a vermiculita expandida, de

nome comercial Plantmax, enriquecida com adubações básicas de cálcio, magnésio, fósforo, potássio e enxofre. As sementes germinaram após 10 dias, o experimento foi dividido em 4 tratamentos e 6 repetições, sendo que cada tratamento possuía 27 plântulas. Os tratamentos receberam dosagens iguais, porém em diferentes concentrações e freqüências, que variaram de 5, 10 e 15 dias. Após três meses de tratamento, as plântulas foram medidas (peso seco e úmido, comprimento total, raiz e caule), colocadas na estufa e depois analisadas.

Experimento 2 - O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com 21 tratamentos, 4 repetições e 6 plantas por parcela, totalizando 504 plantas. O substrato utilizado foi terriço da mata, cujo resultado analítico foi pH = 4,3, Na = 10 mg/dm^3, K = 14 mg/dm^3, P = 2 mg/dm^3, Ca = 0,12 c.mol$_c$/dm^3, Mg = 0,14 c.mol$_c$/dm^3, Al = 0,78 c.mol$_c$/dm^3, H + Al = 5,73 c.mol$_c$/dm^3, C = 11,57 g/Kg, M.O. = 19,90 g/Kg, Fe = 217 mg/dm^3, Zn = 0,41 mg/dm^3, Mn = 0,63 mg/dm^3, Cu = 0,01 mg/dm^3. Com base na análise de solo, o terriço foi enriquecido com fontes de cálcio, magnésio e enxofre. Os nutrientes utilizados neste experimento foram N, P e K, com sete tratamentos para cada um deles. Para N a variação foi de 0,5 g; 3,5 g; 5,5 g; 8,0 g; 10,5 g; 13,0 g e 15,5 g. Para P foi de 0,5 g; 2,0 g; 3,5 g; 5,0 g; 6,5 g; 8,0 g; 9,5 g . Para K a variação foi de 0,5 g; 1,5 g; 2,5 g; 3,5 g; 4,5 g; 5,5 g; 6,5 g. Os nutrientes foram aplicados em intervalos de 15 dias, para todos os tratamentos, durante seis meses, as mensurações foram feitas no inicio, meio e fim do tratamento. Foram sorteadas duas plantas de cada parcela para ser analisado o efeito da adubação na biologia do porta-enxerto tangerina Cleópatra: desenvolvimento da parte aérea e sistema radicular, onde foi analisado o peso seco e o peso úmido de cada planta para avaliar qual o tratamento absorveu melhor os nutrientes .

Resultados e Discussão

O nitrogênio foi o elemento que mais interferiu no desenvolvimento do porta-enxerto tangerina Cleópatra, com freqüência de 5 dias entre as aplicações, conforme apresentado na Figura 1. Esses resultados indicam que, na fase inicial de desenvolvimento, os demais elementos são supridos pela reserva existente na semente e no substrato.

A dose de 2 g de N aplicada de 5 em 5 dias apresentou melhor desempenho nas plantas, influenciando o comportamento do desenvolvimento, tanto da parte aérea como do sistema radicular, mantendo o equilíbrio da planta (Figura 1).

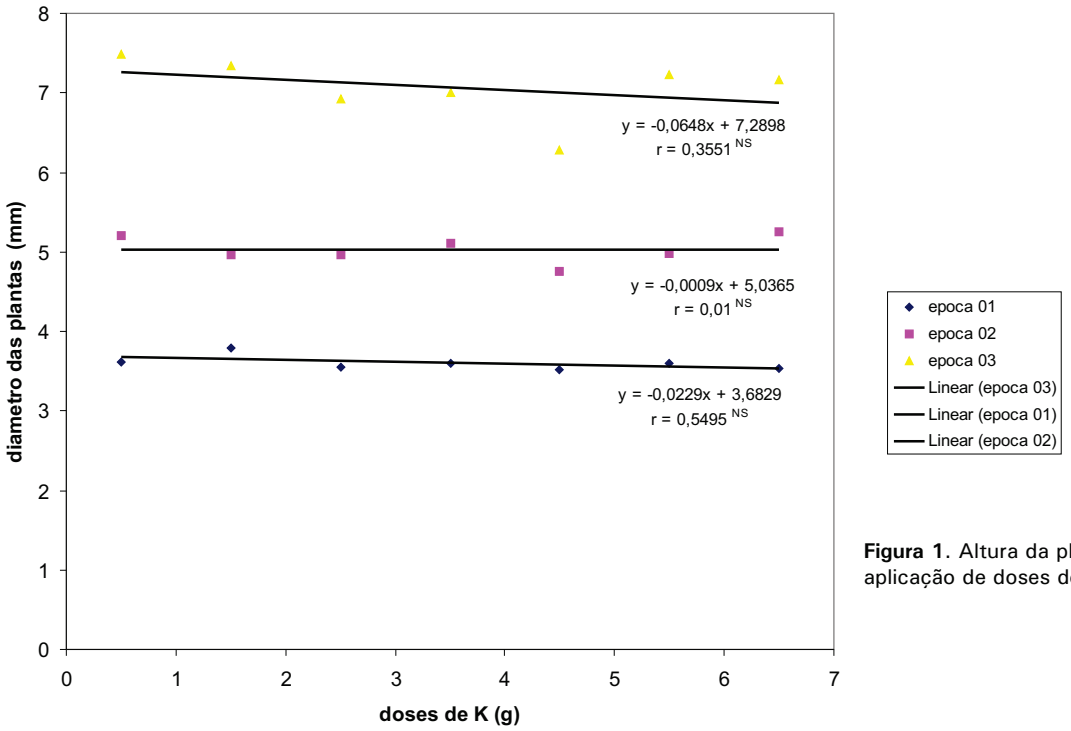


Figura 1. Altura da planta em função da aplicação de doses de potássio.

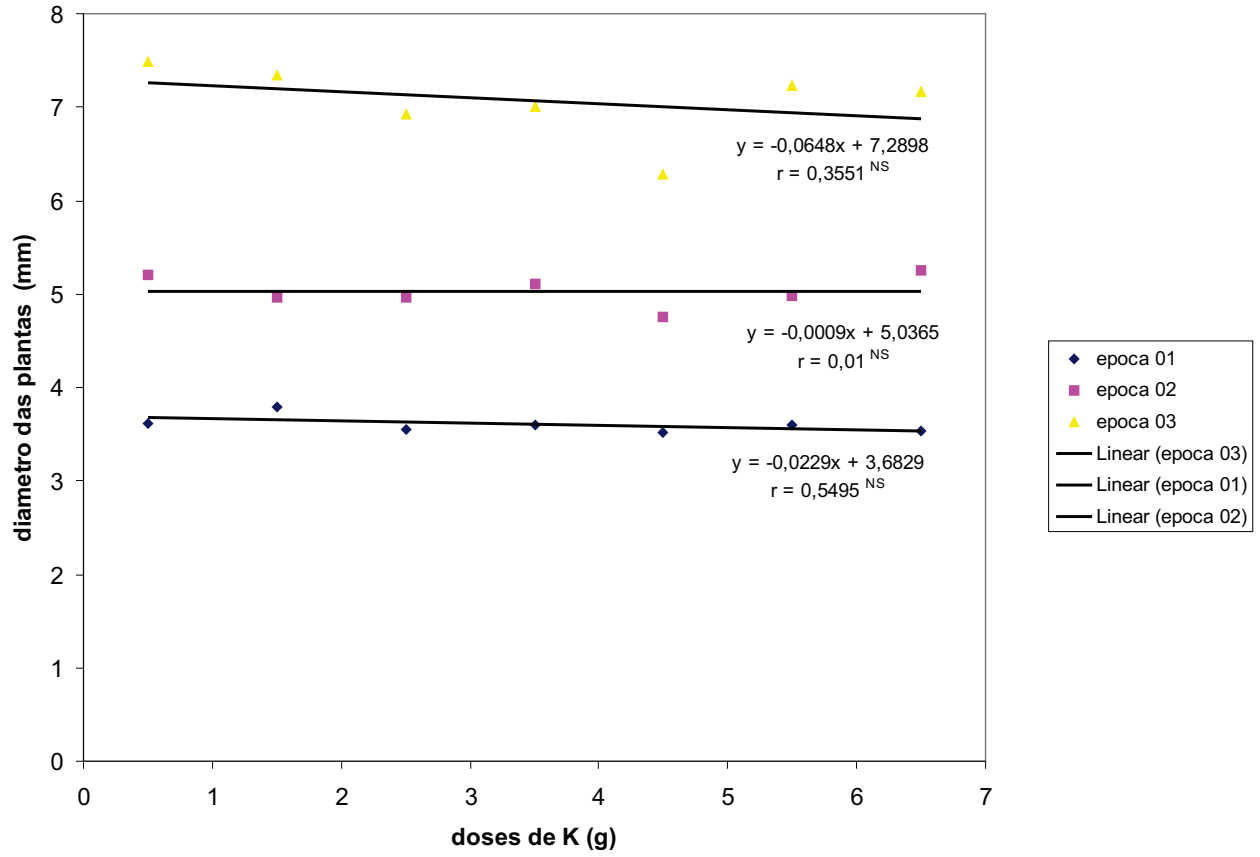


Figura 2. Diâmetro da planta em função da aplicação de doses de potássio.

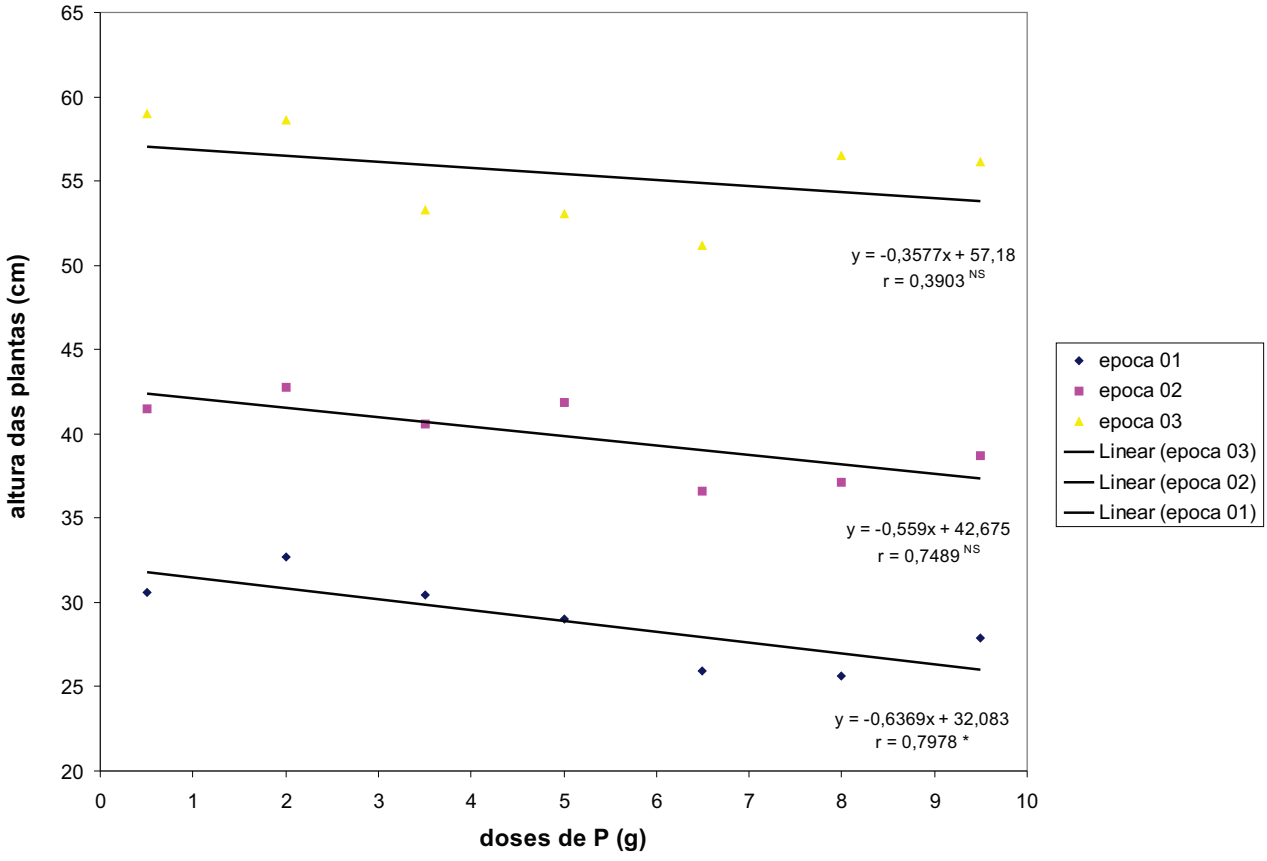


Figura 3. Altura da planta em função da aplicação de doses de fósforo.

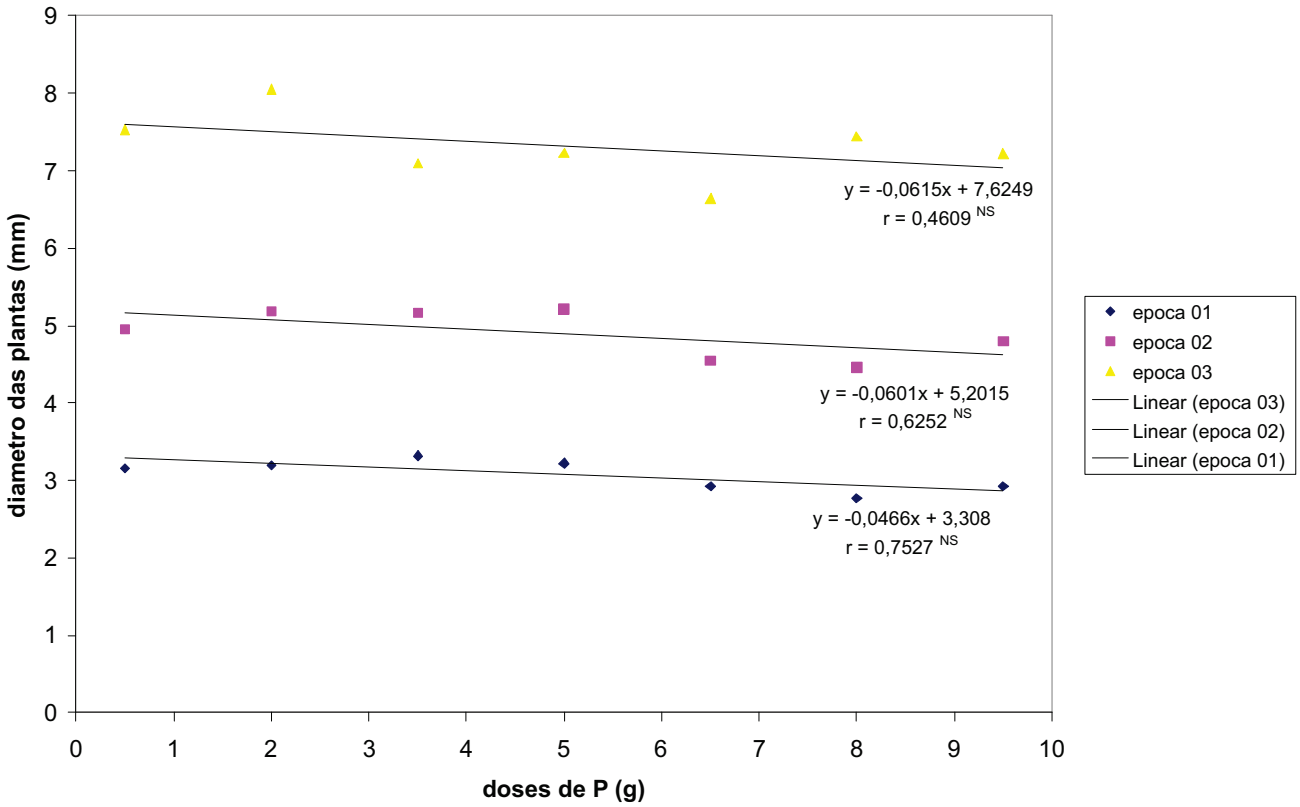


Figura 4. Diâmetro da planta em função da aplicação de doses de fósforo.

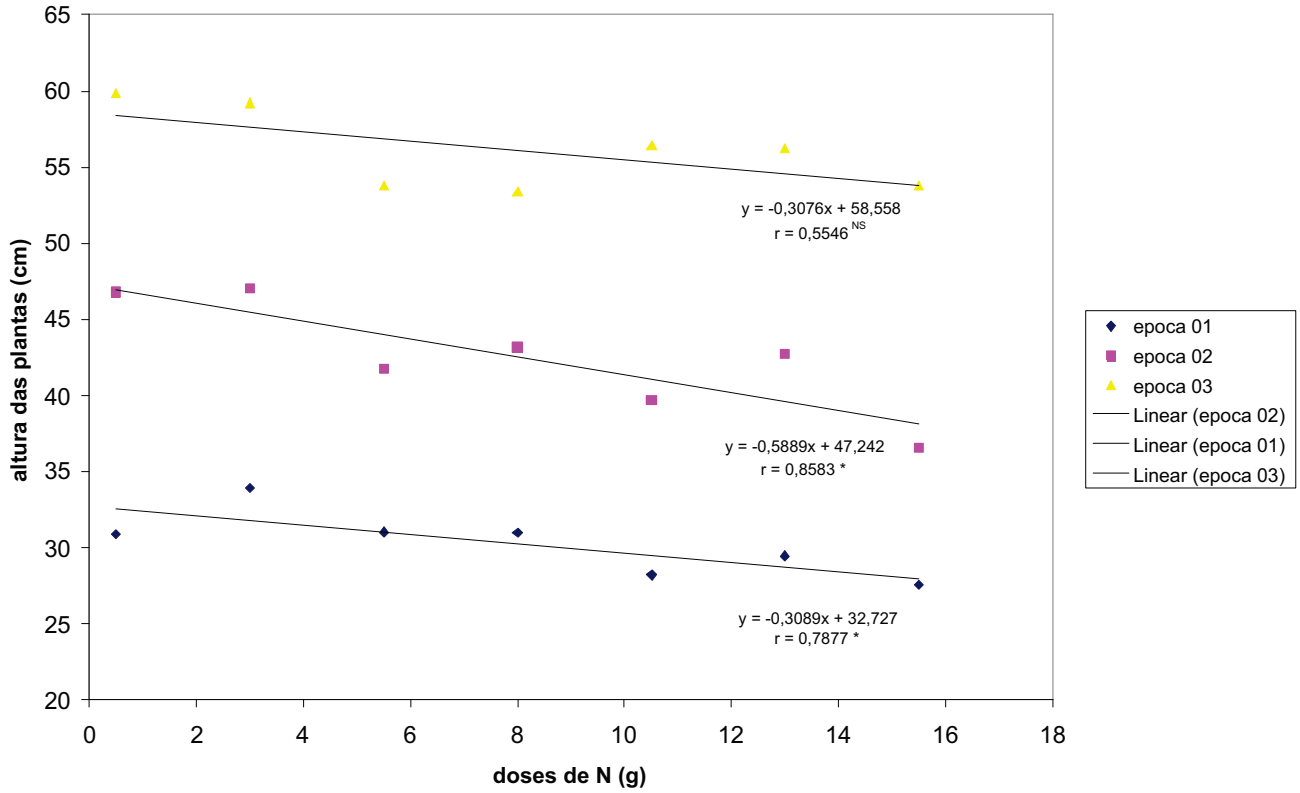


Figura 5. Altura da planta em função da aplicação de doses de nitrogênio.

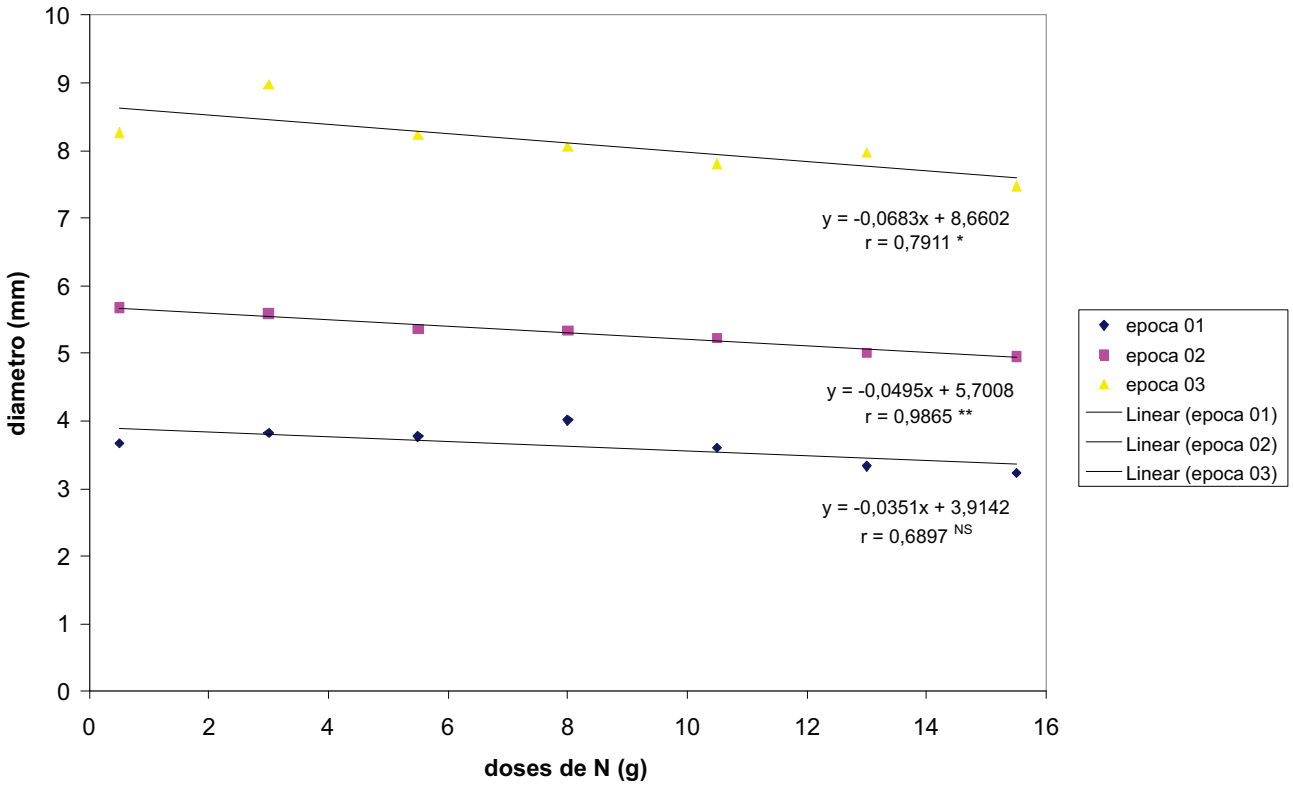


Figura 6. Diâmetro da planta em função da aplicação de doses de nitrogênio.

Conclusões

As dosagens de potássio utilizadas não interferiram no crescimento e diâmetro das plantas.

As doses de fósforo no substrato não interferiram no crescimento em altura nem no diâmetro das plantas. A partir da dose 3,5 g de N, houve saturação de nitrogênio no substrato, o que provavelmente interferiu no crescimento em diâmetro do caule das plantas.

Referências Bibliográficas

COELHO, Y. da S.; MASCARENHAS, J. M. **Limão 'Tahiti'**: aspectos econômicos e técnicas de cultivo. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 1991. 46 p. (EMBRAPA-CNPMF. Circular Técnica, 13)

FEICHTEMBERGER, E. Doenças induzidas por fungo do gênero *Phytophthtora* em citros e seu controle. **Laranja,** Cordeirópolis, v. 10, n. 2, p. 359- 378, 1989.

FIGUEIREDO, J. de O. et al. Comportamento de 11 porta-enxertos para o limão Tahiti na região de Bebedouro, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 3, 1996, p. 345-351.

FIGUEIREDO, J. de O. et al. Comportamento de 15 porta-enxertos para o tangor Murcott na região de Porto Feliz, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p 147-151, 2001.

FIGUEIREDO, J de O. et al. Comportamento inicial de limão Eureka km 47 sobre 14 porta-enxertos na região de Botucatu, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 3, p. 308- 312, 1999.

MOREIRA, C. et al. **Nutrição mineral e adubação dos citros**. 3. ed. Piracicaba: Potafos, 1982. 122 p. (Potafos. Boletim Técnico, 5).

ENCONTRO NACIONAL DE CITRICULTURA, 4., 1977, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SUDAP, 1977. 181 p.

SILVA, S. E. L da; GARCIA, T. B. **A cultura da laranjeira no Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. 20 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 5).

Comprimento, densidade e resistência estomática de cinco clones de guaranazeiro (*Paulinia cupana* var *sorbilis*)

Eliane Pereira Silva[1], Larissa Alexandra Cardoso de Moraes[2] e Murilo Rodrigues de Arruda[2]

[1]Universidade Federal do Amazonas (Ufam), Rua Gen. Rodrigo Otávio Jordão Ramos, n.º 3.000 CEP 69077 000 Manaus, AM. E-mail: eliane_procopio@hotmail.com; [2] Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus - AM. E-mail: sac@cpaa.Embrapa.br.

Resumo - Este trabalho teve como objetivo avaliar o comprimento, densidade e resistência estomática em plantas de diferentes clones de guaranazeiro. Foram analisadas as folhas de cinco clones de guaranazeiro (BRS- Amazonas, BRS-Maués, BRS-CG189, BRS-CG611 e BRS-CG612), com 17 meses de plantio, em delineamento inteiramente casualisado. Para avaliar a densidade e comprimento dos estômatos, as amostras de folhas foram fixadas em FAA (formaldeído, ácido acético glacial e água). As epidermes foram clareadas com hidróxido de sódio (NaOH) e coradas com safranina para observação em microscópio óptico. A resistência estomática foi mensurada em um único dia, com a utilização de porômetro modelo Delta T MP4, nos horários de 8, 12 e 16 horas. O clone BRS-CG 612 apresentou a maior densidade estomática (510,0 estômatos mm^{-2}). O clone BRS-Amazonas apresentou o maior comprimento médio de estômatos, 38,9 μm. Os clones BRS-Maués e BRS-Amazonas apresentaram menor resistência estomática nos horários estudados.

