

Anais do I Seminário sobre Pesquisas com o Guaranazeiro na Amazônia



República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa

Conselho de Administração

Luis Carlos Guedes Pinto
Presidente

Silvio Crestana
Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires
Cláudia Assunção dos Santos Viegas
Ernesto Paterniani
Hélio Tollini
Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Silvio Crestana
Diretor-Presidente

José Geraldo Eugênio de França
Kepler Euclides Filho
Tatiana Deane de Abreu Sá
Diretores-Executivos

Embrapa Amazônia Ocidental

Aparecida das Graças Claret de Souza
Chefe-Geral

Sebastião Pereira
Chefe-Adjunto de Administração

José Jackson Bacelar Nunes Xavier
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Mirza Carla Normando Pereira
Chefe-Adjunto de Comunicação e Negócios



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

Novembro, 2005

Anais do I Seminário sobre Pesquisas com o Guaranazeiro na Amazônia

José Clério Rezende Pereira
Mirza Carla Normando Pereira
Murilo Rodrigues de Arruda

Manaus, AM
2005

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Ocidental
Rodovia AM-010, km 29, Estrada Manaus/Itacoatiara
Caixa Postal 319, CEP 69011-970, Mauas - AM
Fone: (92) 3621-0300
Fax: (92) 3621-0322 / 3622-1100
www.cpa.embrapa.br
sac@cpaa.embrapa.br

Comissão organizadora:

Presidente:

José Clério Rezende Pereira

Membros:

Mirza Carla Normando Pereira

Murilo Rodrigues de Arruda

Diagramação e arte: Gleise Maria Teles de Oliveira

1ª edição

1ª impressão (2005): 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados.

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

Cip-Brasil. Catalogação-na-publicação.

Embrapa Amazônia Ocidental.

Seminário sobre Pesquisas com o Guaranazeiro na Amazônia
(1.:2005, Manaus).

Anais do I Seminário sobre Pesquisas com o
Guaranazeiro na Amazônia /editores José Clério Rezende
Pereira, Mirza Carla Normando Pereira e Murilo Rodrigues de
Arruda. - Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2005.

1 CD-ROM ; 4 ¾ pol. 242 p.

1. Guaraná. 2. Paullinia cupana. 3. Congresso. I. Pereira,
José Clério Rezende. II. Pereira, Mirza Carla Normando. III.
Arruda, Murilo Rodrigues de. IV. Título.

CDD 633.7

Editores

José Clério Rezende Pereira

D.Sc. em Fitopatologia, Eng. Agrôn.,
Embrapa Amazônia Ocidental,
Gasparotto@cpaa.embrapa.br

Mirza Carla Normando Pereira

M.Sc. em Produção Vegetal, Eng. Agrôn.,
Embrapa Amazônia Ocidental,
mirza@cpaa.embrapa.br

Murilo Rodrigues de Arruda

M.Sc. em Fertilidade do Solo e Nutrição
de Plantas, Eng. Agrôn., Embrapa
Amazônia Ocidental,
murilo@cpaa.embrapa.br

Apresentação

O cultivo racional do guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) poderá constituir-se em alternativa econômica em vários municípios do interior dos estados na Região Amazônica, e desta forma, fixar o homem no campo, prevenindo o êxodo em direção à periferia das grandes cidades.

Não obstante, a importância econômica e sócioambiental do guaranazeiro, já são decorridos vinte e dois anos da realização do “1º Simpósio brasileiro do guaraná”. Neste intervalo de tempo, vários trabalhos foram executados e em consequência, muitas informações foram obtidas. Entretanto, parte considerável dessas informações não tem sido disponibilizadas de forma ampla, o que impede a sua pronta utilização. Há que se considerar que informação não-publicada ou que não foi repassada para o público usuário simplesmente não existe. Portanto, este seminário sobre resultados de pesquisa com o guaranazeiro na Amazônia tem por objetivo principal disponibilizar para a comunidade científica e para os demais agentes da cadeia produtiva do guaranazeiro, inclusive produtores rurais, agentes de fomento e para os agentes de difusão e transferência de tecnologia, os resultados dos trabalhos de pesquisa, muitos dos quais passíveis de aplicações imediata, as quais tem ensejado modificações significativas no Sistema de Produção do Guaranazeiro para o Estado do Amazonas.

Os resultados dos trabalhos científicos aqui apresentados no formato de resumos expandidos, abrangem as áreas de concentração em agroclimatologia, botânica, fisiologia vegetal, fitopatologia, fitoquímica, fitotecnia, genômica, melhoramento genético e nutrição mineral. Este seminário/encontro, é também uma oportunidade ímpar para a troca de informações entre parceiros dentro da cadeia produtiva do guaranazeiro, bem como visualizar lacunas e/ou demandas por pesquisa/tecnologias de modo a maximizar retornos e reduzir custos, inclusive custos ambientais.

Este seminário reflete vários anos de conhecimento acumulado pelos autores e os resultados de suas pesquisas, acreditando-se que as informações contidas neste CD-Rom serão bastante úteis para todos aqueles envolvidos no agronegócio do guaranazeiro.

Finalmente, a Embrapa Amazônia Ocidental sente-se gratificada por organizar e sediar esse encontro.

José Clério Rezende Pereira
Presidente da Comissão Organizadora

Sumário

Agroclimatologia

Monitoramento Intensivo da Dinâmica da Umidade do Solo num Guaranazal em Manaus - AM.
Wenceslau Geraldes Teixeira, Arivan Ribeiro Reis, Murilo Rodrigues de Arruda.....9

Botânica

Composição Florística de Plantas Daninhas em Plantios de Guaraná (*Paullinia Cupana*), no Estado do Amazonas. **Albertino, S.M.F; Silva, J.F.; Parente, R.C., Souza, L.A.S.** Índices Alométricos para a Estimativa da Produção de Matéria Seca no Guaranazeiro. **Albertino, S.M.F; Silva, J.F.; Parente, R.C., Souza, L.A.S.**.....13

Índices Alométricos para a Estimativa da Produção de Matéria Seca no Guaranazeiro. **Murilo Rodrigues de Arruda, Maria Pinheiro Fernandes Corrêa, José Clério Rezende Pereira, Firmino José do Nascimento Filho, Wenceslau Geraldes Teixeira**.....19

Padrões de Florescimento de Clones de Guaranazeiro. **Paula Cristina da Silva Angelo, André Luiz Atroch, Firmino José do Nascimento Filho, Nelcimar Reis Sousa, Washington da Silva Mendonça, Anna Paula Athayde da Fonseca**.....25

Características Fisiológicas de Leguminosas de Cobertura e do Guaranazeiro em Consórciação. **Rinaldo Sena Fernandes, José Ferreira da Silva, Sônia Maria Figueiredo Albertino, Luciana Aguiar Souza e Souza**.....30

Fisiologia Vegetal

Fotossíntese e Indicadores de Estresse em dois Clones de Guaraná (*Paullinia Cupana* Var. *Sorbilis* (Mart.) Ducke) Crescendo a Pleno Sol. **José Francisco de Carvalho Gonçalves, Ulysses Moreira dos Santos Junior, José Ferreira da Silva, Murilo Rodrigues de Arruda, Andréia Varmes Fernandes, Eva Maria Alves Cavalcanti Atroch**.....35

Indução de *Callus* em Explantes de Mudas Estioladas de Guaranazeiro. **Paula Cristina da Silva Angelo, Larissa Alexandra Cardoso Moraes, Nelcimar Reis Souza**.....42

Fitopatologia

Avaliação da Estabilidade Fenotípica e da Previsibilidade da Resistência em Clones de Guaranazeiro A *Colletotrichum guaranicola*. **José Clério R. Pereira, José Cristino A. Araújo, Firmino José Nascimento Filho, André Luiz Atroch, Luadir Gasparotto, Murilo R. Arruda e Lúcio Pereira Santos**.....47

Avaliação da Frequência de Infecção da Antracnose em Clones de Guaranazeiro. **José Clério R. Pereira, José Cristino A. Araújo, Luadir Gasparotto, Firmino José, Nascimento Filho, Murilo R. Arruda e Lúcio Pereira Santos**.....52

Frequência de Infecção do Superbrotamento do Guaranazeiro. **José Clério R. Pereira, José Cristino A. Araújo, Luadir Gasparotto, Firmino José Nascimento Filho, Murilo R. Arruda, Adônis Moreira e Lúcio Pereira Santos**.....56

Avaliação da Resistência à Antracnose em Clones de Guaranazeiro. José Clério R. Pereira, José Cristino A. Araújo, Firmino José Nascimento Filho, André Luiz Atroch, Luadir Gasparotto, Murilo R. Arruda e Lúcio Pereira Santos.....	61
Avaliação da Resistência ao Superbrotamento em Clones de Guaranazeiro. José Clério R. Pereira, José Cristino A. Araújo, Firmino José Nascimento Filho, André Luiz Atroch, Murilo R. Arruda, Adônis Moreira, Luadir Gasparotto e Lúcio Pereira Santos.....	65
Avaliação de Fungicidas no Controle da Antracnose do Guaranazeiro. José Cristino Abreu de Araújo, José Clério Rezende Pereira, Luadir Gasparotto, Murilo Rodrigues de Arruda, Firmino José Nascimento Filho, Adônis Moreira.....	69
Caracterização dos Sintomas da Antracnose do Guaranazeiro. José Cristino Abreu de Araújo, José Clério Rezende Pereira, Luadir Gasparotto, Murilo Rodrigues de Arruda.....	73
Poda Fitossanitária no Controle da Antracnose do Guaranazeiro. José Cristino Abreu de Araújo, José Clério Rezende Pereira, Luadir Gasparotto, Murilo Rodrigues de Arruda, Firmino José Nascimento Filho, Adônis Moreira.....	77
Progresso da Antracnose do Guaranazeiro no Estado do Amazonas. José Cristino Abreu de Araújo, José Clério Rezende Pereira & Luadir Gasparotto.....	82
Leguminosas como Hospedeiras Alternativas de <i>Colletotrichum Guaranicola</i> Albuquerque. Líbia de Jesus Miléo, Jânia Líbia da Silva Bentes, José Ferreira da Silva.....	85
Levantamento de Fungos Fitopatogênicos em Plantas Daninhas em Cultivos de Guaranazeiro no Estado do Amazonas. Líbia de Jesus Miléo, José Ferreira da Silva, Jânia Líbia da Silva Bentes.....	89
Interação Antagônica entre <i>Chromobacterium Violaceum</i> e <i>Colletotrichum Guaranicola</i> , o Agente Causador da Antracnose do Guaranazeiro. Paula Cristina da Silva Angelo, Márcio Tenório Sena, Larissa Alexandra Cardoso Moraes, Maria Geralda de Souza, Aparecida das Graças Claret de Souza, Jorge Luis López Lozano.....	93

Fitoquímica

Teor de Metabólitos Primários em Sementes de Guaraná (<i>Paullinia cupana</i> var. <i>Sorbilis</i> (Mart.) Ducke). Andreia Varmes Fernandes, Renata Braga S. Lima, José Francisco de Carvalho Gonçalves, Silvana Cristina Pando, Eva Maria Alves Cavalcanti Atroch.....	98
Variação do Teor de Cafeína e Associação com Conteúdos Químicos nas Sementes de Guaranazeiro. Nelcimar Reis Sousa, Firmino José do Nascimento Filho ¹ , Manoel da Silva Cravo, André Luiz Atroch.....	103

Fitotecnia

Enraizamento de Estacas de Clones de Guaranazeiro Tratados com Ácido Indol-3-Butírico (Aib). André Luiz Atroch, Manoel da Silva Cravo, Jackson Araújo dos Santos.....	107
Produção de Mudanças de Guaranazeiro em Tubetes Plásticos. André Luiz Atroch, Firmino José do Nascimento Filho, Jackson Araújo dos Santos.....	114
Desempenho de Mudanças de Pimenta de Macaco em Função do Tipo de Substrato. Isabel Oliva Valério Lima Costa, Francisco C. M. Chaves, Elder de A. Pena.....	120
Produção de Mudanças de Cubiu (<i>Solanum sessiliflorum</i> Dun.) em Função do Tipo de Substrato. Francisco Célio Maia Chaves, Sebastião E. L. da Silva, Rodrigo F. Berni, Elder de A. Pena, Isabel O. V. L. Costa, Marcelo de Q. Rocha.....	124
Produção de Mudanças de Bertalha em Diferentes Substratos. Francisco Célio Maia Chaves, Rodrigo F. Berni, Elder de A. Pena, João Vieira do Bonfim Neto, Isabel O. V. L. Costa.....	127
Produção de Mudanças de Caapeba em Diferentes Substratos. Elder de Araújo Pena, Francisco C. M. Chaves, Isabel O. V. L. Costa, Ana C. da S. Pinto, Adrian M. Pohlit.....	132
Controle de Plantas Daninhas, com Herbicidas, em Guaranazal, no Município de Maues, AM. José Ferreira da Silva, Enilton Fick Coutinho, Manoel da Silva Cravo, André Luiz Atroch.....	137
Efeitos de Herbicidas no Controle de Plantas Daninhas e sua Influência nas Características do Guaranazeiro (<i>Paullinia cupana</i> Var. <i>Sorbilis</i> (Mart.) Ducke). Luciana Souza de Aguiar e Souza, José Ferreira da Silva, Sonia Maria Figueiredo Albertino, Líbia de Jesus Mileo, José Francisco Gonçalves de Carvalho.....	141

Enraizamento de Estacas Herbáceas de Clones de Guaranazeiro em Diferentes Substratos. Murilo Rodrigues de Arruda, José Clério Rezende Pereira, Adônis Moreira	147
Características Fisiológicas De Leguminosas De Cobertura E Do Guaranazeiro Em Consorciação. Rinaldo Sena Fernandes, José Ferreira da Silva, Sônia Maria Figueiredo Albertino, Luciana Aguiar Souza e Souza	152

Genômica

Análise do Guaranazeiro (<i>Paullinia cupana</i> var. <i>Sorbilis</i>) por Citometria de Fluxo Revela Elevado Conteúdo de DNA. Danival Vieira de Freitas, Firmino José do Nascimento Filho, Spartaco Astolfi-Filho, Carlos Roberto de Carvalho	156
Análise Preliminar de Marcadores Microssatélite para Guaranazeiro. Paula Cristina da Silva Ângelo, Manuella Villar Amado, Maria do Perpétuo Socorro Lira, André Luiz Atroch, Izeni P. Farias, Spartaco Astolfi Filho	159
Genoma Funcional do Fruto do Guaranazeiro: Terminada a Fase de Anotação Automática. Paula Cristina da Silva Ângelo, Marcelo de Macedo Brígido, Jorge Rebelo Porto, Marcos José Salgado Vital, Jean Charles da Cunha Peixoto, Maria Paula Cruz Schneider, Horácio Schneider Wilsea Fernandez, Emygdia R. L. R. B. P. L. Mesquita, Márcio Antônio da Silveira, Luiz Hildebrando Pereira Silva, Margarida Lima Carvalho, Spartaco Astolfi Filho, Elionor R. Almeida	168

Melhoramento Genético

Classificação do Coeficiente de Variação na Cultura do Guaranazeiro. André Luiz Atroch, Firmino José do Nascimento Filho	173
Seleção Clonal em Guaranazeiro via Metodologia de Modelos Lineares Mistos (REML/BLUP). André Luiz Atroch, Marcos Deon Vilela de Resende, Firmino José do Nascimento Filho	178
Avaliação do Programa de Melhoramento Genético do Guaranazeiro via Seleção Clonal. André Luiz Atroch, Firmino José do Nascimento Filho	186
Correlação entre as Fases de Desenvolvimento Vegetativo Inicial no Campo e Adulta num Ensaio de Clones Guaraná (<i>Paullinia cupana</i> var. <i>Sorbilis</i>) e Identificação das Melhores Safras e Clones Mais Produtivos. Edmilson de Araújo Silva, Firmino José do Nascimento Filho	189
Divergência Genética entre Clones de Guaranazeiro. Firmino José Do Nascimento Filho, André Luiz Atroch, Nelcimar Reis De Sousa, Terezinha Batista Garcia, Manoel Da Silva Cravo, Enilton Fick Coutinho	194
Interação de Clones de Guaraná por Locais. Firmino José do Nascimento Filho, André Luiz Atroch, Cosme Damião Cruz, Pedro Crescêncio Souza Carneiro	202
Adaptabilidade e Estabilidade de Clones de Guaraná. Firmino José do Nascimento Filho, André Luiz Atroch, Cosme Damião Cruz, Pedro Crescêncio Souza Carneiro	212
Similaridade Genética no Germoplasma de Guaranazeiro. Nelcimar Reis Sousa, Firmino José do Nascimento Filho, André Luiz Atroch	225
Avaliação de Progênie e Clones de Guaranazeiros em Rondônia. Rogério Sebastião Corrêa da Costa, George Duarte Ribeiro, Vanda Gorete Souza Rodrigues	229
Repetibilidade do Caráter Produção de Sementes Secas por Ramete em Clones de Guaraná. Firmino José do Nascimento Filho, André Luiz Atroch, Cosme Damião Cruz, Pedro Crescêncio Souza Carneiro	231

Nutrição Mineral

Estimativa da Exportação de Nutrientes pela Colheita de Guaraná (<i>Paullinia cupana</i> var. <i>Sorbilis</i>) no Estado do Amazonas. Manoel da Silva Cravo, André Luiz Atroch, Jeferson Luis Vasconcelos de Macêdo, Firmino José do Nascimento Filho, Lúcio dos Passos Lima, José de Ribamar Cavalcante Ribeiro	245
Aplicação de Fritas no Guaranazeiro. Murilo Rodrigues de Arruda, Adônis Moreira, José Clério Rezende Pereira	251

Monitoramento Intensivo da Dinâmica da Umidade do Solo num Guaranazal em Manaus AM

Wenceslau Geraldes Teixeira¹, Arivan Ribeiro Reis², Murilo Rodrigues de Arruda¹

Introdução

O guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*), encontrado na Amazônia brasileira, é uma espécie vegetal da família das Sapindáceas. O Brasil é praticamente o único produtor de guaraná do mundo, excetuando-se pequenas áreas plantadas na Amazônia venezuelana e peruana.

Apesar do alto potencial econômico e do grande significado social no meio rural amazônico, a produtividade dessa cultura está muito aquém do seu real potencial, fator que contribui para a perda paulatina de mercado para outros Estados.

A produtividade baixa, segundo Cravo (2001) deve-se à má qualidade das mudas plantadas, à idade avançada dos plantios, à alta variabilidade genética, à incidência de pragas e doenças e à falta de tratamentos culturais.

O manejo da água é fator fundamental para o crescimento e desenvolvimento e maximização da produção do guaranazeiro. O solo é o reservatório natural que, temporariamente, armazena água, podendo fornecê-la às plantas conforme suas necessidades. No solo, a água aloja-se nos poros e, dentro deles adquire estados de energia menor do que o estado da água livre, resultando na umidade do solo que está retida a diferentes potenciais, sendo estes relacionados com o arranjo, distribuição e tamanho dos poros. Nos microporos a atração das moléculas de água pelas partículas do solo é elevada, havendo maior dificuldade de movimento. Esta quantificação desta força de retenção da água pelo solo é denominada tensão de água do solo ou potencial matricial.

Quando o solo está saturado, os poros encontram-se cheios de água. Nesta condição, o movimento da água realiza-se facilmente devido à menor tensão a que a água está submetida. À medida que o solo seca, ocorre a saída da água dos macroporos, e posteriormente dos microporos.

A umidade volumétrica do solo (θ) no campo pode ser avaliada por métodos diretos e indiretos. Dentre os métodos indiretos, o gravimétrico é considerado altamente confiável. Contudo, apresenta grande demanda de trabalho no campo e no laboratório. E, por ser um método destrutivo não permite re-amostrar o mesmo local.

Pesquisador Embrapa Amazônia Ocidental

²Engenheiro Agrônomo Bolsista CNPq- Programa SHIFT

Ultimamente, a técnica da reflectometria no domínio do tempo (TDR), vem sendo amplamente utilizada como um método indireto não destrutivo para avaliação da .

Segundo Teixeira et al. (2003), a reflectometria no domínio do tempo (TDR) é uma técnica relativamente nova, usada para estimar Θ . O método é baseado no efeito da Θ sobre a velocidade de propagação de ondas eletromagnéticas em cabos condutores que são introduzidos no solo, na região em que se deseja medir a Θ . A velocidade (v) depende do meio em que envolve o sensor, isto é, de sua permissividade (ou constante dielétrica) k , que depende da proporção entre o material sólido ($k_s \cong 3$), a água ($k_{\text{água}} = 80$) e o ar ($k_{\text{ar}} = 1$) que compõem o solo no momento da determinação. Essa grande diferença entre $k_{\text{água}}$ e os demais componentes do solo permite ajustar uma equação entre k e Θ , denominada curva de calibração.

Trabalhos realizados por Teixeira (2001) e Teixeira *et al.* (2003) em um Latossolo Amarelo textura argilosa em Manaus mostraram a confiabilidade da técnica do TDR, pois quando apropriadamente calibrada permite a determinação de Θ , *in situ*, com resultados similares aos do método gravimétrico.

Objetivo

Monitorar a dinâmica da água num guaranazal com um ano de idade.

Material e Métodos

Descrição Geral

Este experimento foi conduzido na Estação Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, km 29 da AM - 010 (3°8'S - 59°52'W), em Manaus/AM, em um guaranazal manejado organicamente, com o clone 611, plantando em Março de 2003 no espaçamento de 5 x 5 m. O solo da área foi classificado como Latossolo Amarelo álico, textura argilosa.

Neste experimento foi usado um sistema de coleta automática de dados (*Datalogger Campbell CR 23 Utah, EUA*) (Figura 2), para registrar a intervalos de cinco minutos, a precipitação e o conteúdo volumétrico de água no solo (Θ). A precipitação foi medida e registrada com auxílio de um pluviômetro automático conectado ao sistema coletor. Para registro da dinâmica da água no solo foram instaladas, horizontalmente, três sondas TDR (Campbell CS 616 Utah, EUA) nas profundidades de 10, 30 e 60 cm a uma distancia aproximada de 30 cm do caule do guaranazeiro.

A calibração dos dados para umidade volumétrica foi feita utilizando-se a equação linear quadrática provida pelo fabricante das sondas TDR Campbell CS 616.

Sendo utilizada a seguinte equação de calibração:

$$\Theta = - 0,0663 - 0,0063 * Y + 0,0007 * Y^2$$

Onde: Y é leitura registrada no datalogger.



Figura 1. Aspecto do Datalogger Campbell CR 23 X utilizado para armazenar as estimativas da umidade volumétrica do solo por sondas TDR.

A coleta de dados foi realizada durante os dias 44 a 58 do calendário Juliano do ano de 2004, correspondente de 13 a 27 de Fevereiro de 2004.

Resultados

Os valores obtidos para θ utilizando sondas TDR e a precipitação durante o período de estudo estão apresentados na Figura 2.