Termos para indexação: guaraná, estômatos, densidade, comprimento, resistência.

Length, density and stomata resistance of five clones of guaraná (*Paulinia cupana* var *sorbilis*)

Abstract - The objective of this work was evaluating in different clones of guaraná the length, density and stomata resistance. It was evaluated leaves of 5 clones of guaraná (BRS- Amazonas, BRS-Maués, BRS-CG189, BRS-CG611 e BRS-CG612) in a completely randomized design. To evaluate the density and length, the leave were fixed in FAA (Formaldeid, acetic acid and water) and epidermal whitening with NaOH and colored with safranina 1% and observed in the optical microscope. The stomata resistance was measurement using a porometer (Delta T MP4). The evaluation was done at 9, 12 and 16h, in only one day. Clone BRS-CG 612 shows the highest stomata density (310,0 estomata/mm^{-2}). The highest length was show by the clone BRS-CG Amazonas with a mean of 38,9 ?**m. The guaraná BRS-Amazonas and BRS-Maués clones show the lowest stomata resistance.**

Index terms: guaraná, resistance, stoma, density.

Introdução

O guaraná é uma planta genuinamente Amazônica, com centro de dispersão localizado no Município de Maués e Boa Vista dos Ramos, onde é tradicionalmente utilizada pelas populações indígenas da região há centenas de anos. A partir do século XVII a planta começou a se tornar conhecida no Brasil, mediante divulgação feita por colonizadores e viajantes que passavam pela região, tornando-se nacionalmente e popularmente conhecida a partir do início do século XX, quando teve início seu uso para produção de refrigerantes.

O guaranazeiro pertence à família da *Sapindaceae*, em que já foram identificadas cerca de 1.500 espécies, sendo as mais conhecidas a lichia (*Litchi chinensis*), uma fruta de origem chinesa, e o guaraná verdadeiro ou *Paullinia cupana* var. *sorbilis,* (Botany, 2002).

O Brasil é o único produtor comercial de guaraná do mundo, excetuando-se pequenas áreas plantadas na Amazônia Venezuelana e Peruana, (Embrapa, 1998). Estima-se que a

produção nacional de amêndoas esteja em torno de 5 mil toneladas ano^{-1} (Embrapa, 2002), que é quase toda consumida no mercado interno. Acredita-se que a exportação das amêndoas ou o equivalente em xarope não ultrapassa as 50 toneladas ano^{-1}, ou seja, 1% do total. No mercado interno, 90% das sementes são utilizadas pelos fabricantes de refrigerantes, enquanto os 10% restantes são comercializados sob a forma de xarope, bastão, pó e extrato.

Em razão da baixa produtividade e da alta variabilidade dos plantios oriundos de sementes, optou-se pelo uso de mudas clonadas, com base no programa de melhoramento do guaranazeiro, o qual consta de duas linhas de pesquisas: seleção recorrente intra-específica e seleções clonais, obtendo-se diversos clones, propagados por enraizamento de estacas, cuja utilização pode aumentar em até dez vezes os atuais índices de produtividade, além de serem genótipos com tolerância à principal doença do guaraná, a antracnose (Nascimento Filho et al., 2000).

As características utilizadas pelo programa de melhoramento para seleção de genótipos melhorados incluem tamanho de inflorescência, número de botões, número de frutos e número de sementes por fruto do guaranazeiro (Valois et al., 1979), não considerando aspectos ligados à fisiologia da planta, que podem ser mensurados em fase juvenil, podendo ser de grande utilidade para acelerar o processo de melhoramento da cultura.

O conhecimento de que taxas mais altas de assimilação de CO_2 estão associadas à condutância estomática indicam que esta característica pode estar ligada à produção, uma vez que um fornecimento maior de CO_2 promoveria maior suprimento de sacarose, podendo ser convertida em produção (Stucliffe, 1980). Portanto, o estudo da possibilidade de utilização da determinação da condutância ou resistência estomática com porômetro, como característica de seleção de genótipos superiores, seria de grande auxílio, já que se trata de um procedimento rápido, adequado às limitações de prazo para as medições de grande número de plantas utilizadas no melhoramento genético.

O objetivo deste trabalho foi medir o comprimento, a densidade e a resistência estomática em cinco clones de guaranazeiro.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental localizado no Km 29 da Rodovia AM 010, Manaus, Amazonas. O solo do local é um Latossolo Amarelo muito Argiloso, distrófico, álico, considerado como de baixa fertilidade. O estudo da densidade estomática foi feito dentro do experimento com manejo orgânico do guaranazeiro, em plantas com 17 meses de idade, as quais ainda não haviam entrado em fase reprodutiva. A área total é de cinco hectares descontínuos, onde foram plantados cinco clones de guaranazeiro: BRS-Amazonas, BRS-Maués, BRS-CG 189, BRS-CG 611 e BRS-CG 612 com espaçamento 5 x 5 m. Para a análise do comprimento e densidade de estômatos, o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, coletando-se duas folhas de três plantas aleatoriamente.

Foram coletadas folhas novas, mas fisiologicamente maduras. As folhas foram levadas para o laboratório de fisiologia vegetal, fixadas com FAA (formaldeído, ácido acético glacial e água) e NaOH, para clareamento, e em seguida lavadas em água corrente. Após, retirou-se a epiderme com o auxílio de uma lâmina cortante e em seguida foram colocadas em água sanitária até ficarem transparentes, para depois serem coradas em safranina a 1% e lavadas em água destilada. Ao final do processo, as folhas foram postas em lâminas com glicerina para observação em microscópio óptico.

A resistência estomática foi medida com o porômetro Delta T MP4, nos horários de 9, 12 e 16 h do dia 26 de agosto de 2004. As medidas foram realizadas em dia ensolarado, somente na superfície abaxial da lâmina foliar, pelo fato de o guaraná ser uma espécie hipoestomática (Medri et al., 1980), em cinco folhas maduras de cinco plantas por clone, escolhidas aleatoriamente.

Resultados e Discussão

Pela Tabela 1, observa-se que o clone BRS-CG 612 apresentou a maior densidade estomática (510,0 estômatos mm^{-2}), enquanto o BRS-Maués apresentou a menor densidade (337,6 estômatos mm^{-2}), apesar de não se diferenciar estatisticamente dos clones

BRS-Amazonas, BRS-CG 611 e BRS-CG 189. Meinder e Mansfield (1968), estudando 27 espécies, registraram valores inferiores aos encontrados para guaraná, com a maioria das plantas apresentando densidade de 100 a 200 estômatos por milímetro quadrado de folha.

Tabela 1. Densidade média de estômatos de cinco clones de guaranazeiro.

Clone	Estômatos mm^{-2}
BRS-CG 612	510,0 a
BRS-CG 189	421,0 b
BRS-CG 611	367,0 bc
BRS-AMAZONAS	350,3 c
BRS-MAUÉS	337,7 c

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Em relação ao comprimento dos estômatos, o clone BRS-Amazonas apresentou o maior comprimento com média de 38,9 μm e o BRS-CG 612 obteve o menor comprimento, com média de 35,0 μm, apesar de não diferir estatisticamente dos clones BRS-CG 611, BRS-CG 189 e BRS-Maués (Tabela 2). Esses valores são superiores aos encontrados nos estudos de Meinder e Mansfield (1968), no qual a maioria das espécies estudadas apresentou valores de 10 a 30 μm.

Tabela 2. Comprimento médio dos estômatos de cinco clones de guaranazeiro.

Clone	Mm
BRS-AMAZONAS	38,9 a
BRS-CG 611	38,1 ab
BRS-CG 189	37,5 ab
BRS-MAUÉS	36,8 ab
BRS-CG 612	35,0 b

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Os clones avaliados apresentaram tendência de redução do tamanho dos estômatos com o aumento de sua densidade, com o clone BRS-CG 612 apresentando o maior valor de densidade, 510 estômatos mm^{-2} e o menor comprimento, 35 μm. No entanto, ao comparar o guaranazeiro com outras espécies, pode-se considerar que ele apresenta alta densidade estomática, aliada a estômatos grandes, o que em parte pode ser explicado pelo fato de, originalmente, o guaranazeiro ser uma espécie encontrada na forma de cipó, no interior da floresta, onde a intensidade luminosa é baixa e a umidade relativa do ar é alta, não havendo, provavelmente, necessidade da restrição da transpiração.

O clone BRS-CG 611 apresentou a maior resistência estomática, com média de 1,38 s cm^{-1}. O clone BRS-Maués apresentou a resistência estomática (0,87 s cm^{-1}), não diferindo estatisticamente dos clones BRS-CG 612 e BRS-Amazonas. O clone BRS-CG 189 ficou em posição intermediária (1,10 s cm^{-1}), quando comparado aos outros clones avaliados (Tabela 3). Meinder e Mansfield (1968) encontraram valores de resistência, em geral, variando de 1,5 a 2,0 s cm^{-1}, embora tenham encontrado valores de 0.5 e 4.8 s cm^{-1} em *Beta vulgaris* e *Phaseolus vulgaris*, respectivamente.

Tabela 3. Resistência estomática média de cinco clones de guaranazeiro obtidas em três diferentes horários: 8, 12 e 16 horas.

Clone	s cm^{-1}
BRS-CG 611	1,38 a
BRS-CG 189	1,10 b
BRS-AMAZONAS	0,90 c
BRS-CG 612	0,88 c
BRS-MAUÉS	0,87 c

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Em relação ao horário de mensuração da resistência estomática, observou-se que a resistência aumentou ao longo do dia, provavelmente por causa da alta intensidade luminosa e temperatura, variando de 0,40 s cm^{-1} às 8h a 1,58 s cm^{-1} às 16h (Tabela 4). Pires e Brina (1997) estudaram variações diurnas e resistências estomáticas em espécies arbóreas, não encontrando grandes variações, registrando as menores resistências entre 9 e 10h, com valores de 0.8 s cm^{-1} para *Pseudobombax,* 1.33 s cm^{-1} para *Ficus* e 2.32 s cm^{-1} para *M. urundeuva.*

Tabela 4. Resistência estomática média, às 8, 12 e 16 horas, de cinco diferentes clones de guaranazeiro.

Horário	s cm^{-1}
8	0,40 c
12	1,10 b
16	1,58 a

Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Conclusões

Os clones BRS-CG 612 e BRS-Maués apresentaram a maior (510,0 estômatos mm^2) e menor (337,7 estômatos mm^2) densidade estomática, respectivamente.

Os clones BRS-Amazonas e BRS-CG 612 apresentaram o maior (38,9 μm) e o menor (35,0 μm) comprimento médio de estômatos, respectivamente.

Os clones BRS-CG 611 e BRS-Maués apresentaram a maior (1,38 s cm^{-1}) e a menor (0,87 s cm^{-1}) resistência estomática, respectivamente.

Referências Bibliográficas

BOTANY. University of Hawaii at Manoa. Disponível em: <>. Acesso em: 10 dez. 2004.

ATROCH, A. L. et al. **Agricultura familiar na Amazônia brasileira**: clones de guaraná: tecnologia sustentável para a Amazônia. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2002. 1 folder.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (Manaus, AM). **Sistema de produção para guaraná** - Estado do Amazonas. Manaus, 1998. 34 p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 13).

MEIDNER, H; MANSFIELD, T. A. **Physiology of stomata.** London: MacGraw Hill, 1968.

NASCIMENTO FILHO, F. J.; ATROCH, A. L.; CRAVO, M. S. **Melhoramento genético do guaranazeiro, resultados de ensaios de avaliação de clones, fase produtiva 1985 a 1994**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. 54 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Boletim de Pesquisa, 7).

MULLER, M. W.; MACHADO, R. C. R.; REIS, G. G. dos. **Revista Theobroma**, Ilhéus, v. 12, n. 1, p. 29-36, jan./mar. 1982.

SUTCLIFFE, J. **As plantas e a água.** São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo, 1980. p. 60-62. (Temas para Biologia, 23).

VALOIS, A. C. C.; CORRÊA, M. P. F.; VASCONCELLOS, M. E. da C. Estudos de caracteres correlacionados com a produção de amêndoa seca no guaranazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 14, n. 2, p. 175-179, abr. 1979.

Caracterização botânica e agronômica de clones de mandiocas brava e mansa na Amazônia

Cecília Miranda Magno de Araújo[1], José Jackson Bacelar Nunes Xavier [2] e Miguel Costa Dias[2]

[1]Bolsista Pibic/CNPq, [2] Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus - AM. E-mail: jjackson@cpaa.embrapa.br, miguel@cpaa.embrapa.br.

Resumo - A mandioca é uma das mais importantes fontes de energia alimentar para populações humanas na Região Norte, em virtude de sua alta adaptabilidade; porém sua produtividade média é baixa. Dentre os fatores determinantes do baixo rendimento, destaca-se a pouca disponibilidade de cultivares com alto potencial produtivo e resistentes a pragas e doenças. A cultura da mandioca apresenta interações entre o genótipo e o ambiente. É afetada por diversos estresses bióticos e abióticos, e dentre aqueles encontra-se a podridão radicular, causada pelos fungos *Fusarium* e *Phytophthora.* Este subprojeto iniciou em janeiro de 1999 com os seguintes objetivos: selecionar germoplasma com potencial de utilização em curto prazo; gerar híbridos de mandioca adaptados aos diferentes ecossistemas*;* ampliar a diversidade genética, nas áreas cultivadas com mandioca, com novas variedades melhoradas para diferentes alternativas de utilização; otimizar o manejo dos clones preferidos pelos produtores da região, conjuntamente com os centros de pesquisa da Embrapa que atuam na Região Norte. Os experimentos estão sendo conduzidos no Campo Experimental do km 28, Rodovia AM 010 (área de terra firme), compostos de avaliação e seleção de variedades provenientes do banco de germoplasma de mandioca da Amazônia e uma outra, específica para obtenção e seleção de híbridos. Constata-se que a produção de raízes, com exceção dos clones IM 993 e IM- 1013, foi acima da média estadual (em torno de 12 t/ha), indicando que esses clones estão aptos a serem avaliados e incorporados na próxima etapa do processo de melhoramento previsto.

Termos para indexação: *Manihot esculenta* Crantz, acessos, melhoramento.

Agronomic botanical characterization of cassava of clones brave and docile in the Amazonia

Abstract- The cassava crop is one of the most important energy foutain alimentary for the Amazon Region, because it present a good adaptability, but your production is not very good, for a many reasons one of them is the acess to a material with a good production and tha resistence to a plagues and diseases. Across of the selection adequate of plants, with recombinations and selections withen ecosystem especifc, it will be possible to reach a good production, quality and resistence to a plagues and dieases.This subproject, began in january of 1999, with the sequencial objective: selection of varieties with potencial of utilization to a short time; to get hybrids of cassava adapted to the diferents ecosystem; to amplify the diversity genetic in the cultivate region with cassava with a new varietes for diferents alternatives of utilization; and to improve the management of the clones prefered by the local producer.The experimentes was realized in the bases in the area experimental of Km 28 (area of the farmer), respective composition of valuation and selection of varietes proceeding from the banc of germplasm of cassava and another especifc to the obtainment and selection of hybrids. Based on the results from the experiment, the conclusion was the variets reached the expects and objects of the projet. The productions of roots, with exception of clones IM 993 e IM- 1013, was above of expect, what is in lathe of 12 ton/ha, indicative what power to be incorporated in the process of the improvement anticipated.

Index terms: cassava, acesses and improvement.

Introdução

A mandioca é uma das principais fontes de carboidrato, utilizadas na Região Norte para a alimentação humana, animal e para usos industriais. É cultivada em todas as regiões brasileiras, contribuindo com cerca de 15% para a produção mundial. Um dos fatores que têm causado baixa produtividade é o uso de variedades com baixo potencial produtivo. Uma das formas mais simples e econômicas de se elevar a produtividade da mandioca é a substituição das variedades tradicionais por variedades melhoradas. Com uma simples seleção de variedades é possível obter aumento significativo no rendimento da cultura (Kawano et al., 1987).

A mandioca apresenta interação com o ambiente e, portanto, dificilmente um mesmo genótipo se comporta de forma semelhante em todas as regiões (Fukuda & Silva, 1990). Isso se deve ao grande número de pragas e doenças que afetam o cultivo, cuja incidência está limitada a condições edafoclimáticas específicas, restritas a determinados ecossistemas (Lozano, et al., 1983).

Além de pragas e doenças, a cultura da mandioca é afetada por estresses causados por fatores abióticos, que limitam ou inviabilizam o desenvolvimento de uma única variedade em vários ecossistemas (Fukuda & Porto, 1991).

Para difundir variedades de mandioca com ampla aceitação pelos produtores e retroalimentar os programas de melhoramento com a cultura, o método de pesquisa participativa em melhoramento de mandioca desenvolvido por Hernandez (1991) tem sido utilizado com sucesso na Colômbia. Calcula-se que, por meio de seleção adequada de parentais, seguida de recombinações e seleções dentro de cada ecossistema específico, seja possível obter ganhos relevantes em produtividade, qualidade e resistência a pragas e doenças. As ações do subprojeto em andamento, entre elas o teste preliminar de produtividade - TPP, que faz parte do trabalho vinculado ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - Pibic desenvolvido em 2002/2003, têm potencializado a indicação, através dos dados obtidos, de recomendações de cultivares/ clones com produtividade superior à média estadual.

Material e Métodos

Este trabalho foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental situado no km 28 da Rodovia AM 010 (área de terra firme), Manaus, AM.

Foram realizadas as ações de pesquisa pertencentes ao ensaio - teste preliminar de produtividade - TPP, constituído de genótipos provenientes dos experimentos, introdução de cultivares (IC), realizados em 2001/02, compostos de mandioca de polpas amarela e branca e macaxeira. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 3 experimentos, distribuídos em 3 repetições, cada um com 21 tratamentos, com parcelas compostas de 16 plantas estabelecidas em espaçamento de 1 x 1 m.

A área destinada aos experimentos foi preparada com o auxílio de roçadeira acoplada a um trator. Posteriormente, foi feita uma aração do solo com grade aradora. Aplicaram-se 2 t/ha de calcário dolomítico, distribuídas a lanço, 30 dias antes do plantio. Utilizou-se adubação química nas quantidades de 30-60-40 kg/ha de N, P_2O_5 e K_2O, respectivamente. As fontes disponíveis foram uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, distribuindo todo o fósforo e as metades do N e K 90 dias após o plantio e o restante aos 120 dias.

O experimento até os 120 dias foi mantido livre da competição das plantas daninhas e mantido durante todo o ciclo de cultivo livre de competição.

No processo de avaliação foram considerados: o estande inicial (60 dias após o plantio), estande final (na colheita), peso das raízes, teor de amido e matéria seca da raiz (método da balança hidrostática), índice de colheita, resistência a pragas e doenças, peso do caule, peso da parte herbácea mais folha, sobrevivência (calculado em função = n.º final de plantas = 100/nº real de plantas), n.º de manivas por cova (obtidos a partir da quantidade de hastes exigentes em cada cova/parcela), produção de manivas (medida em metro linear, a parte lenhosa, e desprezada a parte herbácea), distância entre cicatrizes foliares (medida em centímetros, tiradas do terço médio da planta, entre cicatrizes que se encontram no mesmo plano), altura média da planta (m), altura da 1ª ramificação (m), tombamento (quando fica inclinada a uma distância inferior a 10 cm do solo) e cozimento das raízes de macaxeira.

Em relação à macaxeira também foi avaliada a qualidade organoléptica das raízes, levando-se em consideração a fibra (1- sem fibra, 2- pouca fibra, 3- fibra intemediária, 4- muita fibra), a palatabilidade (1- excelente, 2- boa, 3- regular, 4- ruim); a textura (1- fina - sem encaroçamento, 2- média - pouco encaroçada, 3- grossa - muito encaroçada); a plasticidade (1-sem plasticidade, 2 - plasticidade baixa, 3 - plasticidade média, 4 - plasticidade alta); a pegajosidade (1 - não pegajosa, 2- pegajosidade baixa, 3 - pegajosidade média, 4 - pegajosidade alta).

Resultados e Discussão

Mandioca de polpa amarela

A sobrevivência das plantas obteve ótimo índice de resistência, com exceção do clone IM - 979, que apresentou baixa capacidade de vigor (Tabela 1). Portanto, não foi considerado um clone de potencial positivo para os próximos passos do projeto, que são o teste avançado de produtividade I, II, validações em diferentes ecossistemas e recomendações, de acordo com Fukuda (1996) e Fukuda et al. (2003).

Em relação à produção de manivas por cova, apresentada na Tabela 1, observou-se que somente o clone IM - 979 não apresentou produção, por causa de seu baixo vigor; todas as outras cultivares apresentaram boa produção de manivas/sementes.

O número de manivas/cova apresentou em média uma a duas plantas por cova em todas as suas variedades, sendo a IM - 963 a única que apresentou duas manivas por cova.

A distância entre cicatrizes foliares (Tabela 1) apresentou superalongamento entre as cicatrizes foliares, sendo a mais longa a da IM - 958, considerada uma distância normal, por estar dentro dos padrões aceitos entre distância de cicatrizes foliares (padrão longo).

Em relação à altura das plantas (Tabela 1), notou-se grande variação entre as cultivares, algumas atingiram altura adulta logo nos primeiros períodos da coleta de dados, não havendo muita variação no decorrer do tempo em relação a altura, e outras já apresentaram crescimento deficiente, mesmo sendo da mesma variedade, como é o caso da IM - 956. Considerando-se a altura da primeira ramificação (Tabela 1), observou-se o surgimento das ramificações no terceiro ao quinto mês de plantio, sendo a maioria natural e algumas causadas por mosca-do-broto.

Os níveis de ramificação (Tabela 1) não apresentaram muita variação entre os níveis de ramificação nas variáveis, sendo normal, com a presença da mosca-do-broto em algumas, o que causa o superbrotamento, mas não houve diferenças que pudessem ser levadas em consideração.

O tombamento (Tabela 1) é uma variável considerada relevante quando atinge a partir de 20% da parcela. Pelos resultados obtidos, constatou-se que o número de tombamentos não prejudicou a avaliação dos clones, sendo estes promissores.

Tabela 1. Médias dos dados obtidos da mandioca de polpa amarela.

Tratamento	Índice de sobrevivência	Produção de manivas por cova	Nº de plantas por cova	Comprimento da filotaxia (cm)	Comprimento da planta (m)	Altura da 1ª ramificação	Níveis de ramificação	Tombamento
IM-993	91,65	0,96	1,33	13,03	1,42	0,51	2,00	0,00
IM-1004	97,83	1,06	1,00	11,03	2,39	0,53	2,00	0,00
IM-1023	79,16	0,78	1,33	14,27	1,30	0,52	2,00	1,33
IM-958	100,00	1,82	1,33	18,25	2,44	0,81	2,33	0,00
IM-963	100,00	1,71	2,00	11,17	2,23	0,99	2,33	0,66
IM-946	95,83	0,81	1,66	8,92	1,54	0,34	2,67	0,00
IM--929	100,00	1,28	1,00	8,25	1,59	0,42	3,00	0,00
IM-1013	93,75	1,17	1,00	13,50	1,86	0,63	2,00	0,33
IM-979	33,32	0,0	1,00	9,58	1,60	0,47	2,33	0,67
IM-1072	97,83	1,00	1,00	8,08	1,61	0,25	2,00	0,00
IM-1050	100,00	0,81	1,00	9,17	1,65	0,45	2,67	0,66
IM-851	97,83	1,57	1,33	12,41	2,14	0,57	2,00	0,33
IM-956	97,90	1,16	1,67	8,92	0,98	0,88	2,00	0,33
IM-866	97,90	1,22	1,33	12,00	1,88	0,61	2,33	0,00
IM-890	100,00	1,24	1,00	14,83	1,77	0,65	3,00	0,33
IM-978	100,00	1,54	1,67	12,33	1,86	0,60	2,33	0,33
IM-934	100,00	1,36	1,33	16,12	1,86	0,77	2,33	0,33
IM-931	95,83	0,96	1,00	13,18	1,78	0,58	2,00	0,00
IM- 1065	100,00	1,19	2,00	14,73	2,29	0,59	2,33	0,33
IM-936	100,00	1,65	1,00	14,42	1,92	0,95	2,00	0,00
IM-025	95,83	1,08	1,00	10,75	0,56	0,51	2,33	0,00

Tabela - 2. Médias obtidas da mandioca de polpa amarela.

Tratamentos	Raízes		Caule		Cepa		Rama	
	kg	t/ha	kg	t/ha	kg	t/ha	kg	t/ha
IM-993	2,8	7,00	1,40	3,50	2,10	5,00	0,60	1,65
IM-1004	10,1	25,25	2,06	5,00	6,06	15,00	1,20	3,00
IM-1023	13,3	32,80	0,80	2,00	1,30	3,25	0,40	1,08
IM-958	10,8	27,00	1,80	4,50	8,00	20,00	1,70	4,25
IM-963	7,9	19,75	3,03	7,50	5,90	14,75	1,80	4,50
IM-946	11,8	29,50	1,43	3,60	3,50	8,75	1,90	4,80
IM-929	12,4	31,00	1,43	3,60	6,80	17,00	1,90	4,75
IM-1013	21,0	5,25	2,30	5,75	6,70	16,75	2,06	5,10
IM-979	10,0	25,00	1,50	3,75	4,80	12,00	2,00	5,00
IM-1072	10,9	27,25	1,40	3,50	3,40	8,50	1,20	3,00
IM-1050	5,2	13,00	1,70	4,25	3,20	8,00	1,40	3,50
IM-851	9,9	24,75	2,60	6,75	8,70	21,75	1,80	4,60
IM-956	11,0	27,50	2,10	5,25	6,60	16,50	1,60	4,00
IM-866	9,7	24,25	2,10	5,25	4,20	10,50	1,43	3,70
IM-890	10,4	26,50	2,10	5,25	4,60	11,50	1,43	3,70
IM-938	10,5	26,75	2,40	6,00	8,50	21,25	1,70	4,25
IM-934	8,7	21,75	1,60	4,10	5,90	14,75	1,40	3,50
IM-931	12,6	31,50	1,60	4,00	3,70	9,25	1,10	2,75
IM-1065	13,2	33,00	3,16	7,75	3,70	9,25	2,06	5,00
IM-936	9,2	23,00	2,50	6,25	6,60	16,50	1,20	3,20
IM-025	18,4	46,00	2,10	5,25	5,80	14,50	2,10	5,30

Mandioca de polpa branca

A sobrevivência das plantas (Tabela 3) esteve em todos os clones (acima de 50%), o que já é considerado um ótimo resultado, pois não haverá descarte de parcela, como aconteceu com a mandioca de polpa amarela, em que a variável "979" obteve índice de sobrevivência abaixo de 50%. Todas as parcelas apresentaram boa produção de manivas.