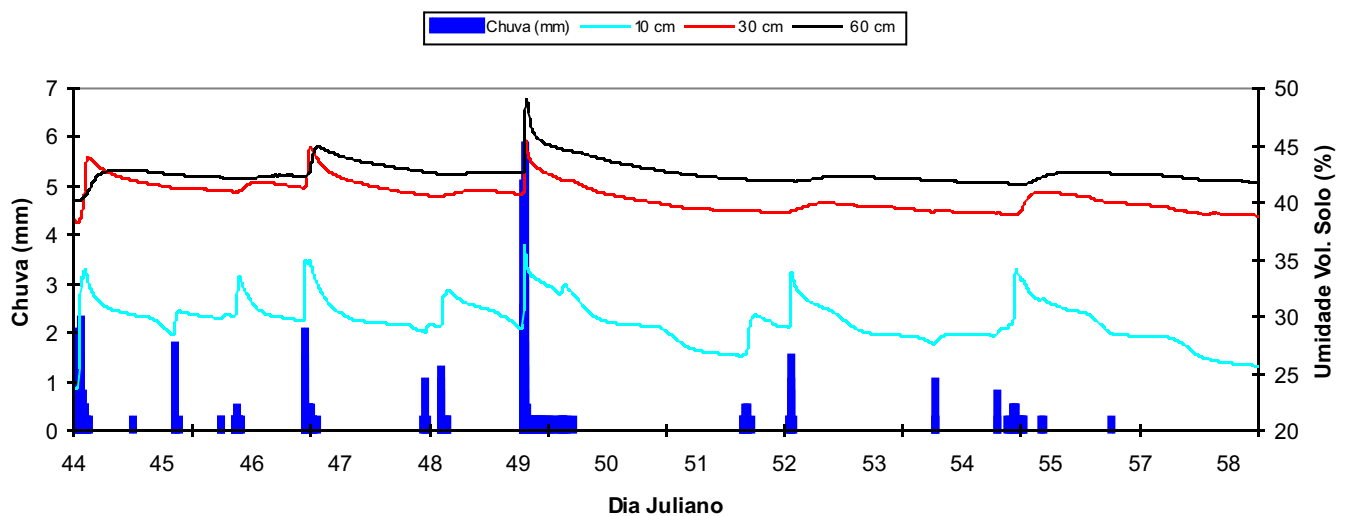


Figura 2. Precipitação diária e umidade volumétrica do solo avaliada em três profundidade próximo a um guaranazeiro em Latossolo Amarelo textura argilosa Manaus - AM.

Os valores da θ durante o período estudado não mostraram grande variação na camada de 10 cm e tiveram um comportamento relativamente monótono nas camadas mais profundas. A dinâmica da água nas camadas superficiais se deve principalmente as perdas por evaporação direta da água do solo e também extração de água pelas raízes do guaranazeiro, que se concentravam nas camadas superficiais do solo.

Os valores θ nas profundidades de 30 e 60 cm se mantiveram sempre acima daqueles medidos a 10 cm. Isso é devido ao guaranazeiro praticamente não extrair água destas camadas e as precipitações que ocorreram no período não foram suficiente para aumentar a θ nas camadas superficiais.

As precipitações de baixa intensidade/quantidade não foram suficientes para molhar o solo nas profundidades de 30 e 60 cm. Ressalta-se ainda que grande parte da água armazenada no Latossolo Amarelo textura muito argilosa se encontra localizada em poros muito finos (microporos e criptoporos), sendo está água pouco acessível para a maioria das plantas (Teixeira, 2001).

No dia 49 observou-se chuva de alta intensidade, e os dados mostram que a água rapidamente infiltrou até as profundidades de 30 e 60 cm (Figura 2). Este fato ocorre devido a existência nesta classe de solos macroporos (canais de formigas, cupins e antigas raízes) que possibilitam a ocorrência de fluxo preferencial da água por estes canais para as camadas mais profundas do solo. Esta observação assume um aspecto prático importante no manejo dos fertilizantes em guaranazais instalados nesta classe de solo: os fertilizantes mais solúveis como os nitrogenados (uréia e sulfato de amônio) e potássicos (cloreto de potássio) devem ser aplicados com o solo úmido e preferencialmente levemente incorporados ao solo com um rastelo ou ancinho. O parcelamento das doses também contribui para reduzir os riscos de perdas por lixiviação. Isto reduzirá caso ocorra alguma precipitação de alta intensidade logo após a aplicação dos fertilizantes na sua dissolução e lixiviação para as camadas mais profundas do solo, aonde no início do desenvolvimento o guaranazeiro apresenta poucas raízes para a absorção dos nutrientes.

Estudos mais prolongados da dinâmica da água em guaranazais permitirão determinar em quais camadas o guaranazeiro preferencialmente concentra suas raízes e obtém água e nutrientes. A indução de uma maior taxa de florescimento do guaranazeiro pelo déficit hídrico e o abortamento de frutos devido a veranicos na fase de frutificação são questões existentes na guaranaicultura é que a técnica de monitoramento aqui apresentada poderá elucidar em estudos de correlação de médio a longo prazo.

O monitoramento da umidade do solo em guaranazais em solos representativos dos plantios poderá futuramente prognosticar a produtividade anual e subsidiar estudos de zoneamento de risco climático para a cultura do guaraná.

Literatura Citada

LIBARDI, P.L. **Dinâmica da água no solo**. Piracicaba: ESALQ, 1995.497p.

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

TEIXEIRA, W. G.; SCHROTH G.; MARQUES J. D. & HUWE B. Sampling and TDR probe insertion in the determination of the volumetric soil water content. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27:575-582, 2003.

Composição Florística de Plantas Daninhas em Plantios de Guaraná (*Paullinia cupana*), no Estado do Amazonas¹

Albertino, S.M.F.²; Silva, J.F.³; Parente, R.C.⁴, Souza, L.A.S.²

Introdução

A caracterização de comunidades de plantas daninhas de uma área ou de uma região agrícola é importante por contribuir na detecção de problemas e na escolha de estratégias de manejo e de controle a serem empregados nos sistemas agrícolas (Yanagizawa & Maimone-Rodella, 1999).

Levantamentos de plantas daninhas foram feitos em lavouras de mandioca (Alcântara & Carvalho, 1983), árvores frutíferas (Yanagizawa & Maimone-Rodella, 1999) e pastagens (Modesto Junior & Mascarenhas, 2001). Entretanto, no Estado do Amazonas, estudos nesta linha foram encontrados para as culturas do cupuaçu (Souza, 2000), em área de sistemas agroflorestais de cupuaçuzeiro e pupunheira (Souza *et al*, 2003), e nenhum trabalho para a cultura do guaraná.

Material e Métodos

As coletas das amostras de plantas daninhas foram feitas nos municípios de Coari, Iranduba, Maués, Presidente Figueiredo e Urucará, no Estado do Amazonas.

Em cada local de coleta foi arremessado um quadrado de madeira de 0,60 x 0,60 m, em duas linhas transversais em formato de “x”, por vinte vezes. As plantas dentro do quadrado foram cortadas rente ao solo, contadas, separadas e preparadas exsiccadas de cada espécie para posterior identificação.

Resultados e Discussão

Nos cinco municípios avaliados foram coletados 14.707 indivíduos distribuídos em 40 famílias representadas por 87 espécies das quais 70 eram dicotiledôneas (80,5%); 13 monocotiledôneas (15%) e 4 eram pteridófitas (4,5%). Dicotiledônea, também foi a classe que apresentou o maior número de famílias nos cinco municípios estudados (Tabela 1). Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Souza *et. al.* (2003) em agrossistemas de cupuaçuzeiro e pupunheira no Amazonas.

¹Trabalho publicado na revista Planta Daninha, v. 22, n. 3, p. 351-358. 2004.

²Eng. Agrôn., M^sc em Ciências Agrárias. UFAM. FCA. Av. Gal. Octávio R. J.Ramos, 3.000. 69077-000. Manaus, AM.

³Eng. Agrôn. DSc. Prof. Adjunto jfsilva@ufam.edu.br.

⁴Estatística, DSc. Prof^a Adjunta.

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Souza *et. al.* (2003) em agrossistemas de cupuaçuzeiro e pupunheira no Amazonas.

Tabela 1. Número de famílias de plantas daninhas por classe, nos plantios de guaraná em cinco municípios do Estado do Amazonas, 2003.

Classe	Número de família de plantas daninhas por classe e por localidade				
	Coari	Irlanduba	Maués	Pres. Fig. ⁽¹⁾	Urucará
Dicotiledônea	17	10	24	8	18
Monocotiledônea	2	1	2	2	2
Pteridófita	2	1	1	1	-
Total	21	12	27	11	20

⁽¹⁾Presidente Figueiredo

Nas famílias Poaceae e Asteraceae foram registrados o maior número de espécies, ambas com 10 cada (Tabela 2).

Tabela 2 Número de espécies de plantas daninhas por família, nos plantios de guaraná em cinco municípios do Estado do Amazonas, 2003.

Família	Número de família de plantas daninhas por classe e por localidade				
	Coari	Irlanduba	Maués	Pres. Fig. ⁽¹⁾	Urucará
Amaranthaceae	1	0	1	0	0
Apocinaceae	1	1	0	0	2
Asteraceae	2	3	7	3	0
Bignoniaceae	2	0	2	1	3
Boraginaceae	0	0	1	0	0
Caesalpinaceae	0	0	2	0	0
Cyperaceae	2	0	2	1	3
Poaceae	4	4	8	5	6
Davalliaceae	1	0	0	0	0
Dennstaediaceae	0	1	0	0	0
Pteridaceae	2	0	1	1	0

⁽¹⁾Presidente Figueiredo

As seis espécies com maior número de indivíduos (*Panicum pilosum*, *Scleria malaleuca*, *Panicum laxum*, *Spermacoce capitata*, *Selaginella asperula* e *Homolepis aturensis*) continham mais da metade do total de indivíduos (55,36%) os outros 44,64% ficaram distribuídos entre as outras 81 espécies restantes (Tabela 3).

A maioria das espécies apresentou frequência muito baixa, inferior a 10%, (Tabela 3). As mais frequentes foram:

Panicum pilosum, *Spermacoce capitata*, *Sabicea amazonensis*, *Scleria malaleuca*, *Panicum laxum* e *Homolepis aturensis*. Em relação ao número de plantas por área, do total de 87 espécies apresentaram densidade entre um e 26 indivíduos sendo o restante das espécies, com valor inferior a um indivíduo/m².

A maior abundância foi apresentada por *Stachytarpheta cayennensis* com 72,00 indivíduos por parcela, enquanto que a menor abundância (1,00) ficou para as espécies representadas por um único indivíduo (Tabela 3).

Panicum pilosum destacou-se como a espécie mais importante com IVI igual a 27,36.

Os cinco municípios apresentaram variação quanto à composição florística, e a maior diversidade de espécies foi encontrada em Maués (Tabelas 4).

Quanto ao número de indivíduos, Coari destacou-se com 4.706, Maués (3.824), Urucará, (3.121), Presidente Figueiredo (2.723) e Irlanduba com 296 (Tabelas 4). Entretanto esta tabela contém apenas as espécies de maior IVI para cada município, as demais se encontram relacionadas no trabalho de Albertino (2003).

As Dicotiledôneas superaram as Monocotiledôneas e Pteridófitas em número de indivíduos em dois municípios; Maués(62%), e Irlanduba (57%) do total de indivíduos das três classes juntas (Figura 1).

As Monocotiledôneas prevaleceram em Presidente Figueiredo, Coari e Urucará. Presidente Figueiredo destacou-se em primeiro lugar com 70% do total de indivíduos pertencentes a esta classe (Figura 2).

As Pteridófitas ocorreram de forma inexpressiva em todos os municípios, e em Presidente Figueiredo apresentou maior ocorrência (Figura 2).

Poaceae foi a família que apresentou maior número de espécies e de indivíduos em todos os municípios, exceto em Coari onde era a primeira em número de espécies e a segunda em número de indivíduos (Tabela 4).

Homolepis aturensis, *Paspalum conjugatum* e *Spermacoce capitata* foram espécies que ocorreram nos cinco municípios (Tabela 4).

Quanto a freqüência, *Panicum pilosum* se destacou em Coari em 80% da área e em Presidente Figueiredo como a segunda espécie mais freqüente; *Sabicea amazonensis* foi a mais freqüente em Maués, já em Urucará apareceu com a menor freqüência. *Spermacoce capitata* foi a mais freqüente em Urucará; *Homolepis aturensis* obteve maior freqüência em Presidente Figueiredo. A maior freqüência encontrada em Iranduba foi para *Homolepis*. sp em 50% da área (Tabela 4).

Panicum pilosum foi a mais densa em Presidente Figueiredo com 73,47 indivíduos por m², *Chamaesyce hirta* foi a mais densa de Maués, *Emilia sonchifolia* em Iranduba, *Scleria malaleuca* em Coari e *Panicum laxum* em Urucará (Tabela 4).

O parâmetro abundância revelou as espécies, *Stachytarpheta cayennensis* como mais abundantes em Maués com 74 indivíduos por parcela; *Panicum pilosum* em Presidente Figueiredo e em Coari; *Panicum laxum* em Iranduba e Urucará, *Scleria malaleuca* em Coari e *Rhynchospora nervosa* em Urucará (Tabela 4).

Panicum pilosum foi a espécie mais importante no município de Presidente Figueiredo, com o índice de valor de importância (IVI) igual a 75,77, e também apareceu em Coari como a segunda mais importante. *Panicum laxum* sobressaiu em Urucará e Iranduba, *Scleria malaleuca* em Coari, em Maués o destaque foi para *Chamaesyce hirta* (Tabela 4).

Alguns municípios mostraram maiores semelhanças em termo de espécies comuns e poucas espécies comuns com outros (Tabela 5). No entanto, o índice de similaridade é baixo entre os mesmos, sendo todos menores que 50%, o que pode ser explicado pelo fato de que muitas espécies apresentaram-se exclusivas em cada município avaliado.

Os maiores índices de similaridade foram entre os municípios de Iranduba e Presidente Figueiredo e entre Coari e Urucará. Os menores índices foram entre Iranduba e Urucará e Iranduba e Coari.

Tabela 3. Classes, famílias, espécies, número de indivíduos e número de parcelas de plantas daninhas em plantios de guaraná e seus parâmetros avaliados de forma conjunta para cinco municípios do Estado do Amazonas, 2003.

Classe	Família	Espécie	N.I.(1)	N.P.(2)	Fre%(3)	Fre%(3)	Den(4)	Abu(5)	Frer(6)	Denr(7)	Abur(8)	IVI(9)
M	Poaceae	<i>Panicum pilosum</i> Sw.	2342	70	26,92	26,92	25,02	33,46	6,97	15,92	4,46	27,36
M	Cyperaceae	<i>Scleria malaleuca</i> Schlect. & Cham.	1506	49	18,85	18,85	16,09	30,73	4,88	10,24	4,10	19,22
M	Poaceae	<i>Panicum laxum</i> Sw.	1439	40	15,38	15,38	15,37	35,98	3,98	9,78	4,80	18,56
D	Rubiaceae	<i>Spermacoce capitata</i> (RUIZ & PAV.) DC.	1057	70	26,92	26,92	11,29	15,10	6,97	7,19	2,01	16,17
P	Pteridaceae	<i>Selaginella asperula</i> Spring	903	30	11,54	11,54	9,65	30,10	2,99	6,14	4,01	13,14
M	Poaceae	<i>Homolepis aturensis</i> (H.B.K.) Chase	895	37	14,23	14,23	9,56	24,19	3,68	6,09	3,22	12,99
D	Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hirta</i> Millsp.	682	20	7,69	7,69	7,29	34,10	1,99	4,64	4,55	11,17
D	Rubiaceae	<i>Sabicea amazonensis</i> Wernh.	500	60	23,08	23,08	5,34	8,33	5,98	3,40	1,11	10,49
D	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	72	1	0,38	0,38	0,77	72,00	0,10	0,49	9,60	10,19
D	Asteraceae	<i>Unxia canphorata</i> L. f.	525	32	12,31	12,31	5,61	16,41	3,19	3,57	2,19	8,94
M	Poaceae	<i>Homolepis</i> sp.	497	20	7,69	7,69	5,31	24,85	1,99	3,38	3,31	8,68
M	Poaceae	<i>Paspalum conjugatum</i> Berg	486	34	13,08	13,08	5,19	14,29	3,39	3,30	1,90	8,60
M	Cyperaceae	<i>Rhynchospora nervosa</i> (Vahl) Boeckeler	369	29	11,15	11,15	3,94	12,72	2,89	2,51	1,70	7,09
M	Poaceae	<i>Paspalum virgatum</i> L.	291	17	6,54	6,54	3,11	17,12	1,69	1,98	2,28	5,95
M	Poaceae	<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	229	16	6,15	6,15	2,45	14,31	1,59	1,56	1,91	5,06
D	Scrophulariaceae	<i>Scoparia dulcis</i> L.	145	21	8,08	8,08	1,55	6,90	2,09	0,99	0,92	4,00
D	Melastomataceae	<i>Clidemia rubra</i> (Aubl.) Mart.	122	24	9,23	9,23	1,30	5,08	2,39	0,83	0,68	3,90
D	Amaranthaceae	<i>Cyathula prostata</i> Blume.	17	4	1,54	1,54	0,18	4,25	0,40	0,12	0,57	1,08
D	Verbenaceae	<i>Lantana câmara</i> L.	12	6	2,31	2,31	0,13	2,00	0,60	0,08	0,27	0,95
D	Passifloraceae	<i>Passiflora coccinea</i> Aubl.	9	4	1,54	1,54	0,10	2,25	0,40	0,06	0,30	0,76
D	Flarcourtiaceae	<i>Casaria javitensis</i> H.B.K	4	1	0,38	0,38	0,04	4,00	0,10	0,03	0,53	0,66
P	Dennstaediaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	6	3	1,15	1,15	0,06	2,00	0,30	0,04	0,27	0,61
D	Dilleniaceae	<i>Doliopcarpus magnificus</i> Sluim.	4	2	0,77	0,77	0,04	2,00	0,20	0,03	0,27	0,49
D	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	1	1	0,38	0,38	0,01	1,00	0,10	0,01	0,13	0,24

(1) = número de indivíduos; (2) = número de parcelas; (3) = frequência; (4) = densidade; (5) = abundância; (6) = frequência relativa; (7) = densidade relativa; (8) = abundância relativa; (9) = índice de valor de importância, (10) = Presidente Figueired.

Tabela 4. Classes, famílias espécies, número de indivíduos e número de parcelas de plantas daninhas em plantios de guaraná e seus parâmetros avaliados de forma conjunta para cada município estudado do Estado do Amazonas, 2003.

Município	Classe	Família	Espécie	N.I.(1)	N.P.(2)	Fre%(3)	Den(4)	Abu(5)	Frer ⁽⁶⁾	Denr(7)	Abur(8)	IVI(9)
Coari	M	Cyperaceae	<i>Scleria malaleuca</i> Schlect. & Cham.	1384	29	48,00	64,07	47,72	8,92	29,43	16,38	54,73
	M	Poaceae	<i>Panicum pilosum</i> Sw.	1253	48	80,00	58,01	26,10	14,77	26,64	8,96	50,37
	P	Pteridaceae	<i>Selaginella asperula</i> Spring.	503	20	33,00	23,29	25,15	6,15	10,70	8,63	25,48
	D	Rubiaceae	<i>Sabicea amazonensis</i> Wernh.	221	37	62,00	10,23	5,97	11,38	4,70	2,05	18,13
	M	Poaceae	<i>Paspalum conjugatum</i> Berg.	212	12	20,00	9,81	17,67	3,69	4,51	6,06	14,26
	D	Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	186	16	27,00	8,61	11,63	4,92	3,95	3,99	12,87
	D	Fabaceae	<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.	76	3	5,00	3,52	25,33	0,92	1,62	8,69	11,23
	D	Melastomataceae	<i>Clidemia rubra</i> (Aubl.) Mart.	106	15	25,00	4,91	7,07	4,62	2,25	2,43	9,29
	D	Rubiaceae	<i>Spermacoce capitata</i> (RUIZ & PAV.) DC.	61	10	17,00	2,82	6,10	3,08	1,30	2,09	6,47
	M	Poaceae	<i>Homolepis aturensis</i> (H.B.K.) Chase	15	1	2,00	0,69	15,00	0,31	0,09	5,15	5,77
	D	Amaranthaceae	<i>Cyathula prostata</i> Blume.	4	1	2,00	0,19	4,00	0,31	0,09	1,37	1,77
	M	Cyperaceae	<i>Cyperus luzulae</i> Rotz.	4	2	3,00	0,19	2,00	0,62	16,44	0,69	1,39
	M	Poaceae	<i>Panicum laxum</i> Sw.	48	1	5,00	6,67	48,00	1,64	19,18	47,65	65,73
	D	Asteraceae	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	56	7	35,00	7,78	8,00	11,48	17,12	7,94	38,59
M	Poaceae	<i>Homolepis</i> sp.	50	10	50,00	6,94	5,00	16,39	15,75	4,96	38,48	
D	Cluseaceae	<i>Vismia cayennensis</i> (jacq.) Pers.	46	7	35,00	6,39	6,57	11,48	7,19	6,52	33,75	
D	Asteraceae	<i>Eupatorium</i> sp.	21	7	35,00	2,92	3,00	11,48	7,53	2,98	21,65	
M	Poaceae	<i>Homolepis aturensis</i> (H.B.K.) Chase	22	4	20,00	3,06	5,50	6,56	4,11	5,46	19,55	
D	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	12	6	30,00	1,67	2,00	9,84	1,71	1,99	15,93	
D	Solanaceae	<i>Solanum rugosum</i> Dunal.	5	3	15,00	0,69	1,67	4,92	1,37	1,65	8,28	
D	Melastomataceae	<i>Clidemia rubra</i> (Aubl.) Mart.	4	1	5,00	0,56	4,00	1,64	1,03	3,97	6,98	
D	Solanaceae	<i>Solanum subinerme</i> Jacq.	3	2	10,00	0,42	1,50	3,28	0,68	1,49	5,80	
M	Poaceae	<i>Paspalum conjugatum</i> Berg.	2	2	10,00	0,28	1,00	3,28	0,34	0,99	4,96	
D	Menispermaceae	<i>Cissanpelos</i> sp.	1	1	5,00	0,14	1,00	1,64	0,34	0,99	2,97	
D	Rubiaceae	<i>Spermacoce capitata</i> (RUIZ & PAV.) DC.	1	1	5,00	0,14	1,00	1,64	17,86	0,99	2,97	
Maués	D	Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hirta</i> Millsp.	683	21	26,25	23,72	32,52	6,55	11,69	7,37	31,77
	M	Poaceae	<i>Homolepis</i> sp.	447	10	12,50	15,52	44,70	3,12	11,61	10,12	24,93
	D	Asteraceae	<i>Unxia canphorata</i> L. f.	444	14	17,50	15,42	31,71	4,36	1,94	7,18	23,16
	D	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	74	1	1,25	2,57	74,00	0,31	6,75	16,76	19,01
	D	Rubiaceae	<i>Sabicea amazonensis</i> Wernh.	258	22	27,50	8,96	11,73	6,86	2,98	2,66	16,26
	M	Cyperaceae	<i>Scleria malaleuca</i> Schlect. & Cham.	114	19	23,75	3,96	6,00	5,92	1,36	10,26	

Tabela 4. Continuação.