O número de manivas por cova/clones (Tabela 3) apresentou variação de 1 a 4 plantas por cova, obtendo-se médias que variaram de 1 a 3 plantas por cova. A distância entre cicatrizes foliares das plantas apresentou superalongamento entre as suas cicatrizes foliares, todas com comprimento normal, entre curto (menor que 8), médio (de 8 a 15) e longo (acima de 15).

Em relação à altura das plantas (m) (Tabela 3), notou-se grande variação entre as cultivares, algumas atingiram altura adulta logo nos primeiros períodos da coleta de dados, sem muita variação no decorrer do tempo em relação a sua altura; neste bloco todas foram consideradas normais. A altura da primeira ramificação foi definida a partir do terceiro ao quinto mês de plantio, sendo a maioria das ramificações natural e algumas causadas por mosca-do-broto. Os níveis de ramificação não apresentaram muita variação, foram considerados normais, mesmo com o ataque da mosca-do-broto em alguns clones. Esse ataque não provocou superbrotamento, por conseguinte não influenciou a avaliação promissora de todos os clones. Em relação ao tombamento, os resultados foram considerados promissores.

Em relação à Tabela 4, constata-se que a produção de raízes, com exceção dos clones IM - 994 e IM - 940, foi acima da média estadual (em torno de 12 t/ha), indicando que esses clones estão aptos a serem avaliados e incorporados na próxima etapa do processo de melhoramento previsto. Os demais parâmetros de produção de biomassa aérea, como cepa, caule ou maniva/semente e rama (parte herbácea mais pecíolos e folhas), estão de acordo com o esperado, como podemos constatar em Xavier (1997).

Tabela 3. Média dos dados da mandioca de polpa branca.

Tratamento	Índice de sobrevivência	Produção de manivas por cova	Nº de plantas por cova	Comprimento da filotaxia (cm)	Comprimento da planta (m)	Altura da 1ª ramificação	Níveis de ramificação	Tombamento
IM-939	100,00	0,82	1,67	13,00	1,34	0,68	2,67	0,67
IM-942	97,92	1,510	2,33	15,50	1,99	0,94	2,67	0,00
IM-935	100,00	1,68	1,67	16,00	1,92	0,98	2,00	0,33
IM-952	100,00	1,65	2,33	14,75	2,08	1,03	2,00	0,00
IM-994	64,17	1,150	1,67	13,83	2,05	0,68	2,67	2,00
IM-1128	95,83	0,98	3,00	15,00	1,94	0,61	2,33	0,00
IM-923	100,00	1,39	2,00	14,17	2,00	0,75	2,67	0,67
IM-940	97,90	1,10	1,33	13,42	1,74	0,67	2,33	0,67
IM-927	93,67	1,15	2,00	16,92	1,81	0,69	3,00	0,67
IM-943	95,80	1,19	1,33	13,08	1,80	0,95	2,67	0,33
IM-1048	77,08	0,90	2,00	15,33	1,75	0,62	2,67	0,00
IM-937	100,00	1,13	1,67	15,25	1,79	0,42	2,00	0,33
IM-1043	100,00	1,34	1,33	15,17	2,10	0,50	3,00	0,33
IM-938	100,00	1,42	1,00	11,92	1,61	0,34	2,00	0,33
IM-926	97,92	1,17	1,67	13,98	1,44	0,54	2,00	0,00
IM-856	97,92	1,42	1,67	18,00	2,06	0,52	2,33	0,00
IM-925	95,83	0,98	2,33	15,58	1,52	0,47	2,67	0,33
IM-1044	97,92	1,02	1,67	14,50	1,66	0,53	2,33	0,33
IM-1034	89,58	0,86	2,00	16,23	1,39	0,76	3,00	1,00
IM-1046	87,50	1,08	1,33	15,73	1,53	0,61	2,00	0,00
IM-025	97,92	0,88	1,67	11,17	1,66	0,37	2,67	0,33

Tabela 4. Média dos dados obtidos da mandioca de polpa branca.

Tratamentos	Raízes		Caule		Cepa		Rama	
	kg	t/ha	kg	t/ha	kg	t/ha	kg	t/ha
IM-939	7,2	18,00	1,9	4,90	3,83	9,50	1,43	3,60
IM-942	10,7	26,70	2,2	5,50	5,73	14,70	1,33	3,30
IM-935	8,5	21,20	2,3	5,75	5,40	13,70	1,46	3,60
IM-952	10,9	27,20	1,8	4,50	3,96	9,75	1,40	3,50
IM-994	4,1	10,20	2,2	5,50	4,23	10,50	0,86	2,10
IM-1128	12,1	30,25	2,7	6,70	9,63	24,00	2,13	5,25
IM-923	14,0	35,00	2,5	6,20	4,76	11,75	1,60	4,00
IM-940	4,5	11,25	1,6	4,00	2,66	6,60	0,66	1,60
IM-927	12,4	31,00	1,9	4,80	5,40	13,70	1,70	4,25
IM-943	6,2	15,50	1,9	4,75	1,33	3,30	0,83	2,00
IM-1048	11,6	29,00	2,6	6,50	5,56	13,80	1,16	2,75
IM-937	6,2	15,60	1,8	4,50	3,23	8,00	1,23	3,00
IM-1043	14,1	35,10	2,6	6,50	5,63	14,00	1,53	3,75
IM-938	7,5	18,70	1,6	4,10	3,56	8,75	0,86	2,10
IM-926	8,6	21,50	2,0	5,00	3,53	8,70	0,96	2,40
IM-856	8,1	20,20	2,4	6,00	6,60	16,50	1,60	4,00
IM-925	13,5	33,70	1,3	3,25	3,70	9,25	0,80	2,00
IM-1044	6,3	15,75	2,0	5,00	4,93	12,25	1,26	3,00
IM-1034	5,6	14,00	1,1	2,75	2,84	7,00	0,83	2,00
IM-1046	12,6	31,50	1,8	4,50	4,56	11,25	1,53	3,75
IM-025	13,3	33,25	1,5	3,70	3,06	7,50	1,48	3,50

Macaxeira

A sobrevivência (Tabela 5) atingiu valores acima de 50%, em todos os clones, o que é considerado um ótimo resultado, pois não haverá descarte de parcela, como aconteceu com a mandioca de polpa amarela, em que a variável "979" obteve índice de sobrevivência abaixo de 50%.

A produção de manivas/semente (Tabela 5) por cova, para os clones estudados, foi normal. O número de maniva/cova apresentou variação de 1 a 4, obtendo médias entre 1 a 3. A distância entre cicatrizes foliares das plantas, neste bloco, não apresentou superalongamento, todas apresentaram comprimento normal, entre curto (menor que 8), médio (de 8 a 15) e longo (acima de 15).

A altura das plantas (Tabela 5) apresentou grande variação entre os clones, algumas atingiram altura adulta logo nos primeiros

períodos da coleta de dados (quatro meses do plantio), não havendo muita variação no decorrer do tempo, sendo consideradas normais. Em relação à altura da primeira ramificação, notou-se o surgimento a partir do terceiro mês de plantio, sendo a maioria das ramificações natural e algumas causadas por mosca-do-broto. Os níveis de ramificação não apresentaram muita variação entre eles, sendo normal mesmo com o surgimento de mosca-do-broto. O tombamento também não prejudicou a avaliação positiva dos clones trabalhados.

Tabela 5. Média dos dados quantitativos obtidos com macaxeira.

Tratamento	Índice de sobrevivência	Produção de manivas por cova	Nº de plantas por cova	Comprimento da filotaxia (cm)	Comprimento da planta (m)	Altura da 1ª ramificação	Níveis de ramificação	Tombamento
IM-943	187,50	1,29	1,00	12,73	1,80	00,97	2,33	0,67
IM-952	95,83	1,61	1,33	14,42	2,16	1,12	2,00	0,00
IM-1289	100,00	1,54	1,33	14,92	1,88	1,05	2,33	0,00
IM-923	95,83	1,33	1,33	12,25	1,96	0,83	2,33	0,67
IM-942	100,00	1,62	2,67	13,67	2,00	1,05	2,67	0,33
IM-1043	89,58	1,27	1,33	14,00	1,80	0,59	2,00	0,33
IM-958	100,00	1,30	1,33	16,83	2,36	1,12	2,67	0,00
IM-935	93,75	1,00	1,67	13,70	1,54	0,83	2,33	0,67
IM-927	95,83	0,84	1,33	17,08	1,76	0,89	2,00	2,00
IM-976	100,00	1,53	1,67	12,83	2,02	1,09	2,33	0,33
IM-948	95,83	1,18	1,00	10,52	1,49	0,55	2,33	0,00
IM-1425	91,67	1,07	1,00	14,62	1,53	0,77	2,00	0,33
IM-1045	95,83	1,50	1,33	15,28	1,93	0,85	2,00	2,00
IM-924	97,92	1,18	1,33	7,90	1,65	0,41	2,33	0,33
IM-922	97,92	1,83	1,00	13,92	2,30	0,90	2,67	0,33
IM-1070	89,58	1,07	1,67	12,68	1,77	1,06	2,33	1,33
IM-1426	100,00	1,12	3,67	13,42	1,67	0,91	2,33	0,00
IM-286	95,83	1,11	3,67	14,42	1,66	1,00	2,67	0,00
IM-1047	97,92	0,80	1,00	10,75	1,41	0,36	2,00	0,00
IM-1064	97,92	0,99	1,33	17,93	1,85	0,73	2,67	2,67
IM-1427	100,00	1,15	1,67	14,85	1,63	0,41	2,00	0,00

Na Tabela 6, constata-se que a produção de raízes, com exceção dos clones IM - 994 e IM - 940, foi acima da média estadual (em torno de 12 t/ha), indicando que os clones estão aptos a serem avaliados e incorporados na próxima etapa do processo de melhoramento previsto. Os demais parâmetros de produção de biomassa aérea, como cepa, caule ou maniva/semente e rama (parte herbácea mais pecíolos e folhas), estão de acordo com o esperado, como podemos constatar em Xavier (1997).

Tabela 6. Média dos dados quantitativos obtidos com a macaxeira.

	Raízes		Caule		Cepa		Rama	
Tratamentos	kg	t/ha	kg	t/ha	kg	t/ha	kg	t/ha
IM-943	711,7	27,66	2,20	5,50	5,70	14,20	1,15	2,75
IM-952	10,9	27,33	2,03	5,00	6,03	15,07	1,40	3,50
IM-1289	8,8	22,16	2,03	5,00	4,60	11,60	0,60	1,50
IM-923	8,9	22,33	1,90	4,70	4,80	12,00	1,40	3,50
IM-942	12,7	31,83	2,60	6,50	7,03	17,50	1,60	4,00
IM-1043	8,4	21,66	1,20	3,00	2,80	7,00	1,30	3,25
IM-958	9,4	23,50	2,06	5,10	5,90	14,75	0,80	2,00
IM-935	8,3	21,80	1,60	4,00	3,80	9,50	1,50	3,75
IM-927	8,7	21,90	2,03	5,00	4,40	11,00	1,00	2,50
IM-976	10,4	26.10	2,40	6,00	5,30	13,20	1,80	4,50
IM-948	7,6	19,00	1,70	4,20	3,06	7,50	1,00	2,50
IM-1425	9,8	24.60	1,80	4,50	4,00	10,00	1,50	3,75
IM-1045	9,8	24.50	1,70	4,20	3,60	9,00	1,15	2,75
IM-924	14,5	36,40	2,30	5,50	5,90	14,70	1,75	4,25
IM-922	10,1	25,30	1,60	4,00	3,80	9,50	1,00	2,50
IM-1070	9,2	23,10	1,80	4,60	5,90	14,70	1,20	3,00
IM-1426	9,4	23,50	1,90	4,75	4,30	10,70	1,00	2,50
IM-286	8,8	22,10	2,10	5,30	3,40	8,50	1,00	2,50
IM-1047	7,1	19,00	1,80	4,50	4,05	10,00	6,30	15,70
IM-1064	10,8	27,00	1,50	3,75	4,03	10,00	1,00	2,50
IM-1427	11,7	29,40	2,30	5,80	5,80	14,50	1,40	3,50

Tabela 7. Avaliação qualitativa das raízes da macaxeira.

Tratamento	Superfície da película	Cor da película	Destac. da película	Cor da casca	Cor da polpa	Diâmetro	% de Amido	Teor de HCN
IM-927	R	L	F	ME	B	4,50	31,01	5
IM-1426	R	L	F	ME	C	5,09	26,05	4
IM-943	R	C	M	MC	B	6,65	20,46	5
IM-1045	R	RC	M	ME	B	6,81	23,73	4
IM-1047	L	L	M	C	C	9,74	29,01	5
IM-922	L	R	D	MC	C	6,10	29,88	5
IM-1427	R	C	F	ME	C	4,39	27,74	3
IM-924	R	B	F	ME	A	6,42	30,67	7
IM-1070	R	RC	M	ME	B	6,58	25,53	5
IM-942	L	C	F	MC	B	5,30	26,43	4
IM-976	L	C	M	MC	C	5,89	29,09	6
IM-286	R	R	M	ME	C	5,09	25,82	5
IM-958	L	A	F	MC	A	4,78	27,46	6
IM-1425	R	R	M	ME	B	5,23	29,77	5
IM-952	L	B	F	MC	B	5,59	21,42	4
IM-1064	R	Roxa	F	ME	B	4,65	25,65	4
IM-1043	L	L	F	C	B	5,66	28,13	5
IM-923	R	C	M	ME	B	5,62	28,98	5
IM-948	R	C	M	ME	C	5,38	21,14	6
IM-935	R	C	F	ME	B	4,32	23,73	3
IM-1289	R	R	D	ME	C	4,87	24,75	4

LEGENDA: (R) Rosa; (L) Laranja; (C) Creme; (B) Branco; (RC) Rosa Claro; (A) Amarelo; (Roxa); (F) Fácil; (M) Médio; (D) Difícil; (ME) Marrom Escuro; (MC) Marrom Claro.

Tabela 8. Características organolépticas das raízes de macaxeira.

Tratamento	Tempo de cozimento (min)	Fibra	Sabor	Palatabilidade	Textura	Plasticidade	Pegajosidade
IM-1427	15	1	2	1	2	3	1
IM-1064	30	2	2	2	2	2	4
IM-1047	19	2	1	4	2	2	3
IM-286	30	2	2	1	2	3	3
IM-1426	30	2	3	2	2	3	2
IM-1070	20	1	2	1	1	2	4
IM-922	30	1	1	3	1	2	2
IM-924	30	3	1	4	2	3	2
IM-1045	30	3	2	2	2	3	2
IM-1425	30	3	1	3	2	3	4
IM-948	30	3	2	2	2	2	2
IM-976	30	2	1	1	2	4	4
IM-927	16	1	3	2	1	3	2
IM-935	26	2	3	2	2	3	1
IM-958	30	2	1	4	2	1	4
IM-1043	30	1	3	2	2	4	4
IM-942	30	2	3	2	2	2	2
IM-923	27	1	3	2	2	4	2
IM-1289	30	2	3	2	2	4	1
IM-952	30	2	2	2	2	3	3
IM-943	30	2	2	2	2	2	2

Pragas e Doenças

Durante todo o período de trabalho em campo, constatou-se a presença de insetos (mandarová, saúvas, mosca-do-broto, galhas e curculionídeos), que não prejudicaram os resultados, tanto pela qualidade dos materiais genéticos utilizados, quanto pelos procedimentos tomados em cada caso.

O mandarová foi combatido com controle manual, logo após constatada sua presença em campo. As saúvas foram controladas com o uso de inseticidas apropriados. Quanto à mosca-do-broto, após sua identificação e constatado o nível de dano, acionava-se o alerta; contudo, durante todo o ciclo, não houve necessidade de se utilizar produtos químicos. O mesmo procedimento e resultados foram adotados para os curculionídeos.

A morte-das-ponteiras foi uma das principais manifestações de pragas e doenças encontradas nas plantas, no entanto o surto foi identificado quando as plantas já se encontravam próximo do período de colheita, sem comprometer a avaliação final.

Agradecimentos

Ao técnico Edmilson Ribeiro da Silva, pela colaboração durante a fase do projeto, e em memória do laboratorista José Soares Oliveira Filho.

Referências Bibliográficas

FUKUDA, C. **Podridão das raízes de mandioca**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 1991. Não paginado. (EMBRAPA-CNPMF. Mandioca em Foco, 8).

FUKUDA, W. M. G.; PORTO, M. G. M. A mandioca no Brasil. In: HERSHEY, C. H. (Ed). **Mejoramiento genetico de la yucca en América Latina**. Cali, Colombia: CIAT, 1991. p. 15-42.

FUKUDA, W. M. G.; SILVA, S. O. Melhoramento genético de mandioca. In: CURSO INTENSIVO NACIONAL DE MANDIOCA, 7., 1990, Cruz das Almas. **Apostila**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 1990. 20 p.

HERNANDEZ, L. A. Evaluacion de nuevas variedades de yuca com la participación de agricultores. In: HERNÁNDEZ, L. A. (Ed.). **Unidade de aprendizage para la capacitacion en tecnología de producion**. Cali, Colombia: CIAT, 1991. 203 p.

HERNÁNDEZ, L A. Participación de los agricultores en la evaluación de variedades de yuca. In: HERNÁNDEZ, L. A. (Ed.). **Memórias de um Taller en el CIAT**. Cali, Colombia: CIAT, 1992. p . 40-48. (CIAT. Documento de Trabalho, 9).

KAWANO, K. et al. Factores affecting efficiency of hubridization and selection in cassava**. Crops Science**, v. 18, n. 3, p. 373-376, 1978.

XAVIER, J. J. B. N. **Caracterização agrobotânica de três cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) nos ecossitemas de várzea e terra firme no Amazonas.** 1997**.** 267 f. Tese (Doutorado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade do Amazonas, Manaus.

Caracterização botânico-agronômica de mandiocaba nas condições de Manaus - AM

Isabel Oliva Valério Lima Costa[1], José Jackson B. N. Xavier [2] e Miguel Costa Dias[2]

[1]Bolsista Pibic/CNPq, [2] Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus - AM. E-mail: jjackson@cpaa.embrapa.br, miguel@cpaa.embrapa.br.

Resumo - Historicamente a raiz reserva da mandioca vem sendo utilizada para dois tipos de aproveitamento básico: a mandioca de mesa (consumo *in natura*) e a mandioca para indústria de farinha e fécula. Com as descobertas recentes de clones de mandioca com alto teor de açúcar livre (glicose e sacarose), carotenóides (beta-caroteno, licopeno e luteina) e proteínas, foram estabelecidas novas formas de aproveitamento da raiz para produtos, tais como: xarope de glicose natural, picles de mandioca colorida, tucupi em pó e suplemento alimentar (cápsulas de antioxidante, suplementos vitamínicos e outros). O objetivo desta pesquisa foi caracterizar morfologicamente os acessos de mandiocaba provenientes de diferentes municípios do Estado do Amazonas, nas condições de Manaus - AM. O experimento foi composto de duas repetições com 16 plantas, sendo 4 úteis, distribuídas em blocos ao acaso. As informações resultantes das caracterizações, aliadas aos dados de passaporte dos acessos, permitiram agrupar as variedades semelhantes em relação aos descritores mínimos (Fukuda, 1995).

Termos para indexação: Cassava, *Manihot esculenta* Crantz.

Botanic-agronomic characterization in the conditions of Manaus AM

Abstract - History cally the root reserves of the cassava comes being used for two types of basic exploitation, or either, the cassava of table and cassava for industry of flour and starch. With the recent discoveries of clones of cassava with high content of free sugar (glucose and sacarose), carotenoids (beta-carothene, licopene and lutein) and proteins had been established new forms of exploitation of the root for products such as: natural glucose boiled must, picles of colored cassava, dry tucupi and alimentary supplement (vitaminic antirust substance capsules, supplements and others). The objective of this research was to characterize morphology the accesses of cassava proceeding from different regions of the Amazon State, in the conditions of Manaus - AM. The experiment was composed of two repetitions with 16 plants characterizing 4 useful ones in randomzed blocks. The resultant information of the characterizations, allied to the data of passport of the accesses, had allowed to group the similar varieties in relation to the minimum describers (Fukuda, 1995)

Index terms: Cassava, *Manihot esculenta* Crantz.

Introdução

Das culturas que produzem raízes e tubérculos usados na alimentação humana, a mandioca é considerada uma das mais importantes em áreas agrícolas, onde normalmente se cultivam espécies tradicionais que fazem parte da cesta básica do brasileiro. Estudos socioeconômicos relatam que a mandioca é uma cultura emergente no cenário mundial, tornando-se uma "commodity" de segurança alimentar nas áreas pobres do globo (Lynam, 1987). Dessa maneira, as pesquisas para melhorar o cultivo da mandioca estão diretamente relacionadas com o desenvolvimento nacional e mundial para garantir alimentos às áreas pobres do globo e aliviar as desigualdades sociais, bem como para proteger o ambiente.

A mandioca tem importância fundamental na cultura brasileira (Allem et al., 2000; Schaal & Carvalho, 1987), pois foi demonstrado que o centro de origem e domesticação dessa planta está na região sudoeste da Amazônia (Cabral et al., 2000).

O estudo sobre acúmulo, regulação e modificação do amido em raízes reserva de mandioca tem sido alvo de pesquisa, por meio de análise de diversidade de germoplasma e estratégias com tecnologia de transgênico (Zakhia et al., 1994; Salehuzzaman et al., 1992). A proporção amilo/amilase é fortemente influenciada pelo meio ambiente, e a regulação genética é dependente do estágio de desenvolvimento da raiz na colheita. O acúmulo de grandes quantidades de glicose devido à adaptação das células do parênquima de reserva, que antes acumulavam amido e passaram a acumular glicose, é de grande importância.

Por meio de pesquisas realizadas pelo laboratório de bioquímica e biofísica da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, novos produtos foram extraídos da raiz reserva da mandioca, tais como o concentrado de glicose natural, obtido sem a necessidade da hidrólise de amido. Por não ser obtido por hidrólise, esse produto está livre de resíduos e/ou contaminantes, que podem permanecer no alimento ou serem liberados para o meio ambiente, e do amido seroso, derivado das raízes de mandioca com mutação natural que alteram amilase e amilopectina, acumulando um amido com conteúdo zero de amilase.

O projeto caracterizou e avaliou agronomicamente a diversidade da cultura da mandiocaba no Amazonas e testou novos clones, visando à produção de açúcares e amido, para oferecer ao produtor rural alternativas de exploração da cultura da mandiocaba para alimentação básica e melhoria da renda.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental do Km 29 da AM 010, no Município de Manaus, Amazonas.

O solo onde se estabeleceu o trabalho foi preparado mecanicamente, através de trator acoplado com arado e grade, respectivamente. Após o preparo do solo e em função da sua análise, aplicou-se calcário dolomítico na quantidade de 2 t/ha, aos 45 dias de antecedência do plantio, e 60 kg/ha de P_2O_5 por ocasião do plantio. Em cobertura, colocaram-se 30 kg/ha de N, bem como 40 kg/ha de K_2O, fracionados em duas partes: a metade aos 90 dias após o plantio e a outra metade aos 120 dias, respectivamente.

O experimento foi estabelecido em blocos ao acaso com 16 plantas por parcela, sendo 4 úteis, com duas repetições. Os descritores morfológicos e agronômicos avaliados foram: cor da folha apical, pubescência do broto, forma do lóbulo central, cor do pecíolo, cor do córtex, cor externa do caule, comprimento da filotaxia, floração, cor da folha desenvolvida, número de lóbulos, cor da epiderme do caule, hábito de crescimento do caule, vigor inicial das plantas, cor dos ramos terminais, altura da planta e da primeira ramificação, presença de pedúnculo nas raízes, constrição da raiz, cor da nervura foliar, posição do pecíolo, proeminência das cicatrizes foliares, hábito de ramificação, tipo de planta, retenção foliar, sinuosidade do lóbulo, rendimento das raízes, facilidade de colheita, teor de ácido cianídrico (HCN) e de amido.

Resultados e Discussão

A caracterização realizada nos acessos de mandiocaba IM- 1688, IM-1689 e IM-1690, caracterizados nas Tabelas 1, 2, 3 e avaliados em condições de terra firme, mostrou que os vinte e cinco descritores morfológicos usados para identificar e diferenciar facilmente os acessos no campo, assim como os agronômicos utilizados, potencializaram, de forma preliminar, a possibilidade de adaptação e de produção dos genótipos, quando comparados com a produtividade média de raízes no Amazonas (10 t/ha).

Os três acessos estudados apresentaram produções de raízes por hectare acima de 45 t, o que demonstra o seu potencial. Observa-se, também, que o teor de amido e de HCN foi baixo. No acesso IM-1688, não foi possível determinar o teor de amido pelo método da balança hidrostática, modelo 1020, indicando a possibilidade de outros usos, como relata Albuquerque (1969).

Tabela 1. Caracterização botânico-agronômica de acessos de mandiocaba coletados no Amazonas. Manaus - AM, condição de terra firme, 2003/2004.

Acesso	Cor da folha apical:	Forma lóbulo central:	Pubescência do broto apical:	Cor do pecíolo:	Cor do córtex do caule	Cor externa do caule	Comprimento da filotaxia:	Presença de pedúnculo:	Cor da folha desenvolvida:	No de lóbulos:
	3.Verde-clara 5.Verde-escura 7.Verde-arroxeada 9.Roxa	1.Ovóide 2.Elíptica-lanceolada 3.Obovada-lanceolada 4.Oblongo-lanceolada 5.Lanceolada 6.Reta ou linear 7.Pandurada 8.Linear-piramidal 9.Linear-pandurada 10.Linear-hostatilobada	0.Ausente 1.Presente	1.Verde-amarelada 2.Verde 3.Verde-avermelhada 5.Vermelho-esverdeada 7.Vermelha 9.Roxa	1.Amarela 2.Verde-clara 3.Verde-escura	3.Laranja 4.Verde-amarelada 5.Dourada 6.Marrom-clara 7.Prateada 8.Cinza 9.Marrom-escura	1Curto(<8cm) 2.Médio(8-5cm) 3.Longo(>15cm)	0.séssil 3.pedunculada 5.misto	3.Verde-clara 5. Verde-escuro 7.verde-arroxeado 9.roxo	1.três 3.cinco 5.sete 7.nove 9.onze
IC-1688	3	2	1	3	2	6	5	5	5	5
IC-1689	3	2	1	7	2	6	7	3	5	5
IC-1690	3	2	1	4	2	4	5	0	5	5

Tabela 2. Caracterização botânico-agronômica de acessos de mandiocaba coletados no Amazonas. Manaus - AM, condição de terra firme, 2003/2004.

Acesso	Cor da epiderme do caule:	Hábito de crescimento:	Vigor inicial da planta:	Cor dos ramos terminais:	Cor da nervura foliar:	Posição do peciolo:	Proeminência das cicatrizes foliares:	Habito de ramificação:	Tipos de planta:	Retenção foliar:
	1.creme 2.marrom-clara 3.marrom-escura 4.laranja	1.Reto 2.Zigue-zague	1. Pouco 2.intermediario 3.vigoroso	3. Verde 5. Verde-arroxeada 7.roxa	3.verde 5.verde -vermelha em menos da metade do lóbulo 7.verde -vermelha em mais da metade do lóbulo 9.toda vermelha	1.inclinada para cima 3.horizontal 5.inclinada para baixo 7.irregular	3.sem proeminência 5.proeminente	**1**.ereto 2.dicotômico 3.tricotômico 4.tetratocômico	1.compacta 2.aberta 4.cilíndrica	1.boa 2.regular 3.má
IC-1688	4	1	3	3	3	3	5	3	1	1
IC-1689	2	1	3	3	5	1	5	2	2	1
IC-1690	2	1	3	3	5	5	5	2	1	1

Tabela 3. Caracterização botânico-agronômica de acessos de mandiocaba coletados no Amazonas. Manaus -AM, condição de terra firme, 2003/2004

Acesso	Sinuosidade do lóbulo foliar:	Altura da planta (m)	Altura da primeira ramificação	Floração:.	Rendimento das raízes não comerciais (kg/ha)	Teor de amido (%)	Teor de HCN (mg/kg)	Presença de pedúnculo nas raízes
	3.liso 7.sinuoso			0.Ausente 1.presente				
IC-1688	7	1,72		0	53,7	X	3	5
IC-1689	3	1,80		0	45,1	20,69	3	3
IC-1690	3	1,73		1	52	21,99	4	0

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), pela concessão da Bolsa Pibic.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, M. de. **A mandioca na Amazônia.** Belém: SUDAM. 277 p.

ALLEM, A. C. et al. The primary gene pool of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC MEETING ON CASSAVA BIOTECHNOLOGY, 4., 1998, Salvador. **Proceedings**... Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia/CBN, 2000. p. 3-14.

CABRAL, G. B.; CARVALHO, L. J. C. B.; SCHAAL, B. A. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia/CBN, 2000. p.36-50. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC MEETING ON CASSAVA BIOTECHNOLOGY, 4., 1998, Salvador. **Proceedings**... Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia/CBN, 2000.

HENRY, G.; GOTTRET, V. **Global cassava trends**: reassessing the crop's future. Colombia: CIAT, 1995. 45 p. (CIAT. Working Document, 157).

SALEHUZZAMAN, S. N. I. M. et al. Cloning and characterization of starch biosynthetic genes of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). In: ROCA, W. R, THRO, A. M (Ed.). **Proceedings of the First International Scientific Meeting of Cassava Biotechnology Network, 1992, Cartagena, Columbia. Cali,** Columbia: CIAT, 1993. (CIAT. Working Document, 123).

VISSER, R. G. F, JACOBSEN, E. Towards modifying plants for altered starch content and composition. **Trends in biotechnology**. p. 63-68, 1993.

ZAKHIA, N. et al. In: THRO, A. M. **The cassava biotechnology network**: proceedings of the second int. Scientific meeting, 22., 1995, Bogor, Indonesia. Cali: CIAT, 1995. 823 p. (CIAT Working Document, 150).

CL_{50} de permanganato de potássio e efeito da exposição à concentração subletal sobre o tambaqui (*Colossoma macropomum*)

André Luiz Ferreira da Silva[1] e Edsandra Campos Chagas[2]

[1]Centro Universitário do Norte, Av. Joaquim Nabuco 1.232, CEP 69020-031, Manaus, AM. E-mail: andre@cpaa.embrapa.br; [2]Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus - AM.. E-mail: edsandra@cpaa.embrapa.br

Resumo - O objetivo deste trabalho foi determinar a concentração média letal (CL_{50}) do permanganato de potássio ($KMnO_4$) para o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e analisar os níveis de estresse após exposição à concentração subletal. Para isso foram efetuados testes de toxicidade (CL_{50}-96h) em aquários de vidro de 40 L e, após determinar a $CL_{50,}$ foram avaliados os efeitos secundários da exposição à concentração subletal por meio de índices fisiológicos. A CL_{50} de $KMnO_4$ foi calculada em 8,60 mg/L. A exposição de tambaquis à concentração subletal de $KMnO_4$ por 96 horas causou aumento significativo nos níveis de glicose, cloreto e sódio plasmático, quando comparado aos valores do grupo controle. A concentração subletal de $KMnO_4$ causa discreta alteração na homeostasia do tambaqui, portanto não é adequada para uso em exposições prolongadas, acima de 96 horas.

Termos para indexação: toxicidade aguda, homeostasia, piscicultura.

LC_{50} of potassium permanganate and effects of subletal exposure on tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Abstract - The objective of this work was to determine the LC_{50} of potassium permanganate for tambaqui (*Colossoma macropomum*) and analyze the stress levels after exposure to sub-lethal concentration. For this toxicological test (LC_{50}-96h) were done in glass aquarium of 40L, and after LC_{50} determination were evaluated the secondary effects of sub-lethal exposure through physiological index. The LC_{50} of $KMnO_4$ was calculated in 8.60 mg/L. The exposure of tambaqui to sub-lethal concentration of $KMnO_4$ for 96 hours promoted a significant increase in the levels of glucose, chloride and sodium, when compared to control. The sub-lethal concentration of $KMnO_4$ promoted a slight alteration in tambaqui homeostasis; therefore this is not adequate for use in prolonged exposures, up 96 hours.

Index terms:acute toxicity, homeostasis, fish culture.

Introdução

O tambaqui (*Colossoma macropomum)* é uma espécie que vem apresentando bom desempenho em diferentes sistemas de criação intensiva, como viveiros, igarapés e tanques-rede (Merola & Cantelmo, 1987; Merola & Souza, 1988; Andrade et al., 1993; Chellapa et al., 1995; Melo et al., 2001; Arbeláez-Rojas et al., 2002).

Estudos conduzidos com tambaquis criados em tanques-rede mostram que os parasitas de maior ocorrência são os monogenóides *Anacanthorus spathulatus* e *Linguadactyloides brinkmanni* (Varella et al., 2003). Altas infestações de monogêneas nas brânquias de tambaqui podem tornar-se um sério problema por impedir as trocas gasosas na superfície das lamelas branquiais (Thatcher, 1981). Dessa forma, informações sobre a tolerância do tambaqui a tratamentos terapêuticos utilizados para o controle de monogenóides devem ser avaliadas para estabelecer protocolos eficazes e com boa margem de segurança para a espécie.

Um dos químicos terapêuticos amplamente utilizados para o controle de monogêneas é o permanganato de potássio ($KMnO_4$) (Kabata, 1985). O $KMnO_4$ é um agente de oxidação que tem sido usado, por muitos anos, na aqüicultura para o controle de parasitas de brânquias, infecções bacterianas e fúngicas (Wellborn, 1985; Lazur, 1992), sendo utilizado tanto com fins terapêuticos quanto profiláticos (Kabata, 1985; Scott, 1993).

O $KMnO_4$ tem sido administrado via banhos terapêuticos em concentrações de 2 a 5 mg/L em banhos de longa duração (mínimo de 4 horas) (Kabata, 1985; Lazur, 1992; Scott, 1993). Contudo, limitada quantidade de informações é disponível sobre a toxicidade do permanganato de potássio para os peixes, principalmente para o tambaqui.

Marking & Bills (1975) determinaram que a toxicidade do $KMnO_4$ é maior a baixas temperaturas, a altos valores de pH e em águas duras. Segundo Tucker (1987), a toxicidade do $KMnO_4$ para o bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) foi fortemente relacionada com a demanda química de oxigênio (DQO) da água do tanque de cultivo. Por outro lado, além do levantamento dos fatores que afetam a determinação da CL_{50}, é importante conhecer os efeitos subletais da exposição ao $KMnO_4$ para avaliar a segurança do uso desse químico no tratamento de doenças parasitárias em tambaqui.

O objetivo deste trabalho foi determinar a CL_{50} de permanganato de potássio para o tambaqui e analisar os níveis de estresse após exposição à concentração subletal.

Material e Métodos

Juvenis de tambaqui (comprimento padrão 11,80 ± 0,05 cm e peso 59,10 ± 1,34 g; média ± erro padrão) foram adquiridos na Fazenda Santo Antônio (Rio Preto da Eva, AM). Em seguida, esses animais foram transportados para o campo experimental da Embrapa Amazônia Ocidental (Km 29, Rodovia AM 010), onde foram aclimatados em tanques escavados de 200 m^3. Os peixes foram alimentados com ração comercial para tambaqui (36% PB) até a saciedade aparente, seis dias por semana, durante o período pré-experimental. A alimentação dos animais foi suspensa 24 horas antes do início dos testes de toxicidade e durante estes.

Os ensaios foram conduzidos em aquários de vidro com volume fixo de 40 litros, com condições semi-estáticas e dotados de aeração constante. Os testes foram efetuados com grupos de seis animais, três repetições por tratamento, utilizando delineamento inteiramente casualizado.

Os ensaios foram conduzidos em aquários de vidro com volume fixo de 40 litros, com condições semi-estáticas e dotados de aeração constante. Os testes foram efetuados com grupos de seis animais, três repetições por tratamento, utilizando delineamento inteiramente casualizado.

Depois de um período de aclimatação de 24 horas, os peixes foram expostos a um controle (sem adição de $KMnO_4$) e sete concentrações de $KMnO_4$ (6,5; 7,0; 8,0; 9,0; 10; 11,5 e 13 mg/L). As concentrações usadas foram escolhidas para alcançar entre 0% e 100% de mortalidade dos animais-testes, em 96 horas de exposição, baseadas em resultados de ensaios preliminares.

Os parâmetros físico-químicos da água dos aquários foram monitorados diariamente durante a execução dos testes de toxicidade. Os valores de pH foram obtidos com auxílio de um pHmetro da marca YSI Environmental, modelo pH100, e as medidas de temperatura e oxigênio dissolvido foram realizadas com o auxílio de um oxímetro da marca YSI, modelo 55. Os valores desses parâmetros, registrados durante o período experimental, foram 7,16 ± 0,04 unidades, 26,70 ± 0,11°C e 7,09 ± 0,07 mg/L, respectivamente.

O valor de CL_{50} (concentração média letal) de $KMnO_4$ foi determinado pelo método Trimmed Spearman-Karber (Hamilton et al., 1977) utilizando a mortalidade média dos peixes.

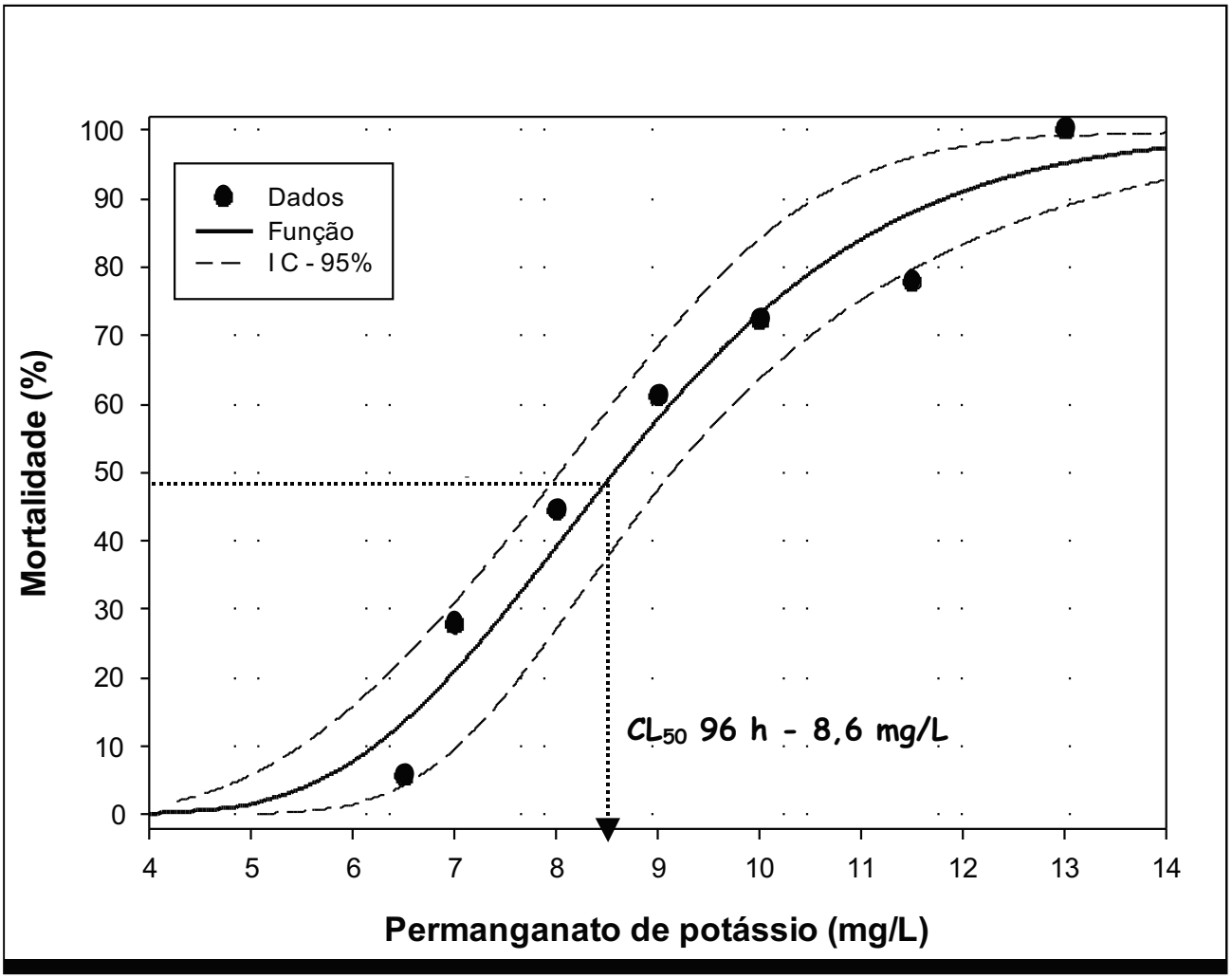
O ensaio de exposição à concentração subletal de $KMnO_4$ durante 96 horas foi conduzido com grupos de seis animais (comprimento padrão 11,68 ± 0,05 cm e peso 52,27 ± 1,01 g; média ± erro padrão) por aquário, com três repetições por tratamento. Os tratamentos utilizados foram: controle (sem adição de $KMnO_4$) e 50% da CL_{50} de $KMnO_4$ (4,30 mg/L). Os valores dos parâmetros de qualidade de água, neste experimento, foram: pH 7,39 ± 0,07 unidades, temperatura 25,67 ± 0,13°C e oxigênio dissolvido 7,66 ± 0,11 mg/L.

A toxicidade do $KMnO_4$ para o tambaqui foi estudada por meio das mudanças nos parâmetros fisiológicos avaliados nos peixes expostos à concentração subletal. Para isso, com os peixes previamente anestesiados com 100 mg/L de benzocaína (Gomes et al., 2001), procedeu-se à coleta de sangue de seis peixes de cada repetição, mediante punção de vasos caudais, com seringas heparinizadas para determinação dos níveis de glicose, utilizando-se um monitor de glicose no sangue, o Advantage TM (Advantage TM, Boehringer Mannheim GmbH, Mannheim D-68298, Germany). O sangue foi centrifugado a 3.500 rpm por cinco minutos, para obtenção do plasma, visando à determinação dos níveis de cloreto plasmático, usando-se um "kit" comercial específico (Doles®, Goiás, Brasil), e dos níveis de Na^+ e K^+ , com fotômetro de chama, marca Micronal, modelo B462.

Os resultados obtidos estão expressos através de média ± erro padrão da média (SEM). A significância das diferenças encontradas entre as médias dos parâmetros analisados em animais expostos à concentração subletal de $KMnO_4$ e o grupo controle foi estimada por teste t de Student, assumindo o intervalo de confiança de 5% ($P < 0,05$) (Zar, 1999).

Resultados e Discussão

Para as concentrações de $KMnO_4$ utilizadas nos ensaios, foi observado um aumento na taxa de mortalidade dos tambaquis diretamente proporcional ao aumento na concentração de $KMnO_4$ na água (Figura 1). As maiores taxas de mortalidade ocorreram dentro de 24 horas, confirmando os estudos de Marking & Bills (1975), que determinaram a toxicidade de $KMnO_4$ para dez espécies de peixes e relataram que a toxicidade do químico muda pouco após 24 horas.



Tambaquis expostos a concentrações acima de 6,5 mg $KMnO_4$/L apresentavam-se agitados nas primeiras horas de exposição ao químico, com intensa liberação de muco e alteração do batimento opercular. Após 24 horas de exposição, começaram a apresentar letargia, perda de equilíbrio e os olhos saltados. Esse mesmo padrão de alteração comportamental foi observado por Straus (2004) para "Hybrid Striped Bass" (*Morone chrysops* x *Morone saxatilis*) expostos ao $KMnO_4$ por 24 horas.

A CL_{50}-96 horas de $KMnO_4$ para o tambaqui foi calculada em 8,60 mg/L. Para o bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) e "striped bass" (*Morone saxatilis*), as estimativas de CL_{50}-96 horas de $KMnO_4$ foram de 4,5 e 4,0 mg/L, respectivamente (Hughes, 1971; Tucker, 1987). Portanto, comparado a outras espécies de peixes cultivados (Tabela 1), o tambaqui apresenta boa tolerância ao $KMnO_4$.

Tabela 1. Valores comparativos de CL_{50}-96 horas de $KMnO_4$ para *Colossoma macropomum* e outras espécies de peixes cultivadas.

Espécie	CL_{50}-96 horas (mg/L)	Referências
Morone saxatilis	4,00	Hughes (1971)
Anguilla rostrata	7,52	Hilton & Eversole (1980)
Ictalurus puncatus	4,50	Tucker (1987)
Cyprinus carpio	3,05	Das & Kaviraj (1994)
Colossoma macropomum	8,60	Presente estudo

Os testes de toxicidade crônica, que consistem em expor os organismos a concentrações subletais de um químico, são importantes para entender como um organismo pode responder a uma perturbação (Heath, 1995). Para o tambaqui foi observado aumento significativo nos níveis de glicose, cloreto e sódio plasmático após exposição a 4,30 mg/L de $KMnO_4$ comparados aos valores do grupo controle (0 mg/L) (Tabela 2); uma diminuição nos valores de potássio plasmático, embora não significativa, foi observada para os peixes expostos ao $KMnO_4$ (Tabela 2). Essa mudança nos níveis de glicose e cloreto plasmático também foi evidenciada para bagres de canal (*Ictalurus punctatus*) expostos por 96 horas a 2,19 mg/L de $KMnO_4$ (Griffin, 2002), caracterizando distúrbio no equilíbrio iônico de ambas as espécies.

Tabela 2. Valores de glicose, cloretos, sódio e potássio plasmático de juvenis de tambaqui expostos por 96 horas à concentração subletal de permanganato de potássio.

Parâmetros	Permanganato de potássio	
	0 mg/L	4,30 mg/L
Glicose (mg/dL)	50,9 ± 3,90	63,5 ± 3,44*
Cloretos (mmol/L)	117,24 ± 4,81	136,11 ± 4,00*
Sódio (mEq/L)	126,92 ± 2,56	136,10 ± 2,54*
Potássio (mEq/L)	5,48 ± 0,32	4,89 ± 0,36

(1)Em cada linha, médias seguidas por asterisco(*) apresentam diferença estatística em relação ao controle, a 5% de probabilidade pelo teste t de "Student".

Os resultados obtidos para o tambaqui permitem caracterizar um quadro de estresse moderado, haja vista a alteração de alguns indicadores secundários de estresse, como a glicose e íons plasmáticos (aumento no Na^+, Cl^- e diminuição no K^+). Hiperglicemia nos peixes, em situação de estresse, ocorre em razão da rápida mobilização das reservas de energia, possibilitando ao animal resistir ao período de perturbação (Morgan & Iwama, 1997). Segundo Mazeaud & Mazeaud (1981), os distúrbios nas concentrações de Na^+ e Cl^-, em situação de estresse, podeM se dar em função dos aumentados níveis de adrenalina no sangue.

A determinação da toxicidade de $KMnO_4$ para o tambaqui é importante para estabelecer os limites de tolerância para o uso desse químico, visto que o $KMnO_4$ é bastante empregado no tratamento de doenças parasitárias de peixes nas concentrações de 2 a 5 mg/L em banhos de longa duração (Kabata, 1985; Scott, 1993).

Os resultados deste estudo mostram que a concentração subletal de $KMnO_4$ (4,30 mg/L) ativa alguns indicadores secundários de estresse, provocando discreta alteração na homeostasia do tambaqui, portanto não é adequada para uso em exposições prolongadas (acima de 96 horas). Essas informações irão subsidiar os técnicos responsáveis pela condução dos tratamentos de doenças em peixes a aplicarem uma taxa mais segura e efetiva de $KMnO_4$.

Conclusões

- A CL_{50}-96 horas de $KMnO_4$ para o tambaqui foi calculada em 8,60 mg/L.
- A exposição de tambaquis à concentração subletal de $KMnO_4$ (4,30 mg/L) promove aumento na glicose, cloreto e sódio plasmático.

Agradecimentos

Ao Sr. José Pereira de Souza, da Embrapa Amazônia Ocidental, pelo auxílio na condução dos experimentos, e ao projeto TANRE FINEP/FUCAPI, pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

ARBELÁEZ-ROJAS, G. A.; FRACALOSSI, D. M.; FIM, J. D. I. Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 1059-1069, 2002.

ANDRADE, P. C. M.; TOLENTINO, A. S.; FREITAS, C. E. C. Desenvolvimento de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) em gaiolas. **Revista da Universidade do Amazonas:** Série Ciências Agrárias**,** v. 2, p. 21-30, 1993.

CHELLAPA, S. et al. Growth and production of the Amazonian tambaqui in fixed cages under different feeding regimes. **Aquaculture International**, v. 3, p. 11-21, 1995.

DAS, B. K.; KAVIRAJ, A. Individual and interactive letahal toxicity of cadmium, potassium permanaganate and cobalt chloride to fish, worm and plankton. **Geobios**, v. 21, p. 223-227, 1994.

FRANCIS-FLOYD, R.; KLINGER, R. **Use of potassium permanganate to control external infections of ornamental fish**. Gainesville: University of Florida, 1997. 4 p. (Fact Sheet FA, 37).

Gomes, L. C. et al. Efficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenile tambaqui, Colossoma macropomum. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 32, p. 426-431, 2001.

GRIFFIN, B. R. et al. Effect of exposure to potassium permanganate on stress indicators in channel catfish Ictalurus punctatus. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 33, p. 1-9, 2002.

HAMILTON, M. A.; RUSSO, R. C.; THURSTON, R. V. Trimmed Spearman-Karber method for estimating median lethal concentration in toxicity bioassays. **Environmental Science and Tecnology**, v. 11, p. 714-719, 1977.

Heath, A. G. **Water pollution and fish physiology**. Boca Raton, Florida: CRC Press Inc., 1995. 342 p.

HILTON, M. J.; EVERSOLE, A. G. Toxicity and tolerance studies with yellow-phase eels: five chemicals. **Progressive Fish-culturist**, v. 42, p. 201-203, 1980.

HUGHES, J. S. Tolerance of striped bass, *Morone saxatilis* (Walbaum), larvae and figerlings to nine chemicals used in pond culture. **Proceedings of the 24th Anual Conference, Southeastern Association of Game and Fish Commissioners**, v. 24, p. 431-438, 1971.

KABATA, Z. **Parasites and diseases of fish cultured in the tropics**. London: Taylor & Francis, 1985. 318 p.

LAZUR, A. M. **The use of potassium permanganate in fish ponds**. Gainesville FL: IFAS University of Florida, 1992. 4 p. (Fact Sheet FA, 23).