Município	Classe	Família	Espécie	N.I.(1)	N.P.(2)	Fre%(3)	Den(4)	Abu(5)	Frer(6)	Denr(7)	Abur(8)	IVI(9)
Maués	M	Poaceae	<i>Paspalum conjugatum</i> Berg.	61	11	13,75	2,12	5,55	3,43	1,60	1,26	6,28
	D	Rubiaceae	<i>Spermacoce capitata</i> (RUIZ & PAV.) DC.	50	11	13,75	1,74	4,55	3,43	1,31	1,03	5,77
Pres. Fig. ⁽¹⁰⁾	M	Poaceae	<i>Homolepis aturensis</i> (H.B.K.) Chase	52	8	10,00	1,1	6,50	2,49	1,36	1,47	5,33
	P	Pteridaceae	<i>Selaginella asperula</i> Spring.	32	3	3,75	1,11	10,67	0,94	0,84	2,42	4,19
	D	Amaranthaceae	<i>Cyathula prostata</i> Blume.	30	7	8,75	1,04	4,29	2,18	0,78	0,97	3,94
	M	Poaceae	<i>Panicum laxum</i> Sw.	28	5	6,25	0,97	5,60	1,56	0,73	1,27	3,56
	M	Poaceae	<i>Panicum pilosum</i> Sw.	1.058	17	42,50	73,47	62,24	13,60	38,85	23,32	75,77
	M	Poaceae	<i>Homolepis aturensis</i> (H.B.K.) Chase	686	21	52,50	47,64	32,67	16,80	25,19	12,24	54,23
	P	Pteridaceae	<i>Selaginella asperula</i> Spring.	368	7	17,50	25,56	52,57	5,60	13,51	19,70	38,81
	M	Poaceae	<i>Paspalum conjugatum</i> Berg.	90	6	15,00	6,25	15,00	4,80	3,31	5,62	13,73
	D	Rubiaceae	<i>Spermacoce capitata</i> (RUIZ & PAV.) DC.	75	10	25,00	5,21	7,50	8,00	2,75	2,81	13,56
	M	Cyperaceae	<i>Cyperus luzulae</i> Rotz.	56	4	10,00	3,89	14,00	3,20	2,06	5,25	10,50
D	Leguminosae	<i>Zornia latifolia</i> Sm.	34	2	5,00	2,36	17,00	1,60	1,25	6,37	9,22	
M	Poaceae	<i>Paspalum virgatum</i> L.	17	1	2,50	1,18	17,00	0,80	0,62	6,37	7,79	
D	Solanaceae	<i>Solanum subinerme</i> Jacq.	10	5	12,50	0,69	2,00	4,00	0,37	0,75	5,12	
D	Bignoniaceae	<i>Martinella obovata</i> (H.B.K.) Sandwith.	8	4	10,00	0,56	2,00	3,20	0,29	0,75	4,24	
D	Cluseaceae	<i>Vismia cayennensis</i> (jacq.) Pers.	5	3	7,50	0,35	1,67	2,40	0,18	0,62	3,21	
D	Solanaceae	<i>Solanum rugosum</i> Dunal.	3	2	5,00	0,21	1,50	1,60	0,11	0,56	2,27	
Uruará	M	Poaceae	<i>Panicum laxum</i> Sw.	1.363	34	56,67	63,10	40,09	18,89	43,67	11,82	74,38
	D	Rubiaceae	<i>Spermacoce capitata</i> (RUIZ & PAV.) DC.	870	38	63,33	40,28	22,89	21,11	27,88	6,75	55,74
	M	Poaceae	<i>Paspalum conjugatum</i> Berg.	121	3	5,00	5,60	40,33	1,67	3,88	11,89	17,43
	M	Poaceae	<i>Homolepis aturensis</i> (H.B.K.) Chase	120	3	5,00	5,56	40,00	1,67	3,84	11,79	17,30
	D	Rubiaceae	<i>Sabicea amazonensis</i> Wernh.	21	1	1,67	0,97	21,00	0,56	0,67	6,19	7,42
	M	Poaceae	<i>Panicum pilosum</i> Sw.	31	5	8,33	1,44	6,20	2,78	0,99	1,83	5,60
	M	Cyperaceae	<i>Scleria malaleuca</i> Schlecht. & Cham.	8	1	1,67	0,37	8,00	0,56	0,26	2,36	3,17
	D	Passifloraceae	<i>Passiflora coccinea</i> Aubi	2	1	1,67	0,09	2,00	0,56	0,06	0,59	1,21

(1) = número de indivíduos; (2) = número de parcelas; (3) = frequência; (4) = densidade; (5) = abundância; (6) = frequência relativa; (7) = densidade relativa; (8) = abundância relativa; (9) = índice de valor de importância; (10) = Presidente Figueiredo.

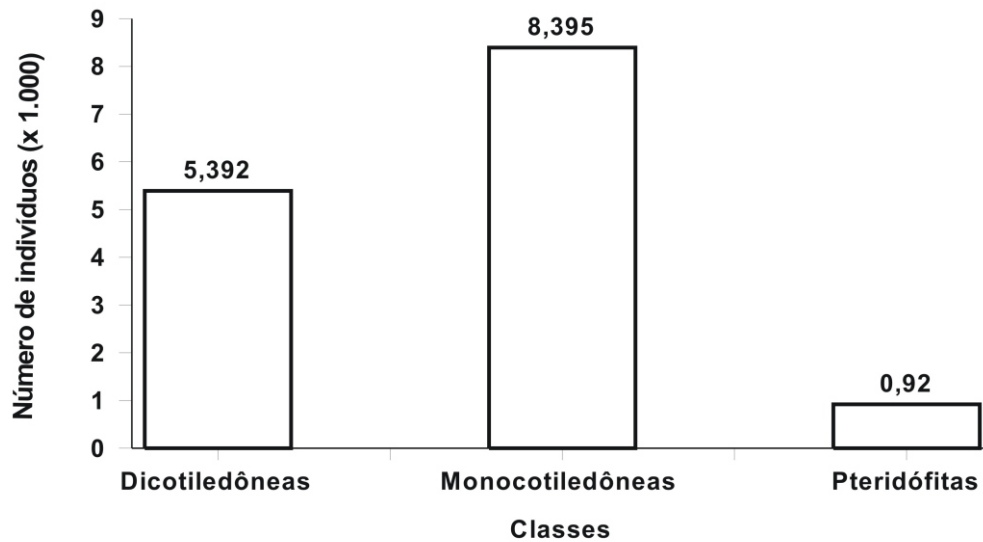


Figura 1. Número de indivíduos por classe de planta nos cinco municípios estudados.

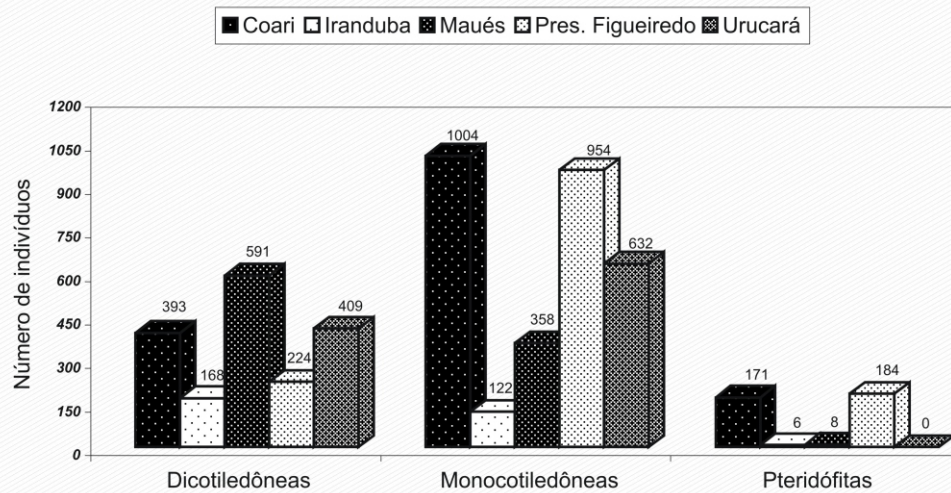


Figura 1. Número de indivíduos por classe de planta em cada município estudado do estado do Amazonas.

Tabela 5. Índice de Similaridade (%) de espécies de plantas daninhas nos plantios de guaraná em cinco municípios do Estado do Amazonas, 2003.

Município	Iranduba	Maués	Pres. Fig.(1)	Urucará
Coari	21,43	39,53	28,57	44,12
Iranduba	-	28,57	45,00	26,92
Maués	-	-	28,57	36,59
Presidente Figueiredo	-	-	-	30,77

(1) = Presidente Figueiredo.

Referências Bibliográficas

ALBERTINO, S.M.F. **Composição florística de plantas daninhas em plantios de guaraná (*Paullinia cupana* var. *Sorbilis*), no estado do Amazonas.** UFAM, 2003. 45 p. (Dissertação de mestrado em Sistemas Agroflorestais). Universidade Federal do Amazonas, 2003.

ALCANTARA, E. M. & CARVALHO, D. A. Plantas daninhas em mandiocais (*Manihot sculenta* Crantz) na Região Mineradora de Diamantina (Alto Jequitinhonha) Minas Gerais. **Planta Daninha**, 1983, v.6, n.2, p.138-143.

MODESTO JUNIOR, M. S.; MASCARENHAS, R. E. B. Levantamento da infestação de plantas daninhas: associadas a uma pastagem cultivada de baixa produtividade no nordeste paraense. **Planta Daninha**, 2001, v. 19, n.1, p. 11-21.

SOUZA, G. F. de. **Manejo do solo e seu efeito no crescimento e produção do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willdenow ex Spreng) Schumann), na composição florística e biomassa da parte aérea de plantas invasoras em sistemas agroflorestais no município de Presidente Figueiredo, Estado do Amazonas.** Manaus. INPA/FUA. 2000. 152 p. Tese (Área de Botânica) . Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Fundação Universidade do Amazonas. 2000.

SOUZA, L. S. A.; SILVA, J. F.; SOUZA M. D. B. Composição florística de plantas daninhas em agrossistemas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) e pupunheira (*Bactris gasipaes*). **Planta Daninha**, 2003, v.21, n. 2, p. 249-255.

YANAGIZAWA, Y. A. N. P.; MAIMONI-RODELLA, R. C. S. Composição florística e estrutura da comunidade de plantas do estrato herbáceo em áreas de cultivo de árvores frutíferas. **Planta Daninha**, 1999, v.17, n.3, p.459-468.

Índices Alométricos para a Estimativa da Produção de Matéria Seca no Guaranazeiro

Murilo Rodrigues de Arruda¹, Maria Pinheiro Fernandes Corrêa¹, José Clério Rezende Pereira¹, Firmino José do Nascimento Filho¹, Wenceslau Geraldes Teixeira¹

Introdução

O guaranazeiro é uma dicotiledônea, pertencente à família Sapindaceae, escandente ou arbustiva, com flores e sementes. Em seu estado natural, nas matas, cresce como uma liana até atingir o extrato superior da floresta, e quando cultivada em campo aberto, tem a forma de um arbusto subereto com no máximo 3 m de altura (Cavalcante, 1976). Trata-se de uma espécie monóica, alógama, com a polinização sendo feita principalmente por abelhas (Gondim, 1978), entretanto, pode ocorrer considerável grau de autofecundação, por apresentar a abertura de flores masculinas e femininas em ramos diferentes, numa mesma planta e num mesmo dia (Escobar et al., 1984).

O crescimento do guaranazeiro no Amazonas é caracterizado pelo lançamento mais intenso de novos ramos nos meses de janeiro a junho, que por sua vez está dentro do período de maior pluviosidade. São nestes ramos novos, ou do ano, em que ocorre a floração. Segundo Schultz & Valois, (1974) o estímulo ao florescimento é causado aparentemente pelo déficit hídrico.

As informações sobre o desenvolvimento vegetativo do guaranazeiro são escassas, mas vem assumindo grande importância para os programas de melhoramento e de manejo da cultura. Segundo Corrêa, (1989), existe a necessidade de caracterização das variações morfológicas, composição química e de produção do guaranazeiro, com estudos mais aprofundados das variações fenotípicas e determinação de descritores qualitativos e quantitativos para se conhecer a biologia e genética de sua população, orientando a implantação e manutenção de bancos de germoplasma da cultura. Para Fonseca (1982), esses estudos são imprescindíveis para o sucesso dos plantios com espécies nativas e ou em processo de domesticação e, sobretudo, em programas de melhoramento e de conservação genética.

Um dos poucos trabalhos sobre fenologia do guaranazeiro foi realizado por Lodewijks (1986), em que verificou-se que a planta, em relação à produção de ramos, é considerada uma espécie que produz reiteraões, ou seja, a localização e lançamentos de ramos secundários ocorrem em razão de fatores não-genéticos, como estímulos causados por danos mecânicos ou estresse ambiental. O autor concluiu então que em razão das reiteraões, as plantas possuem aspecto irregular, e o local de aparecimento dos ramos não pode ser definido claramente.

¹ Pesquisador Embrapa Amazônia Ocidental, Caixa Postal 319, 69011-970, Manaus AM. E-mail: murilo@cpaa.embrapa.br

O objetivo deste trabalho foi determinar índices alométricos em plantas adultas do guaranazeiro, para quantificação da produção de matéria seca em diferentes partes da planta, originadas de propagação sexuada, de maneira não-destrutiva.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Maués/AM, pertencente a Embrapa Amazônia Ocidental. Foram utilizadas cinco plantas adultas de guaranazeiro, sendo quatro das plantas com nove anos de idade e uma com 18 anos. Estas plantas faziam parte dos campos de seleção de matrizes, originados de sementes de polinização aberta, sendo representativas dos plantios tradicionais da região de Maués e de outras regiões do Brasil. As plantas foram adubadas durante a coleta de material, anualmente, com 230 gramas de uréia, 200 gramas de superfosfato triplo e 250 gramas de sulfato de potássio e magnésio.