MARKING, L. L.; BILLS, T. D. Toxicity of potassium permanganate to fish and its effectiveness for detoxifying antimycin. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 104, p. 579-784, 1975.

MAZEAUD, M.; MAZEAUD, F. Adrenergic responses to stress in fish. In: PICKERING, A. D. (Ed.). **Stress and fish**. New York: Academic Press, 1981. p. 49-75.

MELO, L. A. S.; IZEL, A. C. U.; RODRIGUES, F. M. **Criação de tambaqui *(Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/barragens no Estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. 30 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 18).

MEROLA, N.; CANTELMO, O. A. Growth, conversion and mortality of cage-reared tambaqui, *Colossoma macropomum*, fed various dietary feeding regime sand protein levels. **Aquaculture**. v. 66, p. 223-233, 1987.

MEROLA, N.; SOUZA, J. H. Cage culture of the Amazon fish tambaqui, *Colossoma macropomum*, at two stocking densities. **Aquaculture**. v. 11, p. 15-21, 1988.

MORGAN, J. D; IWAMA, G. K. Measurements of stressed states in the field. In: IWAMA, G. D. et al. **Fish stress and health in aquaculture**.. England: Cambridge, 1997. p. 247-270. (Society for Experimental Biology Seminar. Series 62).

SCOTT, P. Therapy in aquaculture. In: BROWN, L. (Ed.). **Aquaculture for veterinarians:** fish husbandry and medicine. Oxford: Pergamon, 1993. p. 131-152.

STRAUS, D. L. Comparison of the acute toxicity of potassium permanganate to hybrid striped bass in well water and diluted well water. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 35, p. 55-60, 2004.

THATCHER, V. E. Patologia de peixes da Amazônia Brasileira. 1. Aspectos gerais**. Acta Amazônica**, v. 11, n. 1, p. 125-140, 1981.

TUCKER, C. S. Acute toxicity of potassium permanganate to channel catfish fingerlings. **Aquaculture**, v. 60, p. 93-98, 1987.

VARELLA, A. M. B; PEIRO, S. N.; MALTA, J. C. O.; LOURENÇO, J. N. P. Monitoramento da parasitofauna de *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Osteichthyes: Characidae) cultivado em tanques-rede em um lago de várzea na Amazônia, Brasil. In: URBINATI, E. C.; CYRINO, J. E. P. (Ed.). **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Aqüicultura**. Jaboticabal: AQUABIO, 2003. v. 2. p. 95-106.

WELLBORN, T. L. Control and therapy. In: PLUMB, J. A. (Ed.). **Principal diseases of farm raised catfish**. Auburn: Alabama Agricultural Experimental Station. Auburn, Alabama, USA, 1985. p. 50-70.

ZAR, J. H. Biostatiscal analysis. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 663 p.

Densidade de estocagem de juvenis de matrinxã durante a recria em tanques-rede

Franmir Rodrigues Brandão[1] e Levy de Carvalho Gomes[2]

[1]Centro Universitário Nilton Lins, Av. Prof. Nilton Lins 3.259, CEP 69058-040, Manaus, AM. E-mail: franmir@cpaa.embrapa.br; [2]Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus - AM. E-mail: levy@cpaa.embrapa.br

Resumo - O objetivo deste trabalho foi determinar a densidade de estocagem mais adequada para a fase de recria de matrinxã (*Brycon cephalus*) em tanque-rede. Os peixes foram distribuídos em 12 tanques-rede de 1m^3, nas densidades de 200, 300, 400 e 500 peixes/m^3, e alimentados com ração comercial contendo 34% de proteína bruta (PB), durante 60 dias. Foram analisados os parâmetros de crescimento e produtividade. Não houve diferença no peso e comprimento após 60 dias de criação. A produção por área foi significativamente maior na maior densidade testada. Dentre as densidades testadas, a de 500 peixes/m^3 é a mais adequada para recria de matrinxã em tanque-rede.

Termos para indexação: *Brycon cephalus*, piscicultura, produção, densidade de estocagem.

Stocking density during second growth phase of matrinxa Brycon cephalus in cages

Abstract - The objective of this work was to determine the adequate stocking density to second growth phase of matrinxã in cage. Fish has been stocked in 12 cages with 1 m^3 each one in four different densities 200, 300, 400 and 500 fish/m^3. Fish were fed on commercial diets with 34% of crude protein during 60 days. Growth and productivity parameters were evaluated. After 60th days, there were no differences in weight and length. The production per area was significantly higher in the highest densities. The density of 500 fish/m^3 for matrinxã was the most adequate to the second growth phase in cage.

Index terms: *Brycon cephalus*, fish culture, production, stocking density.

Introdução

A criação de peixe vem sendo praticada em diversos países durante muitos séculos. Em alguns países asiáticos a aquicultura é uma atividade de mais de mil anos. No passado foi uma atividade de caráter familiar, desenvolvida para produção de proteína para a própria família ou no máximo para uma pequena comunidade (Val & Honczaryk, 1995).

A piscicultura é uma das atividades zootécnicas mais promissoras para incrementar a produção de alimentos ricos em proteínas (Galli & Torloni, 1989). Dentre as principais vantagens, destaca-se, pela sua repercussão econômica, o aproveitamento de áreas improdutivas ou de baixo rendimento agropecuário (Galli & Torloni, 1989).

Existem diversos sistemas de criação de peixes, mas, na Região Amazônica, o sistema de criação em tanques-rede é o mais promissor, em razão, principalmente, da abundância e disponibilidade de corpos de água potencialmente utilizáveis para a piscicultura, como lagos, rios, paranás e igarapés.

Os juvenis de espécies nativas, normalmente disponíveis no mercado, são de tamanho inferior ao mínimo necessário (15 cm) para povoamento de tanques-rede de engorda. Portanto, para que a criação de peixes em tanques-rede cresça no Brasil é necessário desenvolver um pacote de produção direcionado para recria, que é a fase de engorda de um peixe de 2-5 cm até atingir 16 cm.

Para o desenvolvimento de um pacote de produção para uma espécie de peixe, o primeiro passo é a determinação da densidade de estocagem ideal, a qual visa estabelecer os níveis ótimos de produtividade por área. Jobling (1994) relata que a densidade de estocagem tem efeito na sobrevivência e no crescimento, sendo uma possível causa do fracasso na produção final de peixes. Normalmente, peixes criados em baixas densidades de estocagem apresentam boa taxa de crescimento e alta porcentagem de sobrevivência, porém a produção por área é baixa (Gomes et al., 2000), caracterizando baixo aproveitamento da área disponível. Por sua vez, peixes mantidos em altas densidades têm menor crescimento (El-Sayed, 2000), ficam estressados (Iguchi et al., 2003) e estão sujeitos ao aparecimento de interações sociais que levam à produção de um lote de peixes com tamanhos heterogêneos (Cavero et al., 2003)

Esse insucesso em transformar juvenis I em juvenis II tem sido um obstáculo ao desenvolvimento da atividade. Fica explícita, portanto, a necessidade de se produzir juvenis II para o povoamento em tanques-rede.

A espécie escolhida para este projeto foi o matrinxã (*Brycon cephalus*), que é a segunda espécie mais criada na Região Amazônica e com disponibilidade de juvenis. Segundo os fornecedores de juvenis, trata-se de uma das espécies mais procuradas para ser criada em tanques-rede na Amazônia.

Como primeira etapa para gerar tecnologia de produção de juvenis II de matrinxã, o objetivo deste projeto é determinar a melhor densidade de estocagem desses peixes em tanques-rede. Para avaliar a melhor densidade, serão levados em consideração a sobrevivência, o crescimento, a produtividade e a qualidade da água.

Material e Métodos

Juvenis de matrinxã (4,11 ± 0,05 cm e 0,560 ± 0,0 g; média ± erro padrão) foram obtidos na Fazenda Santo Antônio (Rio Preto da Eva, AM) e levados para 12 tanques-rede com 1 m^3 de área útil e malha de 20 mm entrenós, revestidos internamente por malha de multifilamento de 5 mm entrenós. Os tanques foram instalados em um açude de 6 hectares abastecido por água da chuva, localizado no Pesque-Pague San Diego, Manaus, AM, com as seguintes características físico-químicas da água: oxigênio dissolvido (mg/L), 6,06 ± 1,24; temperatura (^{0}C), 30,86 ± 0,65; pH (unidades), 5,64 ± 0,30; dureza (mg/L), 7,13 ± 0,25, alcalinidade (mg/L), 8.31 ± 0,46 e amônia total (mg/L), 0,293 ± 0,15.

O açude era povoado por uma quantidade desconhecida de tambaqui, tucunaré, jaraqui e matrinxã destinados à pesca esportiva. Nos tanques, os juvenis foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro diferentes densidades (três repetições para cada densidade): 200, 300, 400 e 500 juvenis/m^3 . O experimento teve duração de 60 dias, entre outubro e dezembro de 2003, e os peixes foram alimentados até a saciedade aparente três vezes por dia, sete dias por semana, com ração comercial extrusada com 36% de proteína bruta (PB).

Aos 30 e 60 dias de criação, foram capturados 30 peixes de cada tanque-rede, os quais foram anestesiados com 50 mg/L benzocaína, pesados e medidos. Com o resultado da biometria, foi possível calcular o crescimento em peso e comprimento, o coeficiente de variação do comprimento [CV = (desvio padrão do comprimento/comprimento médio)x 100] e a taxa de crescimento específico (TCE = [(1n peso tempo 1-1n peso tempo 0)/tempo]x 100). Os parâmetros de produtividade final avaliados foram: sobrevivência (%), produção por área (peixe/m^3), ganho de peso (GP = peso inicial-peso final) e conversão alimentar aparente (CAA = consumo de ração/ganho de peso).

O oxigênio dissolvido e a temperatura foram avaliados seis vezes por semanas com oxímetro digital; a cada sete dias, o pH com um potenciômetro digital; alcalinidade e dureza, por titulação (Boyd,1982); e a amônia total pelo método do endofenol (Apha, 1992).

Aos 60 dias de experimento, foi retirado sangue, por punção caudal, de três peixes de cada tanque-rede para avaliar o estado fisiológico dos animais. O indicador de estresse foi a glicose sanguínea, medida com um leitor digital (Advantage ^{TM}).

Os resultados obtidos foram comparados entre as densidades por análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade (Zar,1999).

Resultados e Discussão

Os parâmetros de qualidade da água, com exceção da dureza, não apresentaram diferença significativa entre as densidades (Tabela 1). As concentrações de oxigênio dissolvido e temperatura não apresentaram diferença significativa entre as densidades testadas e estão dentro da faixa considerada ótima para criação de peixes, segundo Boyd (1982). Os valores de dureza apresentaram diferença quando comparados às densidades de 200 e 500 peixes/m^3. Na maior densidade a dureza foi mais alta do que na menor, porém essa variável não deve ter causado efeito negativo na produção de matrinxã. Os valores da alcalinidade não apresentaram diferença significativa entre as densidades, estando esses valores abaixo do considerado adequado para a criação de peixes, porém as águas de ocorrência natural da espécie e as utilizadas para criação de peixes na Amazônia normalmente apresentam baixas concentrações de sais dissolvidos (Izel, 1995; Araújo-Lima & Goulding, 1997). Portanto, essa variável, mesmo estando abaixo do considerado ideal (entre 20 e 300 mg/L), não deve ter causado efeito negativo na produção de matrinxã.

Tabela 1. Parâmetros de qualidade da água (média ± erro-padrão) durante a recria de matrinxã em tanques-rede, em diferentes densidades de estocagem[(1)].

Parâmetros físico-químicos	Densidade de estocagem (peixe/m^3)			
	200	300	400	500
Oxigênio dissolvido (mg/L)	5,94 ± 0,21a	5,88 ± 0,23[a]	5,60 ± 0,05a	5,58 ± 0,06a
Temperatura (ºC)	30,84 ± 0,00a	30,82 ± 0,01[a]	30,84 ± 0,02a	30,84 ± 0,01a
PH	5,62 ± 0.01a	5,62 ± 0,04[a]	5,72 ± 0,01a	5,69 ± 0,02a
Alcalinidade (mg/L)	8,56 ± 0,07a	8,72 ± 0,23[a]	8,80 ± 0,07a	8,64 ± 0,16a
Dureza (mg/L)	6,27 ± 0,10b	6,82 ± 0,15ab	6,90 ± 0,13a	7,15 ± 0,15a
Amônia total (mg/L)	0,35 ± 0,01a	0,32 ± 0,01[a]	0,37 ± 0,01a	0,35 ± 0,01a

O pH não apresentou diferença significativa entre as densidades testadas. Segundo Val et al. (1995), é considerada satisfatória para a piscicultura a água que apresenta pH superior a 5 e inferior a 9. É importante dizer que peixes criados em águas com o pH abaixo de 5 podem apresentar problemas na reprodução, má formação do esqueleto e crescimento lento. Larvas e alevinos geralmente morrem quando expostos a um pH abaixo de 5 e acima de 9.

A amônia não apresentou diferença significativa entre as densidades testadas. Segundo Proença & Bittencourt (1994), acima de 0,5 mg/L têm-se níveis subletais, e abaixo de 0,05 mg/L, a concentração ideal. O trabalho apresentou uma amônia entre 0,35 e 0,37 mg/L, obtendo-se, portanto, bons níveis para criação de peixe.

A glicose é um eficiente indicador de distúrbio fisiológico, por ser a principal fonte de energia utilizada pelos peixes para suportar situações desfavoráveis (Morgan & Iwama, 1997). Segundo Procarione et al. (1999), densidades de estocagem extremas causam aumento na glicose sanguínea e conseqüente diminuição do crescimento, pois a energia destinada ao crescimento é desviada para compensar a situação desfavorável. Não houve diferença significativa na glicose sanguínea dos peixes entre as densidades, significando que nenhuma das densidades testadas é fisiologicamente extrema para o matrinxã (Figura 1).

De acordo com Jobling (1994), altas densidades de estocagem ocasionam problemas de espaço e afetam a taxa de crescimento. As variáveis de crescimento avaliadas não apresentaram diferença significativa entre as densidades com 30 dias (Tabela 2), indicando que para esse tempo de criação a disponibilidade de espaço não teve efeito adverso no crescimento dos peixes nas densidades testadas.

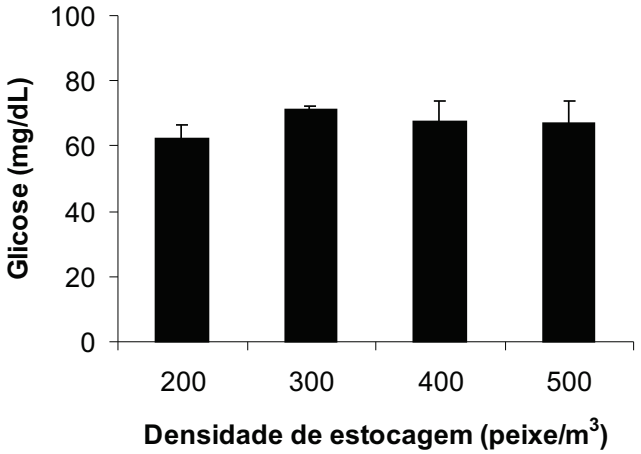


Figura 1. Glicose sanguínea de juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*) após 60 dias de recria em tanques-rede, em diferentes densidades de estocagem. As colunas representam os valores médios de três repetições de cada densidade (n = 3 para cada repetição), e as barras, o erro padrão.

Tabela 2. Crescimento de juvenis de matrinxã durante a recria em tanques-rede, em diferentes densidades de estocagem[1]; os resultados são média ± erro-padrão.

Densidade de estocagem (peixes/m³)	Período de criação (dias)	
	30	60
	Comprimento (cm)	
200	9,90 ± 0,23[a]	16,99 ± 0,15a
300	9,68 ± 0,48[a]	16,84 ± 0,15a
400	9,45 ± 0,06[a]	16,33 ± 0,23a
500	9,82 ± 0,24[a]	16,57 ± 0,22a
	Peso (g)	
200	13,60 ± 0,54[a]	71,65 ± 1,87a
300	13,74 ± 1,50[a]	68,26 ± 2,46a
400	12,31 ± 0,40[a]	60,30 ± 3,68a
500	14,41 ± 0,96[a]	62,31 ± 4,41a
	CV (%)[2]	
200	10,64 ± 0,54[a]	8,29 ± 1,13a
300	12,69 ± 2,85[a]	7,26 ± 0,14a
400	11,98 ± 0,3[a]	7,87 ± 0,48a
500	15,56 ± 2,28[a]	6,48 ± 0,08a
200	TCE (%)[3]	
300	10,63 ± 0,13[a]	5,54 ± 0,20a
400	10,62 ± 0,39[a]	5,38 ± 0,45a
500	10,30 ± 0,11[a]	5,28 ± 0,28a
	10,81 ± 0,22[a]	4,93 ± 0,09a

[1]Nas linhas, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; [2]Coeficiente de variação do comprimento; [3]Taxa de crescimento específico.

Na avaliação aos 60 dias, o crescimento em comprimento e peso não apresentou diferenças significativas entre as densidades testadas, evidenciando que o sistema de criação em tanques-rede é eficiente para a fase de recria e que a capacidade de suporte do tanque não foi alcançada.

Segundo Ricker (1958), em um sistema de produção de peixes é mais importante avaliar o aumento de peso do que o crescimento em comprimento. Porém, deve-se observar que essa consideração se refere à fase de engorda. Na fase de recria direcionada para a engorda em tanques-rede, o crescimento em comprimento é mais importante do que o aumento de peso, pois são necessários peixes do tamanho adequado para a malha dos tanques de engorda.

O coeficiente de variação do crescimento (CV) e a taxa de crescimento específico (TCE) não apresentaram diferenças significativas entre as densidades, mostrando que o manejo alimentar é de grande importância para o bom desenvolvimento dos animais, com crescimento mais homogêneo.

A conversão alimentar aparente (CAA) obtida neste estudo foi de 1,31-1,35, não havendo diferença significativa entre as densidades (Tabela 3). Esse resultado pode ser atribuído ao fato de que os peixes menores são mais eficientes em converter ração em músculo, como observado para várias espécies de peixes como, por exemplo, o pacu (*Piaractus mesopotamicos*) (Silva et al., 1997).

Para as densidade de 200, 300 e 400 peixes/m³ não houve diferença significativa para o ganho de peso (GP), porém a densidade de 500 peixes/m³ apresentou diferença significativa quando comparada com as demais densidades testadas.

A sobrevivência média final ficou entre 92,00 ± 4,09 na densidade de 200 peixes/m³ e 77,75 ± 3,17 na densidade de 400 peixes/m³, porém não houve diferença significativa entre as densidades (Tabela 3). Para o matrinxã, a densidade de estocagem não teve efeito na sobrevivência durante a recria, de forma similar ao observado para tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Brandão et al., 2004) e bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) (Esquivel et al., 1997). A sobrevivência média obtida (≅ 85%) foi semelhante à obtida para o tambaqui nos sistemas de recria em tanque-rede (80%) e tanque (94%) (Souza et al., 1998; Brandão et al., 2004).

Tabela 3. Produtividade de juvenis de matrinxã durante a recria em tanques-rede, em diferentes densidades de estocagem [(1)]; os resultados são média ± erro-padrão.

Parâmetros	Densidade de estocagem (peixe/m^3)			
	200	300	400	500
Sobrevivência (%)	92,00 + 4,09a	89,89 + 4,16a	77,75 + 3,17a	83,33 + 8,02a
Conversão alimentar aparente	1,35 + 0,07[a]	1,32 + 0,06[a]	1,33 + 0,12a	1,31 + 0,13 a
Produção por área (peixes/m^3)	184,0 + 8,17c	269,67 + 12,47bc	311,0 + 12,66b	416,67 + 40,11a
Ganho de peso (kg/m^3)	13,05 + 0,48b	18,20 + 0,66 b	18,42 + 1,53b	25,71 + 2,52 a

[(1)] Nas linhas, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A produção por área foi significativamente mais alta na densidade de 500 peixes/m^3 quando comparada às densidades de 200, 300 e 400 peixes/m^3. A produção na maior densidade foi de 416,67 ± 40,11 peixes/m^3.

Conclusões

A produção por área em tanques-rede é maior com o aumento da densidade de estocagem.

A densidade de estocagem ideal para a fase de recria de matrinxã em tanques-rede é de 500 peixes/m^3.

Referências Bibliográficas

ARNOLD, E. et al. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 18. ed. Washington, DC, American Public Health Association, 1992. v. 1.

ARAÚJO-LIMA, C. R. M.; GOULDING, M. **So fruitful fish:** ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's tambaqui. New York: Columbia University Press, 1997. 157 p.

BOYD,C.E. **Water quality management for pond fish culture**. Amsterdam: Elsevier Science, 1982. 317 p.

CAVEIRO, B. A. S. et al. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 103-107, 2003.

EL-SAYED, A. Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of nile tilapia (*Oreochromis nlotinus*) fry. **Aquaculture Research**, v. 33, p. 621-626, 2002.

ENGLE, C. R. Growth of fed bighead carp in cages at two stocking densities. **Progressive Fish-Culturist**, v. 44, n. 4, p. 216-217, 1982.

ESQUIVEL, B. M.; ESQUIVEL, J. R.; ZANIBONI, E. Effects of stocking density on growth of channel catfish, Ictalurus punctatus, fingerlings in southern Brasil. **Journal of Applied Aquaculture,** v. 7, n. 3, p. 1-6, 1997.

GALLI, L. F.; TORLONI, C. E. **Criação de peixes.** São Paulo: Nobel, 1989. 119 p.

GOMES, L. C.; BALDISSEROTTO, B.; SENHORINI, J. A. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of matrinxa , *Brycon cephalus* (Characidade), in ponds. **Aquaculture**, v. 183, p. 73-81, 2000.

IGUCHI, K.; OGAWA, K.; ITO, F. The influence of rearing density on stress response and disease susceptibility of ayu (*Plecoglossus altivelis*). **Aquaculture**, v. 202, p. 515-523, 2003.

IZEL, A. C. U. A qualidade do solo e da água. In: VAL, A .L.; HONCZARYK, A. **Criando peixes na Amazônia.** Manaus: INPA, 1995. p. 17-28.

JOBLING, M. **Fesh bioenergetics.** London: Chapman & Hall, 1994. 294 p.

MORGAN, J. D.; IWAMA, G. K. Measurements of stressed states in the fied. In: IWAMA, G. K. et al. **Fish stress and health in aquaculture.** Cambridge: Cambridge University Press, 1997. p. 247-270. (Society for Experimental Biology Seminar Series, 62).

PROCARIONE, L. S.; BARRY, T. P.; MALISON, J. A. Effects of high rearing density and loading rates on the growth and stress responses of juvenile rainbow trout. **North American Journal of Aquaculture**, v. 61, p. 91-96, 1999.

PROENÇA, C. E. M.; BITTENCOURT, P. R. L. **Manual de piscicultura tropical.** Brasília: IBAMA: DIREN: DEPAQ/DIPEA, 1994. 196 p.

RICKER, W. E. **Handbook of computations for biological statistics of fishes populations.** Ottawa: Fisheries Research Board of Canada, 1958. 300 p.

SILVA, J. W. B. E. et al. Cultivo do pacu *Piaractus mesopotamicos* (Holmberg,1887) em duas densidades de estocagem no nordeste do Brasil. **Boletim Técnico do CEPTA**, v. 10, n. 1, p. 61-70, 1997.

VAL, A. L.; HONCZARYK, A . **Criando peixes na Amazônia.** Manaus: INPA, 1995. 160 p.

ZAR, J. H. **Biostatiscal analysis**. 4. ed. Saddle River: Prentice Hall, 1999. 663 p.

Efeito da taxa e freqüência alimentar no crescimento e na produtividade do tambaqui na fase de recria em tanques-redes

Clichenner Rodrigues Silva[1] e Levy de Carvalho Gomes[2]

[1]Escola Superior Batista do Amazonas (Esbam), Rua Rio Javary, 278 - Conj. Abílio Nery - Adrianópolis, Manaus, AM. E-mail: clichenner@cpaa.embrapa.br; [2]Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus - AM. E-mail: levy@cpaa.embrapa.br

Resumo - O cultivo de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques-rede tem sido bastante difundido no Brasil. Portanto, este trabalho teve o objetivo de determinar a melhor taxa e freqüência alimentar para tambaquis cultivados em tanques-rede na fase de recria. Foram utilizados 12 tanques-rede, onde foram testadas 2 taxas alimentares (5% e 10% do peso vivo) e 2 freqüências alimentares (2 e 3 refeições/dia). O experimento teve duração de 45 dias, no qual foi avaliado o crescimento em peso (g); comprimento (cm) e produtividade, e feito o monitoramento dos parâmetros físico-químicos da água a cada 2 dias. A taxa de 10% com freqüência de 3 vezes ao dia se mostrou mais eficiente que as outras taxas e freqüências alimentares, diminuindo o desperdício e aumentando o crescimento.

Termos para indexação: desperdício de ração, produção, manejo alimentar.

Effect of feed rate and frequency on growth and productivity of tambaqui during second growth phase

Abstract - Tambaqui culture in cages has been diffused in Brazil. Therefore the aim of this work is establishment the optimal feed rate and frequency for tambaqui rearing in net cages during second growth phase. Twelve net cages where used to test two feed rate and two feed frequency during 45 days, were evaluated growth in weight (g); in length (cm) and production. Water physicalchemical parameter was monitored each two days. The 10% feed rate with 3 daily feed were the best treatment, reducing feed waste and increasing growth.

Index terms: feed waste, production, feed management; Colossoma macropomum.

Introdução

O sistema de cultivo em tanques-rede tem sido bastante difundido em todo o Brasil. Atualmente está em franca expansão e progresso tecnológico, respondendo por cerca de 10% da produção mundial (Silva, 1997). Uma espécie que apresenta excelente potencial para a criação nesse sistema é o tambaqui (*Colossoma macropomum*), por ter bom crescimento e resistência a baixas concentrações de oxigênio dissolvido (Araújo-Lima & Goulding, 1998).

No Brasil o cultivo de tambaqui data de 1972, e as primeiras observações realizadas em cativeiros mostram que a espécie apresenta enorme potencial para piscicultura (Araújo, 1989). A engorda do tambaqui proporciona boa resposta socioeconômica, pois a espécie é de fácil aceitação no mercado (Castagnolli, 1989).

O tamanho do peixe, a espécie e as condições de criação são importantes para se determinar ótima taxa e freqüência alimentar. Esses fatores podem afetar a eficácia dos nutrientes oferecidos na alimentação, prejudicando o desempenho do peixe (Cho et. al, 2003). Dessa forma estudos devem ser realizados para as diferentes fases de criação do tambaqui em tanques-rede: recria e engorda.

O balanceamento da alimentação é muito importante no crescimento do peixe, principalmente na fase inicial (Cho et al., 2003). Alimentos de qualidade não podem ser produzidos sem ingredientes de boa qualidade. Nessa fase da criação é necessário acompanhar o crescimento evolutivo do cultivo (Silva, 1997). Muitas vezes, o desperdício de ração, na hora da alimentação do peixe, pode deteriorar a qualidade da água dos tanques-rede, assim como aumentar o custo de produção, em decorrência do grande gasto com ração (Cho et al., 2003). Por isso é importante determinar uma taxa de alimentação e uma freqüência alimentar para peixes na fase de recria, para minimizar o custo de produção e o impacto ambiental.

O objetivo deste trabalho foi determinar a taxa e a freqüência alimentar para tambaquis cultivados em tanques-rede na fase de recria.

Material e Métodos

Juvenis de tambaqui (2,67±1,13g; 4,86±1,76 cm; média±desvio padrão) foram obtidos na Fazenda Santo Antônio (Rio Preto da Eva, AM) e levados para 12 tanques-redes de 1m^3 de capacidade e malha de 20 mm entrenós, revestidos internamente por uma malha de multifilamentos de 5 mm entrenós. Os tanques-rede foram instalados em um açude de 6 hectares abastecido por um poço escavado e água da chuva, localizado no pesque-pague San Diego, no Km 35 da AM 010, Manaus, AM. A água do açude tinha as seguintes características físico-químicas: oxigênio dissolvido (mg/L) 6,97±1,80; temperatura (ºC) 29,73±0,53; pH 5,86±0,53 (unidades); dureza total (mg/L) 7,15±0,38; alcalinidade total (mg/L) 8,45±0,54 e amônia total (mg/L) 0,26±0,17.

Nos tanques, os juvenis foram distribuídos na densidade de 80 peixes/m^3 em delineamento experimental fatorial 2 x 2, com duas taxas (5% e 10% do peso vivo) e duas freqüências alimentares (duas e três refeições/dia), com três repetições para cada tratamento. O experimento teve duração de 45 dias, entre maio e julho de 2004. Os peixes foram alimentados seis vezes por semana, com ração comercial extrusada com 34% de proteína bruta (PB).

A cada 15 dias foi feito biometria para avaliar o crescimento em peso e comprimento. Para isso, foram capturados 16 peixes de cada tanque, anestesiados com 100 mg/L de benzocaína (Gomes et al., 2001), pesados e medidos. Após cada biometria era ajustada a quantidade de ração fornecida, a partir da média do peso de cada tanque. Com os resultados da última biometria foi possível calcular o crescimento em peso e comprimento, o coeficiente de variação do comprimento [CV = (desvio-padrão do comprimento / comprimento médio) * 100] e a taxa de crescimento específico {TCE = [ln tempo 1 ln do tempo 0] / tempo}.

O oxigênio dissolvido e a temperatura foram avaliados três vezes por semana, sempre às oito horas da manhã, com oxímetro digital. A cada sete dias foram avaliados o pH com potenciômetro digital, a alcalinidade e dureza por titulação (Boyd, 1982) e a amônia total por endofenol, conforme APHA (1992). Os resultados foram analisados e comparados por uma ANOVA de dois fatores e teste de Tukey a 5% de probabilidade (Zar, 1999).

Resultados e Discussão

Os parâmetros físico-químicos da água do açude se mantiveram em ótimos níveis para a recria de tambaqui em tanque-rede, de acordo com Boyd (1978). A alcalinidade e a dureza estavam abaixo do considerado bom para criação de peixes, mas a água em criações na Amazônia apresenta baixas concentrações de sais dissolvidos (Izel, 1995; Araújo Lima, 1997), não causando efeitos negativos na produção. A amônia em concentrações de 0,6 a 2,0 mg/l é tóxica para o peixe (Melo, 1990), contudo, como os resultados obtidos no açude conservaram-se abaixo dessas concentrações (0,26 ± 0,17), conclui-se que essa variável não teve efeito negativo sobre o crescimento e a produtividade dos peixes. Os parâmetros físico-químicos da água dos tanques-rede, neste trabalho, foram semelhantes aos obtidos por Brandão et al. (2004), que utilizou o mesmo açude para o cultivo de tambaqui, para testar diferentes densidades de estocagem, mostrando que não houve efeito negativo na produção do tambaqui em tanques-rede durante a recria.

Os resultados de crescimento em comprimento (cm), peso (mg/L), coeficiente de variação (CV%) e taxa de crescimento específico (TCE) estão sumarizados na Tabela 1. A sobrevivência, conversão alimentar aparente, ganho de peso e produção por área, obtidas nos diferentes tratamentos testados estão na Tabela 2.

Tabela 1. Crescimento de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede sob diferentes taxas e freqüências alimentares.

Taxa alimentar	Freqüência alimentar	Comprimento (cm)	Peso (g)	CV (%)
5	2	10,46 ± 0,54	26,24 ± 2,90	18,98 ± 0,80
5	3	9,47 ± 0,19	19,39 ± 1,39	18,48 ± 4,47
10	2	11,29 ± 0,32	36,92 ± 2,58	20,22 ± 5,92
10	3	12,42 ± 0,25	46,08 ± 3,57	15,52 ± 2,56

Tabela 2. Produtividade de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede sob diferentes taxas e freqüências alimentares.

Taxa Alimentar	Freqüência Alimentar	Sobrevivência (%)	CAA	Ganho de peso (g)	Produção Peixes/m^3
5	2	95,42±3,82	1,10±0,26	1790,69±252,72	76,33±3,06
5	3	93,33±6,29	1,30±0,07	1230,91±77,07	74,67±5,03
10	2	87,92±20,93	1,94±0,22	2370,69±581,30	70,53±16,74
10	3	97,92±1,91	1,48±0,06	3396,53±294,25	78,33±1,53

Na taxa alimentar de 5% peso vivo e freqüência alimentar de duas e três vezes ao dia, foi possível observar que os peixes tiveram um resultado aparentemente satisfatório, mas essa taxa não pareceu suprir os peixes, não havendo sobras de ração. A freqüência de duas vezes ao dia se mostrou mais eficiente do que a de três vezes ao dia na taxa de 5% peso vivo. A taxa alimentar de 5% peso vivo, dividida pela freqüência alimentar de duas vezes ao dia, tornava a quantidade de ração maior para os peixes, podendo todos os peixes do tanque consumir a ração. A taxa alimentar de 5% peso vivo, dividida pela freqüência alimentar de três vezes ao dia, não saciava os peixes, além de haver a possibilidade de os peixes menores e mais fracos não se alimentarem.

A taxa alimentar de 10% peso vivo e as freqüências alimentares de duas e três vezes ao dia mostraram melhor resposta, parecendo nutrir todos os peixes. A taxa alimentar de 10% peso vivo, dividida pela freqüência de duas vezes ao dia, teve melhor resposta que a taxa alimentar de 5% peso vivo mais freqüência de duas e três vezes ao dia. Mas foi observado que houve grande desperdício de ração, bastante sobra, causado pelo excesso de ração ofertada aos peixes na freqüência de duas vezes ao dia. A taxa alimentar de 10% peso vivo, dividida pela freqüência de três vezes ao dia, se mostrou mais eficiente que a taxa alimentar de 5% peso vivo e freqüência alimentar de duas e três vezes ao dia, havendo pouca sobra de ração, nas três alimentações oferecidas, parecendo saciar todos os peixes, com menor sobra de ração.

Conclusões

A taxa alimentar de 10% do peso vivo e a freqüência alimentar de três vezes ao dia foram mais eficientes para o desempenho dos peixes durante a recria em tanque-rede, pois aumentou o crescimento, não afetou a produção e diminuiu o desperdício de ração.

Referências Bibliográficas

APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 18. ed. New York: American Public Health Association, 1992. part 1000-10000.

ARAÚJO-LIMA, C.; GOULDING, M. **Os frutos do tambaqui:** ecologia, conservação e cultivo na Amazônia. Brasília: Sociedade Civil Mamirauá/CNPq, 1998, 186 p.

ARAÚJO, O. J. Situação do cultivo de (*Colossoma*) no Brasil. In: REUNION GRUPO DE TRABAJO TECNICO, 1., 1988, Pirassununga. **Cultivo de Colossoma.** Bogota: CEPTA, 1989. p. 207-218.

BOYD, C. E. **Water quality management for pond fish culture**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1982. 317 p.

BRANDÃO, F. R. et al. Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-redes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 4, p. 357-362, abr. 2004.

CASTAGNOLLI, N. Pesquisas realizadas e em desenvolvimento na UNESP com o pacu (*piaractus mesopotamicos*, HOLBERG, 1887) *(Colossoma mitrei,* Berg, 1895). In: REUNION GRUPO DE TRABAJO TECNICO, 1., 1988, Pirassununga. **Cultivo de Colossoma.** Bogota: CEPTA, 1989. p. 223-228.

CHO, S. H. et al. Effect of feeding rate and feeding frequency on survival, growth, and body composition of Ayu post-larvae *Plecoglossus altivelis*. **Aquaculture,** n. 1, v. 34, p. 85-91, 2003

GOMES, L. C. et al. Efficacy of benzocaine as anesthetic for tambaqui juveniles (*Colossoma macropomum*). **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 31, p. 426-431, 2001.

IZEL, A. C. U. A qualidade do solo e da água. In: Val, A. L.; HONCZARYK, A. (Ed.). **Criando peixes na Amazônia.** Manaus: INPA, 1995. p. 17-28.

MELO. J. S. C. **Alimentação natural em viveiros**. Manaus. IBAMA-CEPTA, 1990. 9 p.

SILVA, A. L. N. **Piscicultura em tanques-rede**: princípios básicos. Setor de processos técnicos da BC/UFRPE, 1997. P.11-55.

ZAR, J, H**. Biostatiscal analysis**. 4. ed. Saddler River: Prentice Hall, 1999. 663 p.

Toxicidade da formalina para o tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Lucelle Dantas de Araújo [1], Edsandra Campos Chagas [2] e José Celso de Oliveira Malta[3]

[1]Bolsista do PIBIC/CNPq. E-mail: lucelle@cpaa.embrapa.br; [2]Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus - AM. E-mail: edsandra@cpaa.embrapa.br; [3]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Coordenação de Pesquisas em Biologia Aquática, Av. André Araújo, 2936, Aleixo, Caixa Postal 478, CEP 69083-000, Manaus, AM. E-mail: jcmalta@inpa.gov.br

Resumo - O objetivo deste trabalho foi determinar a toxicidade da formalina para o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e sua efetividade no controle de monogenóides. Para isso, foram efetuados testes de toxicidade (CL_{50}-96h) em tanques de polietileno de 50 L e também avaliada a efetividade da formalina, em tempos de exposição de 15, 30, 45 e 60 minutos, no combate a monogenóides por meio de testes in vitro. A taxa de mortalidade nos testes de toxicidade foi diretamente proporcional ao aumento da concentração de formalina e a CL_{50}-96 horas foi calculada em 106,96 mg/L para o tambaqui. Os testes in vitro conduzidos com formalina na concentração de 250 mg/L mostraram maior efetividade para o controle de monogêneas nas brânquias de tambaqui após 60 minutos de exposição (84,04%). Os resultados indicam baixa toxicidade de formalina para o tambaqui e boa efetividade na redução de parasitas monogenóides.

Termos para indexação: CL_{50}, monogenóides, sanidade.

Toxicity of formalin to tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Abstract - The objective of this study was to determine the toxicity of formalin to tambaqui (*Colossoma macropomum*) and their efficacy in the monogeneans control. Toxicity trials (CL_{50}-96h) were carried out in 50 L-tanks and the efficacy of formalin was evaluated, in exposures of 15, 30, 45 and 60 minutes, in the control of monogeneans by in vitro tests. The mortality rate in the toxicity tests was directly proportional to increase in the formalin concentration and the CL_{50}-96 hour was calculated in 106, 96 mg/L for tambaqui. in vitro trials with 250 mg/L of formalin showed the higher efficacy to monogeneans control in the tambaqui gills after 60 minutes of exposure (84, 04%). The results indicate a low toxicity of formalin to tambaqui and a good efficacy in the reduction of monogeneans.

Index terms: LC_{50}, monogeneans, sanity.

Introdução

O tambaqui, *Colossoma macropomum*, é um peixe teleósteo de água doce pertencente à ordem Characiformes, família Serrasalmidae (Gery, 1977), nativo das bacias do Amazonas, Orinoco e afluentes. Atinge a maturidade sexual entre o terceiro e o quarto ano de vida, apresenta desova total, alta fecundidade e ovos semipelágicos (Araújo-Lima & Goulding, 1998). Sua dieta natural inclui zooplâncton, frutos e sementes, sendo considerado um onívoro com tendência a frugívoro (Honda, 1974). É uma espécie com excelente potencial para cultivo por apresentar bom crescimento, hábito gregário, resistência a baixos níveis de oxigênio dissolvido e excelente utilização de alimentos (Saint-Paul, 1986; Val et al., 1998). O cultivo do tambaqui já vem sendo realizado em tanques-rede (Merola & Cantelmo, 1987; Merola & Souza, 1988; Andrade et al., 1993; Chellapa et al., 1995; Chagas et al., 2003) e essa espécie vem se mostrando adequada para esta tecnologia de criação.

No sistema de criação de peixes em tanques-rede, classificado como um sistema intensivo de renovação de água (Beveridge, 1996), muito pouco se sabe sobre os problemas relativos ao manejo inadequado, às questões nutricionais e às enfermidades infecciosas e parasitárias, devendo-se enfatizar os estudos relativos ao levantamento, caracterização e tratamento de doenças.

A fauna parasitológica do tambaqui cultivado em sistema de tanques-rede foi recentemente avaliada, cujos parasitas identificados foram: *Henneguya* sp. e *Myxobolus* (Myxozoa); *Anacanthorus spathulatus* e *Linguadactyloides brinkmanni* (Monogenoidea); *Neoechinorhynchus buttnerae* (Acanthocephala); *Gamidactylus jaraquensis* e *Ergasilus* sp. (Copepoda), sendo a maior intensidade média relatada para os monogenóides (Varella et al., 2003).

Dentre os tratamentos utilizados para o controle de monogenóides em peixes, estão os banhos terapêuticos com formalina, cuja solução deve possuir 37% de formaldeído dissolvido em água e 10% a 15% de metanol (Kabata, 1985; Pironet & Jones, 2000; Fajer-Ávila et al., 2003), sendo o uso deste produto liberado como parasiticida para aqüicultura pelas agências de saúde dos Estados Unidos (Fajer-Ávila et al., 2003), porém no Brasil ainda não existe legislação específica liberando o uso deste químico para o tratamento de doenças em peixes tropicais. A concentração de formalina, ou de qualquer outro químico, a ser utilizada em tratamentos terapêuticos é determinada pelo período de tempo em que o peixe estará em contato com o químico, pela temperatura da água e pela condição de saúde dos peixes (Kabata, 1985; Fajer-Ávila et al., 2003). Neste caso, os testes de toxicidade são essenciais por simularem a situação ambiental (características físico-químicas da água) na qual os organismos são expostos a determinada substância tóxica, no caso a formalina, durante curto espaço de tempo (24 a 96 horas) (Bertoletti, 1990).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a toxicidade da formalina para o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e sua efetividade no controle de monogenóides.

Material e Métodos

Juvenis de tambaqui pesando aproximadamente 45 g foram adquiridos na fazenda Santo Antônio, Rio Preto da Eva, AM, e transportados para o campo experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, localizado no km 29 da estrada Manaus-Itacoatiara, onde foram aclimatados em tanques escavados de 200 m^2 durante todo o período pré-experimental.

Os parâmetros de qualidade da água foram avaliados diariamente durante a execução dos testes experimentais. Os valores de pH foram obtidos com auxílio de pHmetro da marca YSI Environmental, modelo 100, e as medidas de temperatura e oxigênio dissolvido foram realizadas com o auxílio de um monitor YSI 55. Os valores desses parâmetros registrados durante o período experimental foram 7,40 $\pm$ 0,07 unidades, 26,92 $\pm$ 0,15 ^{o}C e 7,25 $\pm$ 0,04 mg/L, respectivamente.

Determinação da concentração média letal (CL_{50} - 96h) de formalina

A CL_{50} - 96 horas é a concentração de determinada substância tóxica que promove a parada total dos movimentos respiratórios, da locomoção, perda de equilíbrio e ausência de respostas a estímulos de 50% dos animais expostos durante ensaios de 96 horas (Sprague, 1990).

Para determinação da CL_{50} de formalina os exemplares de tambaqui, com peso de 45,23 $\pm$ 0,43 g (média $\pm$ erro padrão) e comprimento padrão 11,91 $\pm$ 0,08 cm, foram transferidos para tanques de polietileno com o volume fixo de 50 litros. Após um período de aclimatação de 24 horas, foram expostos a diferentes concentrações de formalina por um período de 96 horas. A primeira concentração testada de formalina foi referenciada pelo nível máximo utilizado para o tratamento de doenças em peixes. A partir desse resultado foram estabelecidas as demais concentrações.

Os tanques experimentais foram dotados de sistemas semi-estáticos, com aeração constante. Os testes foram efetuados em triplicatas com grupos de oito animais, sendo a alimentação dos animais suspensa 24 horas antes do início dos testes e durante estes. Os animais mortos durante os ensaios da CL_{50} foram contados e retirados a cada 24 horas.

As taxas de mortalidade foram plotadas em função da concentração de formalina, e foi, então, aplicado o programa JSpearman Test baseado no método Trimmed Spearman Karber, sendo determinada a CI_{50}.

Teste in vitro contra monogenóides

Uma amostra inicial de 25 peixes foi retirada para análise parasitológica com o objetivo de verificar a presença de monogenóides nas brânquias de tambaqui antes da realização dos testes in vitro.

Na realização dos testes in vitro foi utilizado um total de 24 peixes (comprimento padrão de 9,22 ± 0,13 cm e peso de 27,12 ± 1,25 g). A concentração de formalina testada foi a de 250 mg/L, que é o nível máximo de formalina utilizada para o tratamento de doenças em peixes.

O experimento consistiu em avaliar a eficácia da formalina no controle de monogenóides em diferentes tempos de exposição: 15, 30, 45 e 60 minutos, com seis repetições. Para isso, os peixes foram sacrificados por comoção cerebral, as brânquias retiradas e então os oito filamentos branquiais foram individualmente imersos em placas de Petri contendo 20 ml da solução de formalina (250 mg/L), sendo este procedimento repetido para cada tempo de exposição. Após o período de exposição, os filamentos branquiais foram transferidos para placas de Petri contendo água destilada por 30 minutos e procedeu-se à contagem das monogêneas mortas em cada filamento branquial com o auxílio de um estereomicroscópio, sendo a monogênea considerada morta quando estava imobilizada e opaca.

As taxas de mortalidade dos diferentes tempos de exposição foram comparadas por análise de variância (one way ANOVA) e teste de Tukey, com 5% de probabilidade (Zar, 1999).

Resultados e Discussão

Concentração média letal (CL_{50} - 96 h) de formalina

No controle e nas concentrações de 90 e 95 mg de formalina/L não foram registradas mortalidades durante o período de exposição de 96 horas. Por outro lado, nenhum peixe sobreviveu na concentração de 120 mg/L (Figura 1). A taxa de mortalidade foi diretamente proporcional ao aumento na concentração de formalina adicionada na água dos tanques experimentais, demonstrando boa relação dose-resposta (Figura 1).

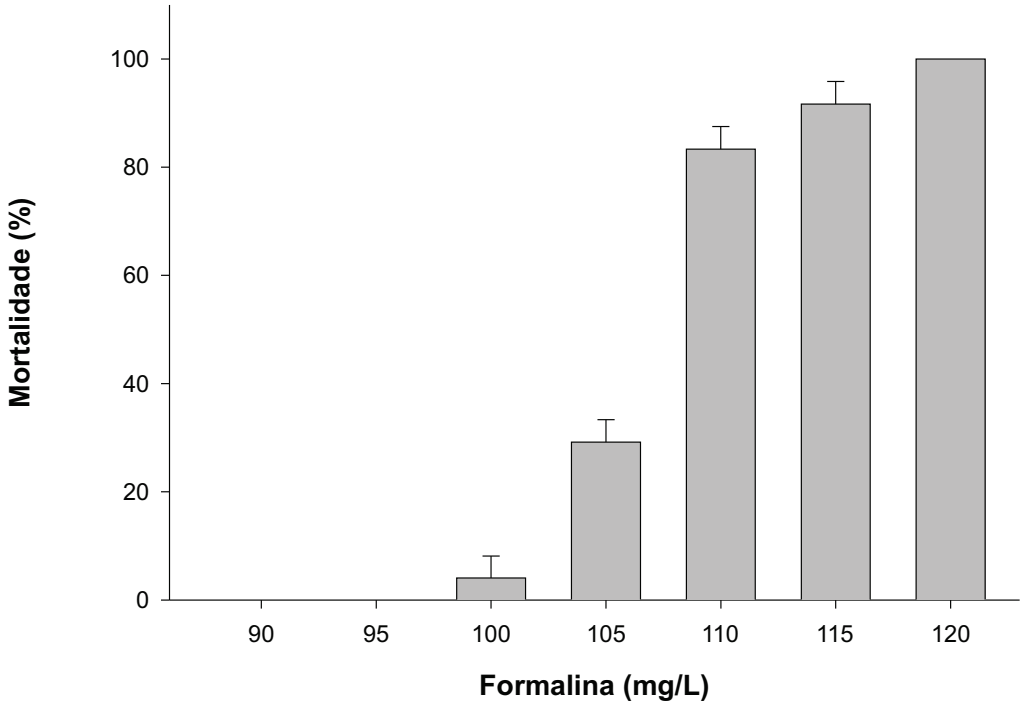


Figura 1. Mortalidade percentual de tambaquis expostos a crescentes concentrações de formalina na água.

A CL_{50}-96 horas de formalina para o tambaqui foi calculada em 106,96 mg/L. Em geral, os testes de toxicidade com formalina indicam uma toxicidade relativamente baixa para peixes tropicais (Wellens, 1982; Fajer-Ávila et al., 2003). Para a espécie *Sphoeroides annulatus,* a CL_{50}-72 h de formalina é 79 mg/L (Fajer-Ávila et al., 2003), próxima a CL_{50}-96 h (81 mg/L) encontrada para *Anguilla americana* (Hinton & Eversole, 1978). O tambaqui, comparado a outras espécies, apresentou boa tolerância à formalina (Tabela 1).

Tabela 1. Valores comparativos de CL_{50}-96 horas de formalina para *Colossoma macropomum* e outras espécies de peixes cultivadas.

Espécie	CL_{50}-96 horas (mg/L)	Referências
Ictalurus punctatus	19,8 28,2	Bills et al. (1977)
Pimephales promelas	24,1	Geiger et al. (1990)
Oncorhynchus mykiss	58,7	Bills et al. (1977)
Salmo salar	69,8	Bills et al. (1977)
Anguiilla americana	81,0	Hinton & Eversole (1978)
Colossoma macropomum	106,96	Presente estudo

A determinação da CL_{50} - 96 horas de formalina para o tambaqui é importante para estabelecer os limites de tolerância para o uso deste químico em tratamentos de doenças parasitárias. Em tratamentos de longa duração, as concentrações geralmente recomendadas para os banhos terapêuticos são de 15 a 25 mg/L (Kabata, 1985), concentração muito abaixo da tolerada pelo tambaqui em 96 horas de exposição, portanto incapaz de causar mortalidade dos animais durante o período de tratamento.

De uma forma geral, tambaquis expostos a concentrações de formalina acima de 100 mg/L apresentavam-se agitados, com aumento na freqüência do batimento opercular e intensa liberação de muco após 24 horas de exposição. Perda de equilíbrio, olhos saltados e narinas hemorrágicas foram observados em tambaquis nas concentrações acima de 105 mg/L, após o período de 48 horas. Para a espécie *Sphoeroides annulatus* foi observado, nas concentrações de 75 e 103 mg/L, hemorragia após 20 horas de exposição (Fajer-Ávila et al, 2003). Em concentrações de 200 mg/L em 6 horas foi observada necrose e hipertrofia nas brânquias em *Oncorhynchus tshawytscha* e *Salmo gairdneri* (Wedemeyer & Yasutake, 1974).

Teste in vitro contra monogenóides

Quando expostos à concentração de 250 mg de formalina/L, os exemplares de tambaqui reduziram significativamente o número de monogêneas em suas brânquias com o aumento do tempo de exposição (Tabela 2). Em 60 minutos, a taxa de mortalidade de monogêneas foi de 84,04%, mostrando a eficácia da aplicação deste produto para o controle de monogenóides (Tabela 2).

Tabela 2. Testes in vitro para o controle de monogenóides, expostas a concentração de 250 mg/L em diferentes tempos de exposição[(1)].