Durante dois anos consecutivos foram quantificados os seguintes parâmetros: número de ramos lançados, comprimento dos ramos lançados, número de inflorescências, número de frutos, número de sementes e peso seco de sementes para a determinação da produção de massa seca e formulação dos índices alométricos.

1. Comprimento médio da inflorescência: foram medidas 50 inflorescências ao acaso por planta por ano. Determinou-se também, o tamanho da amostra necessária para se estimar o comprimento médio da inflorescência por planta utilizando-se a relação proposta por Snedecor & Cochran (1972)

$$n = 4 s^2 / L^2$$

(a):

onde n é o tamanho da amostra, s é o desvio padrão e L o limite de precisão.

2. Matéria seca dos ramos: coletou-se ao acaso e em cada planta, 10 ramos sombreados e 10 ramos não-sombreados, com comprimento em torno de 15 cm. As amostras foram secas em estufa a 75°C até peso constante e estimou-se em gramas, a matéria seca acumulada por centímetro de ramo.

3. Número de folhas: estimou-se, em 10 ramos sombreados e 10 não-sombreados por planta, o número de folhas por metro de ramo.

4. Produção de matéria seca pelas folhas (MSTF): a matéria seca média acumulada nas folhas do guaranazeiro, foi determinada a partir da amostragem de 60 folíolos (equivalente a 12 folhas), coletados ao acaso por planta e secos em estufa a 75°C até peso constante.

5. Matéria seca dos pecíolos: amostrou-se, ao acaso, 10 pecíolos por planta, que foram secos até peso constante e mediu-se a matéria seca média por pecíolo.

6. Matéria seca da ráquis (MSR): foram avaliadas 30 ráquis coletadas ao acaso por planta e determinou-se a matéria seca média, em gramas, por centímetro de ráquis.

7. Matéria seca de sementes: avaliou-se 50 sementes por planta, secando-as em secador solar, até atingirem cerca de 1 0% de umidade.

8. Matéria seca da casca dos frutos: coletou-se ao acaso as cascas de 50 frutos por planta, que foram secos em estufa até peso constante. A matéria seca média por

casca foi multiplicada pelo total de frutos por planta, obtendo-se a matéria seca total por plantas.

As análises estatísticas foram feitas utilizando-se o Teste F a 5 % de probabilidade, de acordo com Pimentel Gomes & Garcia, (2002).

Resultados e Discussão

1. Quantificação da produção de matéria seca

1.1. Número e comprimento de ramos

O número de ramos lançados e produtivos por planta nos dois anos de avaliação, estão na Tabela 1. Observou-se que o número total de ramos lançados variou de 102, na planta 3, no ano 1, a 244, na planta 4, no ano 2.

Tabela 1. Número total de ramos lançados e número de ramos com frutos por planta ano⁻¹.

Planta	Ramos lançados		Ramos com frutos			
	Total		Total		%	
	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2
1	161	140	81	54	50,3	38,6
2	122	173	50	41	40,9	23,7
3	102	169	50	84	49,0	49,7
4	170	244	84	81	49,4	33,2
5	177	135	106	68	59,9	50,3
Média	146	172	74	66	49,9	39,1

1.2. Comprimento e número de inflorescências, frutos e sementes dos ramos

Os resultados das medições do comprimento de 50 inflorescências por planta, são apresentados na Tabela 2. A precisão média das avaliações foi de 2,07 cm ($p = 0,05$). Para um grau de precisão de 1 cm, o número de inflorescências a ser

medido é de 163 e para uma precisão de 3 cm, o número de inflorescências a ser medido é de 24. Assim, a avaliação de 25 a 50 inflorescências por planta, é suficiente para se estimar o seu comprimento médio com relativa exatidão em plantas oriundas de sementes.

Tabela 2. Determinação do comprimento da inflorescência para a estimativa da matéria seca e tamanho de amostra para diferentes níveis de precisão.

Ano	Planta	Comprimento inflorescências			Número total de inflorescências	Tamanho da amostra para precisão de		
		Média	Desvio padrão	Limites de confiança		1	2	3
		cm	s	$p = 0,05$		cm		
1	1	16,9	5,805	1,65	984	120	33	15
	2	15,1	4,401	1,25	1.059	73	19	9
2	1	25,5	8,758	2,49	551	199	68	32
	2	22,3	9,483	2,70	756	246	81	38
3	1	25,3	8,485	2,42	445	176	63	30
	2	19,1	6,473	1,84	1.294	150	41	19
4	1	23,9	8,978	2,56	660	218	73	34
	2	17,3	8,534	2,43	771	213	67	31
5	1	20,1	5,663	1,61	560	105	31	14
	2	18,1	6,016	1,71	876	126	35	16
Média		20,4	7,259	2,07	796	163	51	51

O número total de inflorescências lançadas por planta e por ano, consta na Tabela 3. Uma planta adulta de guaraná pode lançar mais de mil inflorescências por ano, sendo que de 47 a 98 % delas produzem ao menos um fruto, variando de acordo com a planta devido, provavelmente, a fatores genéticos e/ou ambientais. Considerando-se as médias das cinco plantas avaliadas, verificou-se que o número médio de inflorescências produtivas por ramo foi de 7 em 1983 e 10, em 1984, enquanto que o número médio de frutos e sementes por inflorescência produtiva foi de 6 e 8, e 4 e 5 em 1983 e 1984 respectivamente.

Tabela 3. Número total de inflorescências e número de inflorescências produtivas por planta por ano.

Planta	Lançadas		Inflorescências produtivas			
	Ano 1	Ano 2	Total		%	
			Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2
1	984	1.059	655	498	67	47
2	551	756	454	461	82	61
3	445	1.294	434	903	98	70
4	660	771	607	650	92	84
5	560	876	487	713	87	81
Média	640	951	527	645	85	69

1.3. Número de folhas

A matéria seca das folhas e folíolos foi estimada através da determinação prévia do número de folhas por metro de ramo, amostrando-se 10 ramos sombreados e 10 ramos não-sombreados. A análise estatística não detectou diferenças entre o número médio de folhas por metro de ramo sombreado e não sombreado (Tabela 4).

Tabela 4. Número de folhas por metro de ramo de plantas adultas do guaranzeiro.

Planta	Não sombreados	Sombreados	Média
1	6,5	7,1	6,8
2	7,1	8,2	7,6
3	9,5	7,9	8,7
4	7,8	7,3	7,5
5	8,0	8,2	8,1
Média	7,8	7,7	7,8

Utilizou-se o fator de 7,76 folhas por metro de ramo para se estimar o número total de folhas de cada ramo por planta.

Embrapa (1988), citando Aguilera (1984), calculou que cada planta de guaraná produzia 400 inflorescências por ano e 38.000 flores, ou seja, 95 flores por inflorescência, em média. Levando em consideração que a relação média entre flores femininas e masculinas é de 1:5,54 (Schultz & Valois, 1974), e uma produção média de 117 inflorescências por planta por ano avaliado, espera-se obter 11.115 flores

por planta ano⁻¹, sendo 2.004 femininas e 9.110 masculinas. Como cada planta produziu, em média, 526 sementes por ano, indica que 73 % das flores femininas não foram fecundadas ou não se encontravam viáveis para a polinização.

2. Índices alométricos para a determinação da produção de matéria seca em diferentes partes do guaranzeiro.

A partir dos dados coletados de maneira destrutiva, determinou-se, com estimativas bastante precisas, índices alométricos para a determinação da produção de massa seca em diferentes partes do guaranzeiro, sem a necessidade de destruir a planta.

Na Tabela 5 constam os fatores obtidos, que foram usados para estimar a produção anual de matéria seca nas diferentes partes da planta.

2.1. Matéria seca das folhas

A matéria seca das folhas e folíolos foi estimada através da determinação prévia do número de folhas por metro de ramo, amostrando-se 10 ramos sombreados e 10 ramos não-sombreados. A análise estatística pelo teste de "F" não detectou diferenças entre o número médio de folhas por metro de ramo sombreado e não sombreado (Tabela 5). Utilizou-se o fator de 7,76 folhas por metro de ramo para se estimar o número total de folhas de cada ramo por planta. A matéria seca das folhas (Msf), em gramas, pode ser calculado de acordo com a fórmula (b), em que (NR) é o número de ramos, e k (c) é a constante, dada pela multiplicação do peso médio de

uma folha composta (0,25g) com o número médio de folhas por metro de ramo (7,76) e o comprimento médio dos ramos, em metro (0,37cm).

$$M_{sf} = NR \times k \quad (b)$$

$$k = 0,72 \quad (c)$$

23.2. Matéria seca dos ramos

A matéria seca dos ramos (M_{sr}), em gramas, é dado pela fórmula (d), em que N_{rm} é o número de ramos e k é a constante (e), dada pela multiplicação do comprimento médio dos ramos, em centímetros (37) pelo peso médio, em gramas por centímetro de ramo (0,62).

$$M_{sr} = N_{rm} \times k \quad (d)$$

$$k = 22,9 \quad (e)$$

2.3. Matéria seca dos frutos e sementes

A matéria seca dos frutos (M_{sf}), em gramas, é dada pela fórmula (f), que por sua vez pode ser decomposta pelas fórmulas (g), em que M_{ss} é a matéria seca das

sementes, onde PF é o peso fresco dos frutos, 0,56 é a proporção representada pelas sementes no fruto e 0,55 é a porcentagem de matéria seca das sementes e (i), em que M_{sc} é o peso seco das cascas, 0,44 é a proporção representada pelas cascas no fruto e 0,22 é a porcentagem de matéria seca das cascas.

$$M_{sf} = M_{ss} + M_{sc} \quad (f)$$

$$M_{ss} = (PF \times 0,56) \times 0,55 \quad (g)$$

$$M_{sc} = (PF \times 0,44) \times 0,22 \quad (i)$$

23.4. Matéria seca da ráquis

A matéria seca da ráquis (M_{sr}), em gramas, pode ser calculada pela fórmula (j), em que N_{ra} é o número de ráquis e k é a constante (l), dada pela multiplicação do comprimento médio da ráquis, em centímetros (20,4) pelo peso médio, em gramas, por centímetro de ráquis (0,085).

$$M_{sr} = N_{ra} \times k \quad (j)$$

$$k = 1,73 \quad (l)$$

Tabela 5. Determinação de fatores para a estimativa da matéria seca em diferentes partes do guaranazeiro.

Componente	Número de amostras		Matéria seca média		Comprimento cm	Constante K
	Planta	Total	g	%		
Ramos	20	100	9,20	35,4	14,9	0,620 g cm ⁻¹ ramo-1
Folíolos ¹	60	300	3,01	38,8	-	0,050 g folha-1
Pecíolos	10	50	1,10	37,4	-	1,100 g pecíolo-1
Ráquis	30	150	2,10	42,2	24,8	0,085 g cm ⁻¹ ráquis-1
Sementes	50	250	0,52	55,4	-	0,520 g semente -1
Casca frutos	50	250	0,40	22,2	-	0,400 g casca-1 fruto-1

⁽¹⁾ Uma folha é composta de cinco folíolos.

Literatura Citada

CAVALCANTE, P.B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Manaus: INPA, 1976. 166p.

CORREA, M.P.F. **Caracteres quantitativos e qualitativos para a descrição morfológica do guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke)**. Manaus, INPA/FUA, 1989. 186p. Tese de Doutorado

ESCOBAR, J.R; CORRÊA, M.P.F.; AGUILERA, F.J.P. Estruturas florais, floração e técnicas para a polinização controlada do guaranazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.5, p.615-622, 1984

FONSECA, S.M. **Variações fenotípicas em bracaatinga, *Mimosa scabrella* Bentham**. Piracicaba, Esalq, 1982.86p. Tese de Mestrado.

GONDIM, C.J.E. **Alguns aspectos da biologia reprodutiva do guaraná. 1978**. 83 f. Tese (Mestrado) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)/ Fundação Universidade do Amazonas, Manaus.

LODEWIJKS, M.P. **Aspects of the growth of guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*)**. A "relatório" for Agro Brahma and the Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec).1986. 25 p.

PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**; Exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba, FEALQ, 2002. 309p.

SCHULTZ, O. & VALOIS, A.C.C. **Estudos sobre o mecanismo de floração e frutificação do guaranazeiro**. B. Técnico. IPEAAOc, Manaus (4) : 35 8, 1974.

SNEDECOR, G W. & COCHRAN, W.G. **Statistical methods**. 6ed. Ames, Iowa State University Press, 1972. p. 58.

Agradecimentos

Ao Dr. José Ricardo Escobar e Sr. Rivaldo Gonçalves de Araújo.

Padrões de Florescimento de Clones de Guaranazeiro

Paula Cristina da Silva Angelo¹, André Luiz Atroch¹, Firmino José do Nascimento Filho¹, Nelcimar Reis Sousa¹, Washington da Silva Mendonça², Anna Paula Athayde da Fonseca²

Introdução

O florescimento é uma mudança fundamental no desenvolvimento das plantas. A evocação do florescimento é a transição entre as fases vegetativa e reprodutiva, durante a qual ocorre a especialização dos meristemas apicais. Estes tecidos meristemáticos promovem a emergência de quatro camadas concêntricas de primórdios de órgãos florais, antes que sua atividade cesse. Mutações homeóticas permitiram o reconhecimento dos genes responsáveis pela determinação da identidade dos meristemas florais. Estes genes homeóticos codificam fatores de transcrição, cada qual expresso dentro de uma região específica dos meristemas. Na evocação floral, estes fatores de transcrição homeóticos interagem entre si e com outros genes também relacionados com o processo de florescimento, em uma “cascata” de reações que resulta no surgimento de flores. Nas plantas que apresentam flores completas, células primordiais na camada mais externa dão origem às sépalas, aquelas na segunda camada originam as pétalas, na terceira camada as células tornam-se estames e aquelas na quarta e mais interna camada dão origem aos carpelos (Bernier, 1988).

O guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) é uma dicotiledônea, pertencente à família Sapindaceae, ordem Sapindales. As flores do guaranazeiro ocorrem em inflorescências com raquis de cerca de 20 cm de comprimento, são parcialmente unissexuadas 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 trifido (Escobar *et al.*, 1984 e Nascimento-Filho *et al.*, 2001). O número de flores femininas em cada inflorescência é, geralmente, menor que o número de flores masculinas, mas há relatos da existência de plantas com tendência à produção apenas de flores femininas ou de flores masculinas. A antese é, na maioria das vezes, iniciada pelas flores masculinas (Schultz & Valois), seguida pela abertura das flores femininas e há registro de períodos em que as flores masculinas e as femininas de uma mesma inflorescência estão abertas simultaneamente, características estas determinadas pela combinação entre fatores ambientais e variáveis genéticas (Escobar *et al.*, 1984; Escobar 1985; Nascimento-Filho *et al.*, 2001).

¹Pesquisador Embrapa Amazônia Ocidental. C.P. 319, CEP. 69011-970 Manaus, Amazonas. Paula@cpaa.embrapa.br

²Estagiários Pibic/Bolsistas CNPq.

Este sistema de florescimento é, por si, um objeto interessante de análise. Não há registro, até o momento, de dados que discriminem o padrão de florescimento de clones de guaranazeiro.

Objetivo

Verificar a ocorrência de padrões diferentes de florescimento entre clones de guaranazeiro, mantidos com e sem adubação.

Material e Métodos

Material vegetal: clones de guaranazeiro mantidos na coleção de trabalho da Embrapa Amazônia Ocidental, designados pelos códigos de acesso CMA224, CMU300 e CMU609, mantidos em parcelas adubada e não adubada.

Coleta de dados:

- contagem do número de flores funcionalmente masculinas e funcionalmente femininas abertas, durante o período de florescimento, do ano de 2004 (agosto a outubro): foi realizada, diariamente, a contagem do número de flores presentes em três segmentos (base, meio e ápice) dos raquis das inflorescências. Uma vez contadas, as flores eram eliminadas da inflorescência. A contagem foi realizada em 10 inflorescências de quatro plantas de cada clone, sendo duas plantas adubadas e duas plantas não adubadas;
- medida do comprimento das inflorescências: as inflorescências foram medidas semanalmente com régua plástica.

Análise estatística: o número de flores femininas e masculinas foi tabulado semanalmente para facilitar a análise de correlação com o comprimento das inflorescências. Foi realizada a análise de variância para o número de flores femininas e masculinas tendo como fontes de variação os clones, o sistema de cultivo (plantas adubadas e não adubadas), as plantas e as inflorescências. A significância das diferenças entre médias foi avaliada pelo teste de Tukey. As correlações entre as variáveis foi estimada e as probabilidades de significância das correlações foram calculadas pelo método de Bonferroni.

Resultados e Discussão

O número de flores masculinas contadas para todos os clones foi sempre maior que o número de flores femininas. No entanto, a proporção entre estes tipos de flores variou entre clones e foi sempre maior para o clone 300, independente do sistema de cultivo. Considerando os três clones simultaneamente, a proporção ficou em 4,62 flores masculinas para cada flor feminina, naquele ano de 2004 (Tabela 1). Este número ficou dentro do intervalo de confiança registrado para progênies avaliadas em 1974 (Schultz & Valois, 1974).

O comprimento médio das inflorescências na segunda semana do período de florescimento de cada inflorescência avaliada foi maior para o clone 224 nos dois sistemas de cultivo, mas o desvio padrão verificado para estas medidas também foi grande. Pode-se, portanto, considerar que há menor homogeneidade para esta característica no

clone 224. Decidiu-se por apresentar os dados coletados na segunda semana, porque durante este período foram contadas mais flores masculinas para todos os clones, com exceção do 224 mantido sem adubação (Tabela 1).

A diferença entre o número de flores femininas contadas por semana foi significativa somente entre clones. A

influência do sistema de cultivo, das plantas e inflorescências não foi significativa (Tabela 2). O clone 300 apresentou um menor número de flores femininas por semana (Tabela 3), o que pode ser, pelo menos em parte, explicado por estarem as plantas, mas não as inflorescências avaliadas, apresentando sintomas de super-brotamento.

Tabela 1. Dados coletados para plantas de guaranazeiro adubadas e não adubadas durante o ano de 2004 (Embrapa Amazônia Ocidental).

	Clones	Flores Femininas	Flores Masculinas	Comprimento da Inflorescência*	Número de Semanas
Plantas Adubadas	224	108	209	20,50 ± 4,95	1,50 ± 0,73
	300	131	852	14,67 ± 3,21	2,27 ± 1,12
	609	328	894	15,25 ± 2,60	1,96 ± 0,88
Plantas não Adubadas	224	137	171	23,00 ± 7,07	1,38 ± 0,65
	300	151	1.922	18,60 ± 3,36	2,23 ± 1,01
	609	558	2.480	20,83 ± 4,79	2,50 ± 1,22
Total		1.413	6.528		

*Comprimento médio das inflorescências na segunda semana do período de florescimento

Tabela 2: Análise de variância para o número de flores femininas contadas por semana em plantas de guaranazeiro. Os dados foram transformados para $\sqrt{x} + 0,5$ (Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. 2004).

Fonte Variação	G.L.	Q.M.	P
clones	2	21.400	0,007
sistemas de cultivo	1	3.029	0,399
clones x sistema de cultivo	2	1.599	0,686
resíduo	156	4.236	

Tabela 3: Resultado do teste de Tukey para a diferença entre as médias do número de flores femininas contadas por semana para três clones de guaranazeiro. Os dados foram transformados para $\sqrt{x} + 0,5$ (Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. 2004).

Clone	Média
609	2,667 a
224	2,560 ab
300	1,588 b

médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa a 5% de probabilidade.

O número de flores masculinas contados por semana foi influenciado significativamente pelo clone e pelo sistema de cultivo (Tabela 4). O clone 224 apresentou um menor número de flores femininas por semana (Tabela 5) e houve menor produção de flores por semana em plantas adubadas (Tabela 6).

Tabela 4: Análise de variância para o número de flores masculinas contadas por semana em plantas de guaranazeiro. Os dados foram transformados para $\sqrt{x} + 0,5$ (Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. 2004).

Fonte Variação	G.L.	Q.M.	P
clones	2	109,002	< 0,001
sistemas de cultivo	1	52,457	0,011
clones x sistema de cultivo	2	16,983	0,121
resíduo	156	7,931	

Tabela 5. Resultado do teste de Tukey para a diferença entre as médias do número de flores masculinas contadas por semana para três clones de guaranazeiro. Os dados foram transformados para $\sqrt{x} + 0,5$ (Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. 2004).

Clone	Média
609	6,528 a
300	5,661 a
224	3,089 b

Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Resultado do teste de Tukey para a diferença entre as médias do número de flores masculinas contadas por semana para dois sistemas de cultivo de plantas de guaranazeiro. Os dados foram transformados para $\sqrt{x} + 0,5$ (Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. 2004).

Sistema de Cultivo	Média
Plantas não adubadas	6,406 a
Plantas adubadas	4,610 b

Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa a 5% de probabilidade.

O número de semanas durante as quais as inflorescências produziram flores foi significativamente diferente entre clones (Tabela 7). As inflorescências do clone 224 permaneceram viáveis por um período mais curto (Tabela 8).

Tabela 7. Análise de variância para o número de semanas em que foram encontradas flores em plantas de guaranazeiro. Os dados foram transformados para $\sqrt{x} + 0,5$ (Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. 2004).

Fonte Variação	G.L.	Q.M.	P
clones	2	0,731	0,001
sistemas de cultivo	1	0,420	0,509
clones x sistema de cultivo	2	0,136	0,250
resíduo	156	0,097	

Tabela 8. Resultado do teste de Tukey para a diferença entre as médias do número de semanas em que foram encontradas flores em plantas de guaranazeiro. Os dados foram transformados para $\sqrt{x} + 0,5$ (Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. 2004).

Número de Semanas	Média
609	1,632 a
300	1,628 a
224	1,378 b

Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa a 5% de probabilidade.

O comprimento médio das inflorescências e o número de semanas apresentaram correlação positiva, mas não significativa. Ao longo do experimento foi registrado o crescimento das inflorescências após o início da produção de flores. O índice de correlação entre o número de flores masculinas e femininas foi muitíssimo baixo e isto deve se explicar pelo fato de terem sido, os dados, segmentados em períodos de semanas. Estes mesmos dados serão proximamente analisados mantendo sua distribuição original em dias e então deve ficar mais claro que há uma correlação negativa entre estas variáveis como foi observado para progênies por Escobar *et al.* (1984) e Schultz & Valois (1974) e se há diferença significativa entre os clones com relação à correlação. A correlação entre o número de flores femininas contadas por semana e o número de semanas em que as inflorescências permaneceram produtivas foi negativa e significativa (Tabela 9).

Tabela 9. Matriz dos coeficientes de correlação de Pearson para as variáveis referentes a plantas de guaranzeiro (Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. 2004).

	Comprimento da Inflorescências	Número de Semanas**	Flores Masculinas
Número de semanas	0.198	-0.095 *	-0.086
Número de flores masculinas	0.217	-0.215 *	
Número de flores femininas	-0.043		

*Significativo a 5% de probabilidade.

**Número de semanas em que foram encontradas flores nas plantas.

Este resultado permite sugerir que a ocorrência de fases predominantemente femininas nas inflorescências (Escobar *et al.*, 1984; Escobar, 1985) é uma característica menos plástica que o número de fases predominantemente masculinas. Isto é, embora as inflorescências de alguns dos clones analisados tenham apresentado "vida útil" mais longa não necessariamente apresentaram fases mais duradouras de lançamento de flores femininas, o que implicaria no lançamento e na contagem de flores femininas em mais semanas de observação, como ocorreu com as flores masculinas. As fases femininas mantiveram curta duração e houve uma tendência, que precisa ser melhor analisada, para ocorrência de mais fases femininas no clone 609 que apresentou inflorescências ativas por um número maior de semanas.