Tempo de exposição (minutos)	Número de parasitas	Mortalidade (%)
15	175,83 ± 58,92 a	38,43 ± 6,36 a
30	168,17 ± 37,34 a	76,62 ± 4,28 b
45	171,67 ± 40,67 a	78,03 ± 13,51 b
60	297,33 ± 52,60 a	84,04 ± 9,30 b

[(1)] Na coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O uso de formalina na concentração de 250 mg/L, neste estudo, mostrou boa efetividade para o controle de monogêneas nas brânquias de tambaqui, porém é preciso dar continuidade a estes estudos para a determinação da concentração média efetiva (EC_{50}) que permite cruzar esses dados com a CL_{50}-96 h obtida para o tambaqui e encontrar o índice terapêutico para o uso de formalina no tratamento de doenças causadas por monogenóides. Em testes semelhantes com *Sphoeroides annulatus*, 225 mg de formalina/L em 30 minutos de exposição e 87 mg/L em 60 minutos, reduziram significativamente o número do parasita monogenóide *Heterobothrium ecuadori* nas brânquias da espécie *Sphoeroides annulatus* (Fajer-Ávila, 2003).

Apesar de apresentar boa efetividade no controle de monogenóides, a concentração de 250 mg de formalina/L em 60 minutos de exposição promove alteração na homeostase orgânica do tambaqui, conforme relatado por Araújo et al. (2004), embora os autores tenham relatado que os animais apresentam boa recuperação após o período de 24 horas. Esses resultados reforçam mais uma vez a importância da realização desses estudos visando contribuir para a determinação de um

índice terapêutico para o uso de formalina, bem como de outros químicos terapêuticos, sem ocasionar estresse fisiológico e que apresente boa efetividade no controle de parasitas monogenóides.

Conclusão

A CL_{50}-96 horas de formalina para o tambaqui foi calculada em 106,96 mg/L.

Em testes in vitro, 250 mg de formalina/L apresentaram boa efetividade no controle de monogenóides, em 60 minutos de exposição.

Agradecimentos

Ao Sr. José Pereira (Cubio), pelo auxilio nos experimentos em campo; à equipe do laboratório de piscicultura da Embrapa Amazônia Ocidental e aos membros do laboratório de parasitologia e patologia de peixes do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia - Inpa.

Referências Bibliográficas

ANDRADE, P. C. M.; TOLENTINO, A. S.; FREITAS, C. E. C. Desenvolvimento de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) em gaiolas. **Revista da Universidade do Amazonas: Série Ciências Agrárias**, v. 2, p. 21-30, 1993.

ARAÚJO, L. D. et al. Efeito de banhos terapêuticos com formalina sobre indicadores de estresse em tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 217-221, 2004 .

ARAúJO-LIMA, C.; GOULDING, M. **Os frutos do tambaqui:** ecologia, conservação e cultivo na Amazônia. Brasília: Sociedade Civil Mamirauá/CNPq, 1998. 186 p.

BERTOLETTI, E. Toxicidade e concentração de agentes tóxicos em efluentes industriais. **Ciência & Cultura**, v. 42, p. 271-227, 1990.

BEVERIDGE, M. C. M. **Cage aquaculture**. Oxford: Fishing News Books, 1996. 346 p.

BILLS, T. D.; MARKING, L. L.; CHANDLER, J. H. Formalin: its toxicity to Nontarget Aquatic Organisms, Persistence, and Counteraction. U.S. Fish Wildl. Serv. Invest. Fish Control. 73:1-7 p. 1977.

CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 189 p.

CHAGAS, E. C. et al. Desempenho e estado de saúde de tambaquis cultivados em tanques-rede sob diferentes densidades de estocagem. In: URBINATI, E. C.; CYRINO, J. E. P. (Ed.). **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Aqüicultura**. Jaboticabal, AQUABIO. v. 2, p. 83-93, 2003.

CHELLAPA, S. et al. Growth and production of the Amazonian tambaqui in fixed cages under different feeding regimes. **Aquaculture International**, n. 3, p. 11-21, 1995.

FAJER-ÁVILA, E. J. et al. Toxicity of formalin to bullseye puffer fish (*Sphoeroides annulatus* Jenyns, 1843) and its effectiveness to control ectoparasites. **Aquaculture**, v. 223, p. 41-50, 2003.

GEIGER, D. L.; BROOKE, L. T.; CALL, D. J. **Acute toxicities of Organic Chemicals to Fathead Minnows (*Pimephales promelas*).** Wisconsin: University of Wisconsin-Superior, 1990. v. 5, 332 p .

GÉRY, J. **Characoids of the world**. Neptun City, NY: Tropical Fish Hobbyist, 1977. 672 p.

HINTON, M. J.; EVERSOLE, A. G. Toxicity of ten commonly used chemicals to American eels. **Proceedings Annual Conference Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies**, v. 32, p. 599-604, 1978.

HONDA, E. M. S. Contribuição ao conhecimento da biologia de peixes do Amazonas II: alimentação de tambaqui, *Colossoma bidens* (Spix). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 4, p. 47-53, 1974.

KABATA, Z. **Parasites and diseases of fish cultured in the tropics**. London: Taylor & Francis, 1985. 318 p.

MEROLA, N.; CANTELMO, O. A. Growth, conversion and mortality of cage-reared tambaqui, *Colossoma macropomum*, fed various dietary feeding regime sand protein levels. **Aquaculture**. v. 66, p. 223-233. 1987.

MEROLA, N.; SOUZA, J.H. Cage culture of the Amazon fish tambaqui, *Colossoma macropomum*, at two stocking densities. **Aquaculture**. v. 11, p. 15-21, 1988.

PIRONET, F. N.; JONES, J. B. Treatments for ectoparasites and diseases in captive Western Australian dhufish. **Aquaculture International**. n. 81, p. 349-361, 2000.

PORTELA, J, M. Efeito do pH, cálcio e temperatura sobre a hoemostase iônico de alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum* (Characiformes, Serrasalmidae). 1998. 41 f. Dissertação (Mestrado) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Fundação Universidade do Amazonas, Manaus.

SAINT-PAUL, U. Potential for aquaculture of South American fresh water fishes: a review. **Aquaculture**, Baton Rouge, v. 54, p. 205-240, 1986.

SPRAGUE, J. B. Aquatic toxicology. In: SCHRENCH, C. B.; MOYLE, P. B. (Ed.). **Methods for fish biology**. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 1990. p. 491-528.

VAL, A. L.; SILVA, M. N. P.; ALMEIDA-VAL, V. M. F. Hypoxia adaptation in fish of the Amazon: a never-ending task. **South African Journal of Zoology**, Pretoria, v. 33, p. 107-114, 1998.

VARELLA, A. M. B. et al. Monitoramento da parasitofauna de *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Osteichthyes: Characidae) cultivado em tanques-rede em um lago de várzea na Amazônia, Brasil. In: URBINATI, E. C.; CYRINO, J. E. P. (Ed.). **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Aqüicultura**. Jaboticabal, AQUABIO. v. 2, p. 95-106, 2003.

YI, Y.; LIN, C.K. Effects of biomass of caged Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and aeration on the growth and yields in an integrated cage-cum-pond system. **Aquaculture**, v. 195, p. 253-267, 2001.

WEDEMEYER, G. A.; YASUTAKE, W. T. Stress of formalin treatment in juvenile spring chinook salmon (*oncorhynchus tshawytscha)* e stulhead trout *salmo gairdneri*. **Fish Research. Board. Canadá** , v. 3, p. 179-184, 1974.

WELLENS, H. Comparison of the sensitivity of the *Brachydanio rerio* and *Leuciscus idus* by testing the fish toxicity of chemicals and waste waters. **Z. Wasser-Abwasser-Forsch**, v. 15, p. 49, 1982.

ZAR, J. H. **Biostatiscal analysis**. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 663 p.

Produção de biomassa de caapeba, em função de épocas de colheita, nas condições de Manaus - AM

Elder de Araújo Pena[1], Ana Cristina da Silva Pinto[1], Adrian Martin Pohlit[2] e Francisco Celio Maia Chaves[3]

[1]Bolsista Pibic/Fapeam; [3]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, CPPN, Av. André Araújo, 2.936, Petrópolis, 69083-000, Manaus, Amazonas, Brasil, ampohlit@inpa.gov.br; [3]Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus - AM. E-mail: celio@cpaa.embrapa.br

Resumo - Conhecida como caapeba, pariparoba, a espécie *Pothomorphe peltata* Miq. é usada, popularmente, no tratamento de afecções do aparelho digestivo, insuficiência hepática e como antipirética. É diurética, estomáquica e carminativa. Apesar da sua importância, praticamente não existem estudos agronômicos dessa espécie medicinal. O objetivo desta pesquisa foi analisar os efeitos de épocas de colheita na produção de biomassa, nas condições de Manaus - AM. Os tratamentos constaram de quatro épocas de colheita. As mudas foram produzidas em setembro/2003. O plantio (22/12/03) foi realizado na Embrapa Amazônia Ocidental, no espaçamento de 1 x 1 m. Em 11/02, 12/04, 12/06 e 14/08 de 2004, foram realizadas colheitas de toda a planta com avaliações da produção de folhas, caules, inflorescências, raízes e produção total, número de folhas e inflorescências por planta e determinação da relação caule/folha. Em cada parcela foram avaliadas quatro plantas. Observou-se que, em todas as partes da planta, houve aumento no acúmulo de biomassa em função da idade da planta, com exceção para folhas, que decresceu na última avaliação.

Termos para indexação: *Pothomorphe peltata* Miq., cultivo, metabolismo secundário.

Biomass production during cultivation of *Pothomorphe peltata* (Piperaceae), in Amazonas State - Brazil

Abstract - The aim of this study was to evaluate the influence of harvest time on biomass production for the native species *Pothomorphe peltata* in Manaus, Amazonas State, Brazil. At four different harvest times (February, Abril, June and August 2004) leaf, stem, root, flower, total and leaf/stem proportional biomass production were evaluated. The experimental design was in four randomized blocks, using a spacing of 1.0 x 1.0 m. Plots of 4 plants in four replications were analyzed. In almost all parts of the plants increase in the accumulation of biomass occurred as a function of plant age. An exception was leaves which, despite a general increase in the number of leaves with age, decreased biomass in the last evaluation period.

Index terms: *Pothomorphe peltata* Miq., medicinal plant, secondary metabolism, harvest times.

Introdução

A oferta de matéria-prima de boa qualidade ao longo do ano requer práticas fitotécnicas adequadas a cada espécie de planta medicinal, que está sob a influência das estações climáticas, época de colheita, capacidade de rebroto, da absorção de nutrientes disponíveis no solo, secagem e luminosidade. Nas condições brasileiras, a maioria das plantas medicinais não é ainda cultivada, mas coletada através do extrativismo, e a grande parte das espécies cultivadas encontra-se no estágio inicial de domesticação, sem estar sistematicamente investigada. Esse extrativismo dispensa os esforços e despesas com o cultivo, porém provoca a degradação do ecossistema, a baixa qualidade do material e diversificação de produto (Bustamante, 1993; Corrêa Jr, et al., 1996).

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

Dentre as espécies nativas encontra-se a *Pothomorphe peltata* Miq. (*Piperaceae*), pequena erva bianual ou semiperene, usada na medicina popular de quase todo o Brasil, empregando-se as folhas, hastes e raízes. Já foram identificados alguns metabólitos secundários, tais como óleos essenciais, esteróides, mucilagens, substâncias fenólicas, pigmentos e também o 4-nerolidilcatecol. É considerada diurética, antiepiléptica, antipirética, usada contra doenças do fígado, inflamações das pernas, contra eripisela e filariose (Lorenzi e Matos, 2002). Somente para o composto 4-nerolidilcatecol foi demonstrado atividade antimalárica, antitumoral, prevenção espontânea de peroxidação de lipídios do cérebro e também potencial antioxidante através de aplicação em formulações cosméticas (Pinto, 2002).

Este trabalho teve como objetivo determinar a melhor época de colheita de biomassa de caapeba nas condições de Manaus, Amazonas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental do Km 29, Rodovia AM 010. A coleta de solo foi realizada em setembro/2003 e encaminhada para análise no Laboratório de Análises de Solos e Plantas - Lasp. Em virtude da recomendação de correção da acidez, foi feita a calagem, aplicando-se 4 t/ha de calcário e incorporado (por gradagem) após roço e aração da área. No viveiro de plantas medicinais da Embrapa Amazônia Ocidental, preparou-se substrato com terriço + esterco de galinha - 2:1. Utilizaram-se sacos de polietileno preto com esse substrato, nos quais as sementes foram semeadas em 9/9//2003. As sementes foram coletadas no viveiro da Coordenação de Pesquisas de Produtos Naturais (CPPN) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), a partir de matrizes adultas de aproximadamente um ano de idade. A germinação ocorreu 30 dias após, e em 2/11/2003 fez-se o desbaste e repicagem, deixando-se a planta mais vigorosa no saco. As plantas permaneceram sob irrigação diária até o plantio, em 22/12/2003. O experimento foi instalado em blocos ao acaso, com 4 repetições (16 plantas/repetição, colhendo-se as 4 centrais como área útil), adotando-se o espaçamento de 1 x 1 m. Os tratamentos foram 4 épocas de colheita (fevereiro, abril, junho e agosto de 2004), a intervalos de 60 dias. Em cada época de colheita foram avaliadas as seguintes variáveis: folhas, caules, raízes, inflorescências e total, todas em base seca (duas amostras de 20 g/parcela), após secagem em estufa a 65C°, até peso constante. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F e as médias submetidas ao ajuste de modelos de regressão.

Resultados e Discussão

Na Figura 1, observa-se que a produção de folhas aumentou até a terceira colheita (em torno de 94 g/pl) e decresceu a partir daí. A fase reprodutiva, nas condições desse experimento, só evidenciou-se após os 110 dias do transplantio, pois nessa época de avaliação a produção foi apenas de 0,32 g/pl. Na avaliação seguinte, essa produção alcançou o valor de 59,75 g/pl (Figura 2). Até então, a planta, por ser mais jovem e conseqüentemente se encontrar na fase vegetativa, investiu suas reservas para a produção de folhas. Observou-se também que, por ocasião da quarta colheita, houve decréscimo na produção de folhas. As produções de caules e raízes (Figuras 3 e 5), por sua vez, foram crescentes desde a primeira colheita, embora a maior contribuição tenha sido dos caules, que alcançaram o valor de 148,56 g/pl, enquanto as raízes situaram-se em torno de 43,06 g/pl.

Nas duas primeiras colheitas a produção de caules ficou abaixo da produção de folhas, com a planta direcionando suas reservas para as estruturas fotossintetizantes, para depois aumentar na formação de caules, que dá sustentação por meio dos tecidos lignificados (Metcalfe & Chalk, 1985 e Cutter, 1986). Isso ficou bem evidenciado pela relação folha/caule (Figura 4), que decresceu em função das épocas de colheita. Embora os números de folhas e inflorescências tenham sido crescentes com o avanço da idade da planta (Figura 7), houve queda na produção de biomassa de folhas/pl. na última colheita (48,01 g/pl), e isso deve-se ao fato de que, na última avaliação (no mês de agosto), ocorreu baixa precipitação pluviométrica, e o experimento não foi conduzido sob a condição de irrigação. Essas condições ambientais contribuíram para a queda de folhas maduras, embora a produção total de biomassa (Figura 6) tenha sido crescente, mas essa resposta depende das outras estruturas. Nas condições em que o experimento foi desenvolvido houve aumento na produção de biomassa total, com contribuição menor das folhas na última colheita.

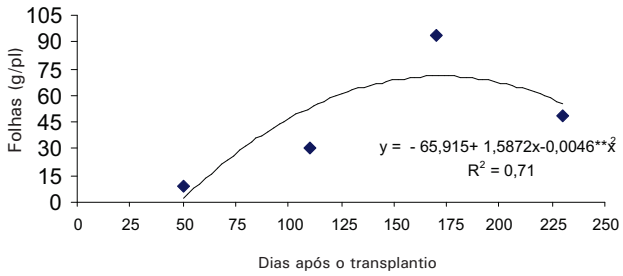


Figura 1. Produção de folhas de caapeba, em função da idade de colheita, nas condições de Manaus - AM. Manaus/AM, 2004.

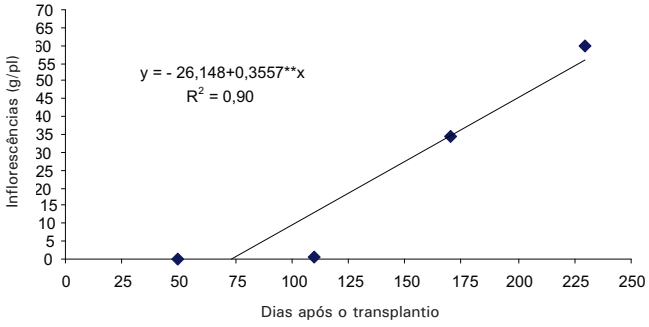


Figura 2. Produção de inflorescências de caapeba, em função da idade de colheita, nas condições de Manaus - AM. Manaus/AM, 2004.

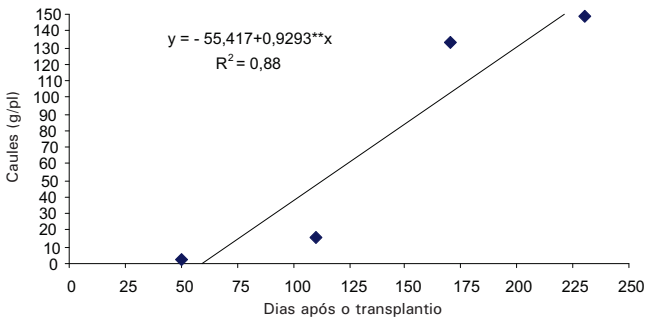


Figura 3. Produção de caules de caapeba, em função a idade de colheita, nas condições de Manaus - AM. Manaus/AM, 2004.

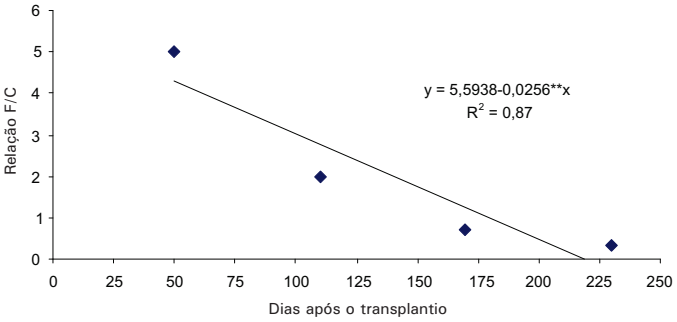


Figura 4. Relação folha/caule de caapeba, em função da idade de colheita, nas condições de Manaus - AM. Manaus/AM, 2004.

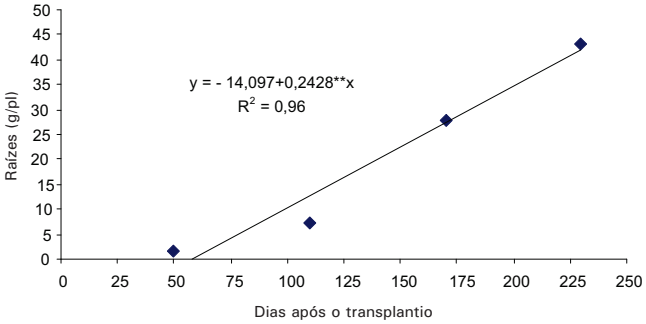


Figura 5. Produção de raízes de caapeba, em função da idade de colheita, nas condições de Manaus - AM. Manaus/AM, 2004.

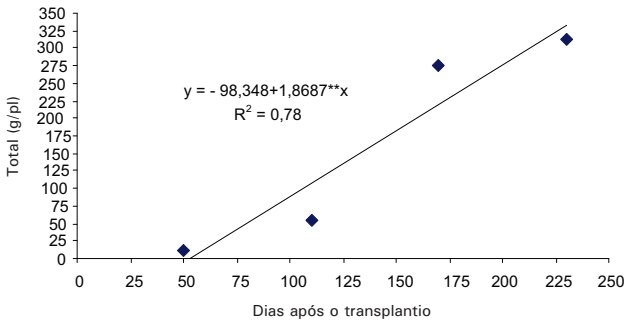


Figura 6. Produção de biomassa total de caapeba, em função da idade de colheita, nas condições de Manaus- AM. Manaus/AM, 2004.

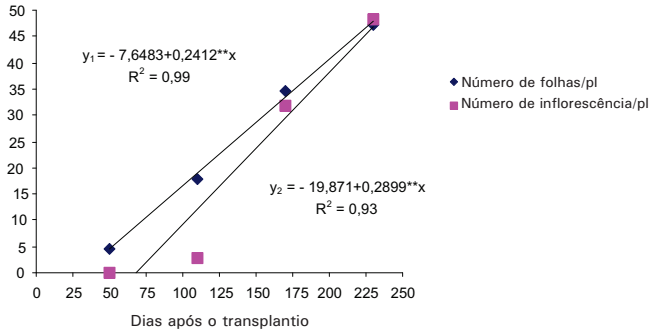


Figura 7. Número de folhas e inflorescências de caapeba, em função da idade de colheita, nas condições de Manaus - AM. Manaus/AM, 2004.

Conclusões

Considerando as condições em que o experimento foi conduzido, pode-se concluir que a caapeba apresentou aumento de biomassa em todas as partes que compõem a planta, em função das épocas de colheitas avaliadas, com exceção para produção de folhas que reduziu na última colheita.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), pela concessão da Bolsa Pibic; e à Fundação BioAmazônia - Contrato Fepad/Basa, pelo suporte financeiro.

Referências Bibliográficas

BUSTAMANTE, F. M. L. **Plantas medicinales y aromaticas**. Madrid: Mundi Prensa, 1993. p. 85-88.

CORRÊA JR., C.; MING, L. C.; SCHEFFER, M. C. **Cultivo de plantas medicinais, aromáticas e condimentares**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 62 p.

CUTTER, E. G. **Anatomia vegetal** células e tecidos. 2. ed. São Paulo: Roca, 1986. pt. 1, 304 p.

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

MATOS, F. J. A. Plantas medicinais brasileiras um desafio para nossos químicos orgânicos. **Desafio**, v. 3, p. 9, 1990.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledones**. 2. ed. Oxford: Clarendon Press, 1985. 297 p.

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

Estabilidade de agregados como indicador da qualidade física do solo em sistemas de uso de terra da Amazônia Ocidental

Cleideane Cunha Costa[1] e Gilvan Coimbra Martins [2]

[1]Bolsista Pibic/CNPq. E-mail: [2] Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus - AM. E-mail:

Resumo - A estrutura do solo, sob o ponto de vista agrícola, é uma propriedade física tão importante quanto o pH. Entre os métodos indiretos para avaliação da estrutura do solo, a estabilidade dos agregados se reveste de elevada importância e significação, por ser esta resistente à ação da água, servindo como um dos principais indicadores da qualidade do solo para exploração agrícola e resistência à erosão. O objetivo deste estudo foi verificar o comportamento desse parâmetro sob diferentes tipos de solo e manejo. Os resultados mostram diferenças significativas expressas pelo DMG (diâmetro médio geométrico), sob diferentes manejos e estágios de degradação dentro dos Latossolos e entre as classes: Latossolos, Argissolos, Cambissolos e Gleyssolos. Os valores obtidos para esse parâmetro servirão como valores referenciais em futuras determinações, bem como serão observadas suas correlações com outras propriedades físicas.

Termos para indexação: estrutura, agregados, indicadores, qualidade do solo.

Stability of aggregates as indicator of the physical quality of the soil in systems of use of earth of Western Amazônia

Abstract - Under an agricultural point of view, the soil physical structure property is as important as the pH. Among the soil structure indirect evaluation methods, the aggregates stability is highly important and significant, because of its resistance to the water action, being one of the main indicators of soil quality for agriculture exploitation and erosion resistance. The present study objective was to verify this parameter behavior under different soil types and management. The results show significant differences of stability expressed by GMD (geometrical mean diameter) and degradation stages within Latossolos and between the classes: Latossolos, Argissolos, Cambissolos and Gleyssolos. The values obtained for this parameter will be useful as referential values in future determinations and its correlation with other physical properties will be observed as well.

Index terms: structure, aggregates, indicator, quality of soil.

Introdução

As partículas primárias do solo, em condições naturais, devido a processos físico-químicos, agrupam-se em unidades compostas chamadas de agregados ou unidades estruturais, as quais formam arranjamento com formas definidas, constituindo a estrutura do solo (Grohmann, 1972).

O pré-requisito para que a agregação do solo ocorra é que a argila esteja floculada e haja presença de substâncias cimentantes. A formação de agregados no solo tem relação direta com a dupla camada elétrica (Gavande, 1976), teor de carbono e complexo sortivo (Faccin, 1995), sistema de cultivo direto ou convencional (Campos et al., 1995; Roth et al., 1991; Derpsch et al., 1990; Eltz et al., 1989; Sidiras et al., 1984), óxidos de ferro e alumínio (Kiehl, 1979; Veiga et al., 1993), cálcio e matéria orgânica, destacando-se a fração de ácidos húmicos (Roth et al., 1991), rotação de culturas (Campos et al., 1995), atividade microbiana, principalmente hifas de micorrizas vesicular-arbuscular (Tisdall & Oades, 1989).

Entre os fatores que afetam a agregação do solo, citam-se: água, sistema de cultivo e manejo da matéria orgânica (MO), sendo que a maioria dos atributos do solo e do ambiente relacionados às funções básicas do solo tem estreita relação com a MO (Doran, 1997).

A rápida degradação do solo sob exploração agrícola, especialmente nos países tropicais em desenvolvimento, despertou, nas últimas décadas, a preocupação com a qualidade do solo e a sustentabilidade da exploração agrícola (Sanches, 1976; Lal & Pirce, 1991). Em decorrência do reduzido conhecimento do comportamento da estrutura dos agregados nas principais classes de solos e sistemas de uso na Amazônia Ocidental, surge a necessidade de uma caracterização dos referidos solos e sistemas.

O objetivo do presente estudo foi verificar a estabilidade de agregados como indicador da qualidade física do solo sob diferentes tipos de solo e/ou do mesmo tipo de solo submetido a diferentes formas de manejo.

Material e Métodos

Foram coletadas amostras na profundidade de 0-20 cm em forma de torrões, nos seguintes locais: Campo Experimental da Embrapa do Km 29, em áreas de Latossolo Amarelo muito argiloso, submetido a corte e queima, corte e enleiramento, corte e mulch (triturado), capoeira com 20 anos, em áreas manejadas com leguminosas: Tefrosia e Puerária; Fazenda Jayoro, em Latossolo Amarelo muito argiloso, onde o preparo da área para plantio e colheita de cana-de-açúcar foi realizado com máquinas e implementos pesados; Campo Experimental do Caldeirão - Iranduba, em Argissolo Vermelho-Amarelo - PV com A antrópico (Terra Preta do Índio - TPI) e em Gleyssolos e Base de Urucu Coari-AM em Cambissolo com horizonte A decapitado.

Após o cálculo das planilhas e a tabulação dos dados, foram analisados em delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo os tratamentos os vários tipos de solos e/ou os diversos manejos. As amostras foram processadas conforme (Embrapa, 1997) e (Kemper & Chepil, 1965) com adaptações e analisadas no laboratório de física do solo da Embrapa Amazônia Ocidental.

A estabilidade de agregados expressa pelo DMG é calculada pela seguinte fórmula:

$$DMG = 10^{x} \qquad X = \left[\frac{\sum_{i=1}^{\eta} (\eta_i * \log d_i)}{\sum \eta_i}\right]$$

Onde d é o ponto médio dos diâmetros das peneiras e η é o peso dos agregados retidos nas peneiras após o conjunto ser submetido a movimentos oscilatórios em água por 15 minutos. A percentagem dos agregados maiores que 2 milímetros retidos também serve como estimativa da estabilidade dos agregados e a resistência à erosão.

Resultados e Discussão

A comparação entre o sistema de derruba e queima da capoeira, preparo tradicionalmente usado na Região Amazônica (agricultura itinerante), com os sistemas alternativos: derruba e trituração do material vegetal, derruba e enleiramento e áreas inalteradas de capoeira, através da mensuração da estrutura do solo pela DMG, pode ser observada na Tabela 1. O uso do fogo desestabiliza os agregados do solo, fato constatado por menores DMGs e percentagem retida dos agregados maiores que 2 milímetros significativamente diferentes ao corte e trituração, após o primeiro mês de implantação dos tratamentos. No entanto, passado o primeiro ano, essas diferenças desaparecem, sugerindo boa recuperação da estrutura do solo, conferindo boa resiliência, isto é, boa capacidade de recuperação da sua situação original, após submetido a estresse, no caso, o fogo.

Tabela 1. Estabilidade de agregados expressa pelo DMG em um Latossolo Amarelo argiloso sob capoeira de 15 anos, submetido a manejos alternativos ao corte e queima.

Capoeira/ Manejo	DMG (mm)		Agr > 2mm (%)	
	Após 1 mês	Após 1 ano	Após 1 mês	Após 1 ano
Triturada	4,04 a	3,44 a	87,2 a	83,5 a
Inalterada	3,65 ab	3,47 a	83,3 ab	82,1 a
Enleirada	3,07 b	3,54 a	75,2 b	82,5 a
Queimada	2,84 b	3,13 a	73,1 b	76,7 a

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Observam-se, na Tabela 2, diferenças significativas no DMG quando se compara uma capoeira de 20 anos, com solos degradados e em recuperação, com manejos de leguminosas e solos intensivamente preparados com máquinas da Fazenda Jayoro, usadas no plantio de cana-de-açúcar. Observa-se ainda que a densidade do solo e o volume total de poros (VTP) não mostram grandes diferenças nesses sistemas, sugerindo que o DMG é um parâmetro bastante sensível para detectar essas diferenças.

Tabela 2. Estabilidade de agregados em diferentes solos e manejos expressa pelo DMG e percentagem de agregados retidos e sua relação com o VTP e a densidade do solo.

Solo/Manejo	DMG (mm)	Agr > 2mm (%)	Ds (g cm-3)	VTP (%)
Latossolo Capoeira - 20 anos	4,05 a	89,7 a	1,06	89,7
Latossolo – Puerária - 1 ano	2,84 b	72,0 b	0,90	68,7
Latossolo – Tefrósia - 1 ano	2,03 bc	47,5 bc	1,06	54,9
Latossolo – prep. máquina - 1 ano	1,23 c	34,0 c	0,90	60,0
Latossolo –prep. máquina - 10 anos	0,87 cd	21,6 cd	1,09	54,9
Cambissolo – Urucu Clareiras	0,25 d	2,7 d	-	-
Aluvial – Várzea- Caldeirão	0,21	5,2 d	-	-

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O manejo com leguminosas mostra pequena recuperação da estabilidade quando comparado com as áreas preparadas com máquinas e a capoeira de 20 anos.

Os Cambissolos da Base de Urucu apresentaram-se naturalmente com pouca estabilidade de agregados, pois são áreas de clareiras nas quais decapitou-se o horizonte A, orgânico. Neste caso, a amostragem foi realizada no horizonte B exposto, que apresenta estrutura maciça e poucos poros. A falta de estrutura deste horizonte pode ser constatada em observações de campo ao longo das estradas de acesso existentes na base, pois necessitam freqüentemente de manutenção devido à desagregação, mesmo nas áreas já asfaltadas.

Com relação ao Gleyssolo, observamos os menores DMGs, isto é, não possuem estruturação. Esse fato pode ser explicado por serem solos aluvionais, formados por deposição de sedimentos e serem inundados periodicamente, não existindo tempo suficiente para a formação da estrutura dos agregados.

A Tabela 3 apresenta os resultados da estabilidade dos agregados em um Argissolo com A antrópico - TPI. A área é representada por uma capoeira de 20 anos localizada no centro da mancha, uma área cultivada ao lado e uma área no limite com o Latossolo - Terra Mulata. Observam-se diferenças significativas no DMG e na percentagem dos agregados retidos na peneira de 2 milímetros, mostrando que esses indicadores são mais sensíveis em detectar diferenças que a densidade do solo e a VTP.

Tabela 3. Estabilidade de agregados expressa pelo DMG e percentagem de agregados retidos, em um Argissolo com A antrópico -TPI submetido ao uso intensivo do solo e sua relação com outros parâmetros físicos.

Terra Preta do Índio	DMG (mm)	Agr > 2mm (%)	Ds (g cm-3)	VTP (%)
Capoeira – 20 anos	1,3 a	59,9 a	1,28 a	50,0 a
Cultivada – Rotavator	0,5 b	15,1 b	1,36 a	48,0 a
Limite – Terra Mulata	0,4 b	10,0 b	1,32 a	47,9 a

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Conclusões

Os valores do DMG obtidos neste estudo serão considerados referência para este parâmetro, no entanto precisam ser repetidos e comprovados para serem usados como indicadores.

O DMG tem se mostrado mais sensível em detectar diferenças na estrutura do solo do que a densidade do solo e o volume total de poros.

Referências Bibliográficas

CAMPOS, B. C. de; REINERT, D. J; NICOLODI, R. Estabilidade estrutural de um latossolo vermelho escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 19, p. 121-126, 1995.

DERPSCH, R. et al. **Controle da erosão no Paraná, Brasil:** sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Rossdorf: TZ-Verlagsgesellschaft, 1991. 268 p.

DORAN, J. W. Soil quality and sustainability. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SBCS, 1997. 1 CD-ROM.

ELTZ, F. L. F.; PEIXOTO, R. T. G.; JASTER, F. Efeitos de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um latossolo bruno álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 13, p. 259-267, 1989.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

FACCIN, O. P. **Influência das características químicas, físicas e mineralógicas sobre a estabilidade de agregados de diferentes grupamentos de solos**. 1995. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Lavras, Lavras.

GAVANDE, S. A. **Física de suelos:** pricipios e aplicaciones. México: Limusa, 1976. 351 p.

GROHMANN, F. Estrutura. In: MONIZ, A .C. **Elementos de pedologia**. São Paulo: Polígono, 1972. p. 101-110.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262 p.

KEMPER, W. D.; CHEPIL, W. S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C. A. et al. **Methods of soil analysis**: physical and mineralogical propeties, including statistics of measuremment and sampling. Part 1. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p. 499-510.

LAL, R.; PIRCE, F. J. The vanishing resource. In: LAL, R.; PIRCE, F. J. (Ed.). **Soil management for sustainability**. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, 1991. p. 1-5.

ROTH, C. H.; CASTRO FILHO, C. de; MEDEIROS, G. B. de. Análise de fatores físicos e químicos relacionados com a agregação de um latossolo roxo distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15, p. 241-248, 1991.

SANCHEZ, P. A. **Properties and management of soils in the tropics.** New York: John Wiley, 1976. 618 p.

SIDIRAS, N.; ROTH, C. H.; FARIAS, G. S. de. Efeito da intensidade de chuva na desagregação por impacto de gotas em três sistemas de preparo de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 8, p. 251-254, 1984.

TISDALL, J. M.; OADES, J. M. Stabilization of soil aggregates by the root systems of ryegrass. Aust. In: FORTUN, C.; FORTUN, A. Diversos aspectos sobre el papel de la materia organica humificada en la formación y estabilizacion de los agregados del suelo. **An. Edafol. Agrobiol**. v. 48, p. 185-204, 1989.

VEIGA, M. da; CABEDA, M. S. V.; REICHERT, J. M. Erodibilidade em entressulcos de solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 17, n. 1 p. 121-128, 1993.

Determinação da densidade de partículas de diferentes solos da Amazônia

Rodrigo Santana Macedo[1] e Wenceslau Geraldes Teixeira [2]

[1]Bolsista Pibic/CNPq. rmacedo@cpaa.embrapa.br; [2]Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, Zona Rural, Caixa Postal 319, 69010-970. Manaus - AM. lau@cpaa.embrapa.br.

Resumo - As avaliações foram realizadas no laboratório de física do solo da Embrapa Amazônia Ocidental, com objetivo de caracterizar a densidade das partículas de diferentes solos da Amazônia. As amostras foram coletadas em quatro localidades do Amazonas: Cacau Pirera, Coari, Iranduba e Manacapuru. A densidade das partículas (DP) foi determinada pelo método do picnômetro. Os resultados encontrados evidenciaram que os valores da densidade de partículas refletem a composição orgânica e mineralógica do solo, no caso das amostras analisadas, praticamente caulinita e quartzo. Os baixos valores de desvio-padrão encontrados demonstram a precisão do método do picnômetro, mostrando este ser indicado quando necessita-se obter dados precisos e rigorosos.

Termos para indexação: picnômetro, matéria orgânica, minerais.

Particles density determination in different Amazon soils

Abstract - The evaluations were made in Soil Physics Laboratory of Embrapa Western Amazon, with the objective of characterising particles density in different soils of Amazon. It was used soils samples from four regions in Amazonas State: Cacau Pirera, Coari, Iranduba and Manacapuru. The Particles Density (DP) was studied with the picnometer method. The results evidenced that particles density values were influenced organic composition and mineralogical of the soil - in this case - basically kaolinite and quartz. The low values obtained of the standard deviation demonstrate the precision of the picnometer method, suitable when is needed to obtain precise and rigorous data.

Index terms: picnometer, organic material, and minerals.

Introdução

Com o intemperismo, as rochas transformam-se em material solto, no qual torna-se possível a vida de plantas e da fauna, ao mesmo tempo que alguns dos minerais menos resistentes vão se transformando em minerais de argila (Lepsch, 2002).

As informações referentes a densidade de partículas são consideradas de grande importância para o estabelecimento de estudos específicos para caracterização do solo e para a determinação da porosidade das principais classes de solos da Amazônia Central. A inexistência destas informações, de forma direta, impossibilita a utilização efetiva de modelos de estimativa de porosidade e conseqüentemente de fluxos de água e nutrientes no solo.

A densidade de partículas (DP) é a relação existente entre a massa de uma amostra de solo e o volume ocupado por suas partículas sólidas, sem considerar a porosidade, ou seja, é a massa de uma unidade de volume de sólido do solo. Também designada como densidade real e peso do volume dos solos, a densidade de partículas de um solo não varia com seu conteúdo de umidade, desde que se subtraia da massa o peso da água contida (Kiehl, 1979).

O conhecimento da densidade das partículas do solo é importante para calcular: a porosidade total do solo, empregando também dados de densidade aparente; a concentração de sólidos para a avaliação da densidade de materiais em suspensão; e a velocidade de sedimentação das partículas em líquidos e gases. As partículas de um solo variam em sua composição e em sua densidade. A densidade da fase sólida do solo

é igual à massa total dos sólidos dividida pelo volume destes (Forsythe, 1985). Na determinação da densidade das partículas é necessário obter o valor da amostra e depois o volume dos sólidos presentes, onde a massa é conhecida por meio de pesagem em balança analítica e o volume determinado pelo método do picnômetro com água (Kiehl, 1979).

A densidade é variável, uma vez que os minerais constituintes do solo apresentam pesos diferentes (existem minerais mais leves e minerais mais pesados); o teor de matéria orgânica varia de solo para solo, de acordo com a profundidade (a matéria orgânica é mais leve que os minerais) (Galeti, 1973). Os minerais predominantes no solo - quartzo, feldspatos, micas, silicatos coloidais - apresentam densidade média de 2,65 g cm^{-3} (Donahue et al., 1983).

Apesar de haver diferenças nas densidades das partículas dos solos minerais, os dados para a maioria dos solos variam em uma faixa entre 2,60 e 2,75 g cm^{-3}, como observa-se na Tabela 1. Esporadicamente, quando há ocorrência de quantidades excepcionais de minerais pesados, como magnetita, granada, epídoto, zircão e turmalina, a densidade das partículas pode exceder 2,75 g cm^{-3} (Deer, 1996). Por outro lado a matéria orgânica, por pesar muito menos que os sólidos minerais, afeta de maneira marcante a densidade das partículas do solo, fazendo com que os solos superficiais diminuam sua densidade real para baixos valores (Buckman & Brady, 1974).

Um método bastante seguro de determinação da densidade de partículas é o método do picnômetro, que se fundamenta no fato de que a amostra de solo adicionada ao picnômetro vai ocupar um volume que será conhecido pela massa de água deslocada, e conhecendo a massa de água que corresponde ao volume da terra e sua densidade, tem-se o volume da amostra. Esse método é de grande precisão, sendo recomendado para a obteção de resultados rigorosos, pois um engano de pesagem de 1 mg em uma amostra de 10 g dá um erro, no valor da densidade das partículas, de apenas 0,0003 g cm^{-3} (Buckman & Brady, 1974).

Essas análises fazem parte da etapa inicial do plano de trabalho, que visa à determinação da porosidade e a caracterização hídrica dos solos amazônicos, por meio de estimativas indiretas realizadas pelo Programa Rosetta (Lab. de Solos Salinos - Riversede - USA), que é uma ferramenta de Inteligência Artificial. O desenvolvimento dessas investigações, aliado aos estudos da condutividade hidráulica, além de sua contribuição científica, certamente produzirá resultados importantes para o melhor entendimento das propriedades, funções hídricas e comportamento dos solos da Amazônia.

Nesse contexto, desenvolveu-se o presente trabalho com o objetivo de determinar a densidade de partículas de diferentes classes de solos do Estado do Amazonas.

Material e Métodos

As análises de densidade de partículas foram realizadas no laboratório de física do solo da Embrapa Amazônia Ocidental. Foram utilizadas amostras de diferentes horizontes de solos provenientes de coletas feitas em perfis, nas localidades de Manacapuru, Iranduba, Cacau Pirera e Coari.

O picnômetro vazio foi lavado e seco em estufa, pesado em balança analítica com precisão de 4 casas decimais (Pa) e em seguida, pesado juntamente com 10 g de Terra Fina Seca em Estufa (TFSE) em vidro de relógio (Ps). Logo após completou-se o volume do picnômetro com água destilada e *desairada* (água "sem ar", o ar é retirado da água em um dissecador acoplado a um dispositivo para bomba de vácuo), colocou-se a tampa e realizou-se nova pesagem (Pa).

Em seguida, foi retirada metade da água do picnômetro e passou-se, através de um funil, o solo para o seu interior. Depois de agitado, o picnômetro foi colocado no dissecador (ligado a fonte de vácuo) durante 20 minutos para extrair o ar aprisionado na amostra imersa na água do picnômetro. Logo após, completou-se o volume do picnômetro com água, utilizando uma pipeta e feita outra pesagem (Psa). Finalizando, com auxílio do termômetro, mediu-se a temperatura da água no momento da análise (Dag), para posterior correção da densidade da água em função da temperatura. Estes valores são encontrados em tabelas nos livros de física.

Sendo **P** o peso do picnômetro vazio, **Ps** o peso do picnômetro com 10 g de solo, **Pa** o peso do picnômetro com água destilada "sem ar", **Psa** o peso do picnômetro com água e o solo e **Dag** a densidade da água na temperatura da determinação (obtida em tabelas de densidade), calcula-se a densidade real (**Dr**) pela seguinte fórmula:

$$Dr = \frac{Dag\,(Ps - P)}{(Ps + P) - (Psa - Pa)}$$

Resultados e Discussão

Na Tabela 1, observa-se que a densidade de partículas dos solos da região apresenta densidade média de 2,65 g cm^{-3}, refletindo basicamente a predominância de partículas de caulinita e quartzo, que possuem densidades compreendidas nessa faixa.

Tabela 1. Densidade de Partículas de diferentes classes de solos da Amazônia.

Classificação Antiga	Classificação Atual	Horizontes	
		A	C
Areias quartzosas	Neossolos quartzarênicos	2,55	2,53 – 2,55
		A	C
Glei pouco húmico	Gleissolos	2,45 – 261	2,49 – 2,62
		A	B
Laterita hidromórfica	Plintossolos	2,50 – 2,56	2,51 – 2,63
		A	B
Latossolo amarelo	Latossolo amarelo	2,41 – 2,59	2,40 – 2,58
		A	B
Latossolo vermelho amarelo	Latossolo vermelho amarelo	2,58 – 2,54	2,51 – 2,60
		A	B
Litólico	Neossolos litólicos	2,50	2,53
		A	B
Podzólico Vermelho amarelo	Argissolos	2,45 – 2,68	2,56 – 2,68

Fonte: Projeto - Radam Brasil, Folha SB, 19 e 20 de 1978.

Na Tabela 2, observa-se que o Plintossolo apresenta em alguns horizontes valores de densidade de partículas bastante acentuados, relacionados com os seus elevados teores de ferro e de quartzo. O Espodossolo apresenta, no horizonte Bhs' baixo valor de densidade de partículas, devido ao elevado teor de carbono em sua composição. Da mesma forma, o Latossolo Amarelo, típico da região, apresenta a mesma peculiaridade, mas este perfil em particular, com um último horizonte possuindo elevado valor de DP, em razão de ser aquele um horizonte plíntico, constituído de grande quantidade de ferro e quartzo e pobre em carbono. Já a DP do Cambissolo e do Argissolo refletiram composição mineralógica do solo, no caso, caulinita e quartzo, com densidade de partículas média de 2,65 g cm^{-3}.

Os baixos valores de desvio-padrão indicam a precisão do método do picnômetro, sendo este bastante robusto e indicado quando é necessário obter resultados precisos e rigorosos.

Na Tabela 3, observa-se que as amostras com elevado teor de matéria orgânica apresentam densidade menor que as demais amostras. Isso demonstra que a matéria orgânica (galhos, raízes, folhas, insetos, etc.) que possui densidade menor que a dos minerais presentes no solo, quando em elevados teores, contribui para reduzir os valores da densidade de partículas de uma amostra de solo. Em amostras que possuem baixo teor de matéria orgânica, foi observado que a sua densidade manteve-se compatível com a DP dos solos característicos da região (2,65 g cm^{-3}) refletindo, assim, a predominância de frações minerais de caulinita e quartzo que apresentam densidade nessa faixa (Tabela 4).

Como os resultados obtidos pelo método do picnômetro foram confiáveis, além da importância científica, atualmente esse método é adotado na rotina do laboratório de física do solo da Embrapa, por ser mais preciso e econômico que o método do balão volumétrico com álcool, utilizado anteriormente.

Tabela 2. Características físicas de alguns perfis de solos na Amazônia Central.

Classes de solos e Localização	Horizonte	Dp1 g/cm3	Areia grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Carbono
Plintossolo Manacapuru Cacau Pirera Km 73	A_1	2,730 ± 0,060	360	205	161	274	28,5
	A_2	2,750 ± 0,045	332	189	141	338	20,8
	Bc_1	2,780 ± 0,045	239	143	92	527	4,3
	C	2,750 ± 0,001	443	117	156	284	1,3
Espodossolo Lago do Limão Iranduba	A_1	2,310 ± 0,337	823	143	23	11	6,1
	A_2	2,700 ± 0,085	727	208	52	12	6,9
	AE	2,623 ± 0,020	713	232	46	8	2,2
	E	2,656 ± 0,055	707	258	32	3	0,4
	BH	2,636 ± 0,066	553	2587	65	95	1,31
	Bh_s	2,553 ± 0,051	626	154	123	97	26,1
Argissolo Manacapuru – Novo Airão Km 8	A	2,663 ± 0,025	614	202	94	181	5,8
	B	2,663 ± 0,032	562	208	98	133	3,6
	B/C	2,683 ± 0,005	559	227	59	155	2,0
	C	2,693 ± 0,032	545	195	99	139	1,0
Latossolo Amarelo Fazenda Sta Regina Manacupuru	A	2,686 ± 0,041	297	129	139	435	22,3
	A/B	2,720 ± 0,010	257	106	177	460	14,7
	B	2,753 ± 0,005	178	111	93	618	4,9
	BC	2,763 ± 0,005	139	81	62	718	2,2
	C_{pl}	2,966 ± 0,057	304	115	185	397	0,4
Cambissolo Urucu – Coari	A	-	29	383	328	258	49
	B_1	2,660 ± 0,020	13	402	309	274	13
	B_2	2,686 ± 0,011	12	325	375	436	18
	B_3	2,703 ± 0,028	10	301	274	411	3
	B_4	2,723 ± 0,005	14	198	252	533	3
	C	2,733 ± 0,005	4	134	341	519	2
	C(m)	2,690 ± 0,010	4	336	243	415	1

[1]DP: Densidade de Partículas

Conclusões

Os valores de DP tendem a aumentar com a profundidade, devido à redução dos teores da matéria orgânica.

A matéria orgânica contribui para baixar os valores de densidade de partículas.

A maior uniformidade do material com a profundidade reflete-se na menor variabilidade dos valores de DP.

Os valores de densidade de partículas refletem a composição orgânica e mineralógica do solo, no caso das amostras analisadas: caulinita e quartzo.

Os baixos valores de desvio-padrão indicam ser o método do picnômetro robusto e preciso.

Recomenda-se o uso do método do picnômetro em análises de rotina em laboratórios de física do solo por ser um método relativamente simples e barato.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro para a realização do trabalho; ao Dr. Wenceslau Geraldes Teixeira e aos técnicos do Laboratório de Física de Solo da Embrapa Amazônia Ocidental, pelo auxílio nas análises das amostras.

Referências Bibliográficas

BUCKMAN, H. O.; BRADY, N. C. **Natureza e propriedade dos solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1974. 69 p.

DEER, W. A. **Minerais constituintes das rochas** uma introdução. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1966. 260 p.

DONAHUE, R. L.; MILLER, R. W.; SHICKLUNA, J. C. **Soils:** an introduction to soils and plant growth. 5. ed. New Jersey: Prentice-Hall. 1983. 57 p.

FORSYTHE, W. **Fisica de suelos** manual de laboratorio. San José, Costa Rica: IICA, 1985. 28 p.

GALETI, P. A. **Conservação do solo:** reflorestamento; clima. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. p. 18-19.

KIEHL J. E. **Manual de edafologia.** Relações solo-planta. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 264 p.

LEPSH, I. F. **Formação e conservação dos solos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 19 p.

RADAMBRASIL. Departamento Natural da Produção Mineral. **Folha SB. 19 Juruá:** geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1977.

RADAMBRASIL. Departamento Natural da Produção Mineral. **Folha SA. 20 Manaus**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1978.

RADAMBRASIL. Departamento Natural da Produção Mineral. **Folha SB. 20 Purus:** geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1978.

Tabela 3. Dados de densidade de partículas (DP) e matéria orgânica (MO) de algumas classes de solos da Amazônia Central.

Classe de Solo	Horizonte	DP (g cm-3)	MO (%)
Plintossolo	A_1	2,730	48,94
	A_2	2,750	35,84
	BC_1	2,780	7,35
	C	2,750	2,28
Espodossolo	A_1	2,310	10,54
	A_2	2,700	11,89
	AE	2,623	3,82
	E	2,656	0,60
	BH	2,636	22,52
	BHs	2,553	44,89
Argissolo	A	2,663	9.89
	B	2,663	6.17
	B/C	2,683	3.52
	C	2,693	1.73
Latossolo Amarelo	A	2,686	38,42
	AB	2,720	25,32
	B	2,753	8,39
	BC	2,763	3,72
	Cpl	2,966	0,69
Cambissolo	A	-	13,20
	B_1	2,660	8,72
	B_2	2,686	3,52
	B_3	2,703	3,78
	B_4	2,723	49,46
	C	2,733	2,82
	C(m)	2,690	1,79

Tabela 4. Densidade dos principais minerais dos solos amazônicos.

Mineral	Densidade de partículas (g cm-3)
Quartzo	2,65
Feldspato	2,56 – 2,63
Biotita	2,70 – 3,30
Moscovita	2,77 – 2,88
Clorita	2,33 – 2,60
Caulinita	2,61 – 2,68
Ilita	2,60 – 2,68
Esmectita	2,30
Haloysita	2,00 – 2,20

Fonte: DEER, 1996.

Embrapa
Amazônia Ocidental

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

BRASIL
UM PAÍS DE TODOS
GOVERNO FEDERAL