Agradecimentos

Ao CNPq pelas bolsas para os estagiários Washington Silva Mendonça e Anna Paula Athayde da Fonseca e a Jeferson Chagas da Cruz, técnico do Laboratório de Biotecnologia Vegetal da Embrapa Amazônia Ocidental.

Conclusão

Foi verificada a existência de diferentes padrões de florescimento para os clones de guaranzeiro CMA224, CMU300 e CMU609.

Literatura Citada

Bernier, G. The control of floral evocation and morphogenesis.(1988). **Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.**, 39: 175-219.

ESCOBAR, J.R.; CORREA, M.P.F; AGUILERA, F.J.P. (1984). **Estruturas florais, floração e técnicas para a polinização controlada do guaranzeiro.** In: I Simpósio Brasileiro do Guaraná Anais. Manaus, Embrapa-UEPAE. pp. 222.

ESCOBAR, J.R. (1985). Estimativa da variação do número de flores femininas efetivas do guaranzeiro. **PAB**, 20: 1365-71.

NASCIMENTO-FILHO, F.J.; ATROCH, A.L.; SOUSA, N.R.; GARCIA, T.B.; CRAVO, M.S.; COUTINHO, E.F. (2001). Divergência genética entre clones de guaranzeiro. **PAB**, 36: 501-6.

SCHULTZ, Q.; VALOIS, A.C.C. (1974). Estudos sobre o mecanismo de floração e frutificação do guaranzeiro. **Boletim Técnico IPEAAOc**, 4: 35-8.

Características Fisiológicas de Leguminosas de Cobertura e do Guaranazeiro em Consórcio¹

Rinaldo Sena Fernandes², José Ferreira da Silva³, Sônia Maria Figueiredo Albertino⁴,
Luciana Aguiar Souza e Souza⁵

Introdução

As variáveis ecofisiológicas exercem grande influência, não somente no comportamento vegetativo das plantas cultivadas, mas sobretudo no seu desempenho em relação às características produtivas (NOGUEIRA & SILVA Jr., 2001).

Várias características têm sido estudadas na avaliação da resposta das espécies ao déficit hídrico, com destaque para resistência difusiva e transpiração (ECKSTEIN & ROBISON, 1996) e a temperatura foliar (CASCARDO et al., 1993).

O plantio de leguminosas de cobertura, além de proteger o solo contra a evaporação da água retida, melhora as suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Embora essas informações sejam encontradas de forma generalizada, não foram encontrados registros de estudos envolvendo as trocas gasosas e relações hídricas com o guaranazeiro. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da cobertura do solo com quatro espécies de leguminosas plantadas em diferentes densidades, sobre a temperatura foliar, resistência difusiva e transpiração destas e em guaranazeiro.

Material e Métodos

O experimento foi instalado na área da Agropecuária Jayoro Ltda, cujos tratamentos consistiram de quatro espécies de leguminosas: *Calopogonium mucunoides*, *Mucuna aterrina*, *Desmodium ovalifolium* e *Crotalaria spectabilis* plantadas em cinco densidades de semeadura 0, 5, 10, 20, 40 plantas.m⁻²; com e sem capina. Aos 70 dias após a semeadura das leguminosas, em cada subparcela foi selecionada uma planta com a rama exposta diretamente a radiação solar com folhas sadias e maduras. Foram avaliadas das 10 às 11 horas da manhã; a temperatura foliar (Tf), resistência difusiva (Rs) e transpiração (E) das plantas de guaraná e das leguminosas, utilizando-se um porômetro de equilíbrio dinâmico marca LICOR, modelo LI 1600. A umidade relativa do ar atingiu valores médio máximos de 99% e médio mínimos de 89%.

¹Parte da dissertação de Mestrado em Ciências Agrárias do primeiro autor.

²Prof., M.Sc., Escola Agrotécnica Federal de São Gabriel da Cachoeira. 69000-000 São Gabriel da Cachoeira, AM.

³Prof., Dr., Universidade Federal do Amazonas. FCA-DPAV. Av. Gal. Rodrigo Octávio Ramos, 3000. 69077-000 Manaus, AM jfsilva@ufam.edu.br

⁴Eng. Agr., Mestre em Ciências Agrárias. UFAM. FCA. Av. Gal. Octávio R. J. Ramos, 3000. 69077-000. Manaus, AM.

⁵Profa. M.Sc., Universidade Federal do Amazonas. FCA-DPAV. Av. Gal. Rodrigo Octávio Ramos, 3000. 69077-000 Manaus, AM

Resultados e Discussão

A temperatura foliar das plantas de guaraná diferiu significativamente entre os tratamentos com leguminosas, porém não houve diferença significativa entre as densidades de plantio (Tabela 1). As plantas de guaraná nos tratamentos com

calopogônio apresentaram os maiores valores médios de temperatura foliar (33,2°C) seguido pelo tratamento com crotalária (32,9°C) (Tabela 1). Por outro lado, nos tratamentos com desmódio e mucuna preta as plantas de guaraná apresentaram os menores valores de temperatura foliar, não diferindo entre si.

Tabela 1. Valores médios de temperatura foliar (Tf), resistência difusiva (Rs) e transpiração (E) de plantas de guaraná cultivadas em consórcio com espécies de leguminosas.

Tratamentos	Temperatura foliar Tf (°C)	Resistência difusiva Rs (s.cm ⁻¹)	Transpiração E (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)
Calopogônio	33,2 a	2,29 a	10,35 b
Crotalária	32,9 b	2,10 ab	11,81 a
Desmódio	32,7 c	1,95 ab	11,43 ab
Mucuna preta	32,7 c	1,92 b	11,40 ab
Médias	32,9	2,07	11,27
CV (%)	0,74	24,60	15,90

As médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Esse comportamento parece estar influenciado pela resistência difusiva. Deste modo, as plantas de guaraná em todos os tratamentos com leguminosas independentemente da densidade de plantio apresentaram temperaturas foliares com valores superiores a temperatura média do ar. Essa diferença alcançou 5°C nos tratamentos com calopogônio.

A diferença entre a temperatura foliar e a temperatura média do ar (Figura 1), que no início da manhã é pequena, aumentou ao longo do dia e decaiu ao final da tarde. Segundo SALINAS, et al.,(1996) e NOGUEIRA et al.,(1998) a temperatura foliar é uma característica importante para avaliar o comportamento estomático e

perda de calor latente através da transpiração.

A baixa precipitação no período (57 mm), em relação a normal, contribuiu para a menor disponibilidade de água no solo e assim, a cobertura com leguminosas pode expressar seus efeitos sobre as plantas de guaraná.

Quanto a resistência difusiva, nos tratamentos com calopogônio, as plantas de guaraná apresentaram o maior valor médio de Rs (2,29 s.cm⁻¹), diferindo do tratamento com mucuna preta, porém não apresentou diferença entre os tratamentos com crotalária e desmodio (Tabela 1).

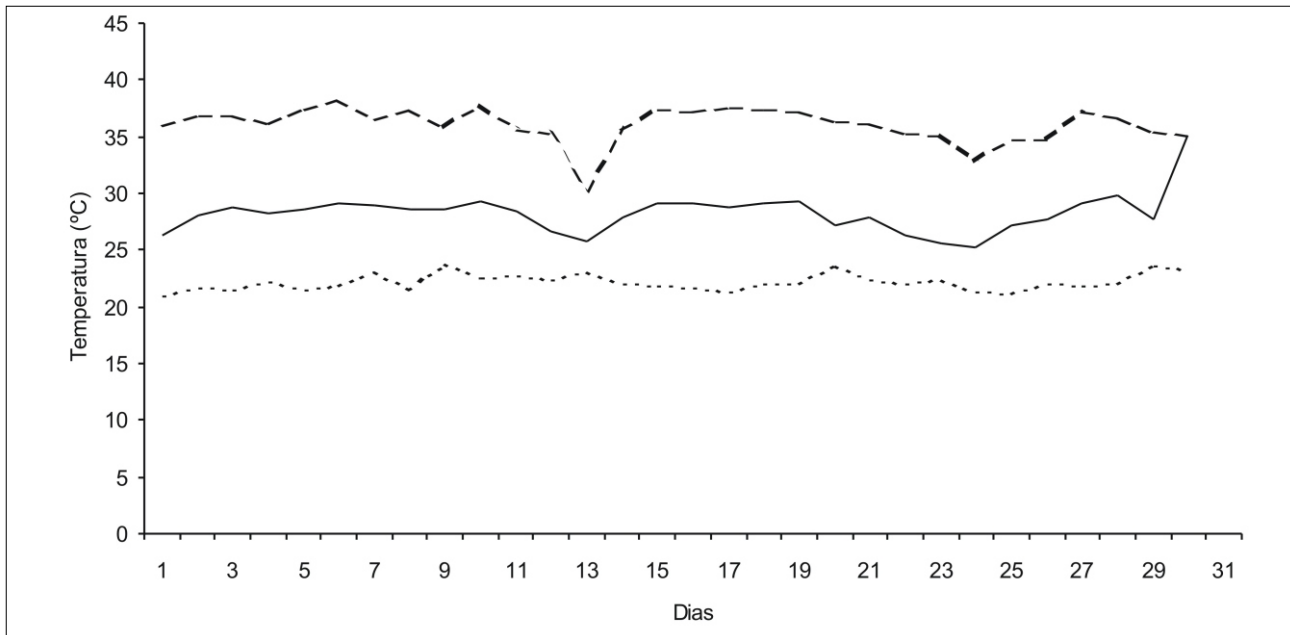


Figura 1. Temperaturas máximas, médias e mínimas diárias no local do experimento com leguminosas de cobertura durante o período de avaliação.

Dentre os valores médios de transpiração, crotalária apresentou a maior média, não diferindo de desmódio e mucuna preta. Por outro lado, as plantas de guaraná no tratamento com calopogônio apresentaram o menor valor de transpiração ($10,35 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) o que pode estar relacionado com a maior resistência difusiva e maior temperatura foliar.

Os maiores valores de temperatura foliar apresentado pelas plantas de guaraná no tratamento com calopogônio foram seguidos também pelos maiores valores de resistência difusiva e menor transpiração. De maneira análoga, as plantas de guaraná nos tratamentos com desmódio apresentaram os menores valores de temperatura foliar, seguido de menor resistência difusiva porém a maior transpiração foi registrada para o tratamento com crotalária.

Comparativamente, as médias de temperaturas foliares das leguminosas foram inferiores as apresentadas pelas plantas de guaraná (Tabela 2). As maiores médias foram do calopogônio e mucuna preta, porém não diferiram entre si.

Com relação a resistência difusiva, não houve diferença significativa entre as espécies de leguminosas (Tabela 2). Entretanto, verificou-se o mesmo comportamento apresentado pelas plantas de guaraná, ou seja, o aumento da temperatura foliar seguido de aumento na resistência difusiva.

Seguindo essa tendência, esperava-se que os menores valores médios de temperatura foliar e menor resistência difusiva das leguminosas em relação às plantas de guaraná, correspondessem a maiores médias de transpiração das leguminosas, que não se verificou.

Tabela 2. Valores médios de temperatura foliar (Tf), resistência difusiva (Rs) e transpiração (E) de espécies de leguminosas de cobertura cultivadas em guaranazeiro.

Espécies	Temperatura foliar Tf (°C)	Resistência difusiva Rs (s.cm-1)	Transpiração E (mmol.m-2.s-1)
Calopogônio	26,40 a	1,51 a	10,03 ab
Crotalária	26,20 b	1,31 a	11,45 ab
Desmódio	25,91 c	1,27 a	11,87 a
Mucuna preta	26,45 a	1,34 a	12,18 a
Médias	26,24	1,36	11,38
CV (%)	0,71	31,66	20,80

As médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O déficit hídrico tem efeito em diversos processos fisiológicos das plantas e a água o fator ambiental de maior importância para a produtividade das culturas (SALISBURY e ROSS, 1991), portanto a resistência difusiva aumentou (Tabela 2) e deve ter provocado o fechamento dos estômatos, reduzindo a transpiração e, conseqüentemente, o suprimento de CO₂ para a fotossíntese (SUBBARAO et.al.;1995; NOGUEIRA et al., 1998).

Conclusão

O guaranazeiro consorciado com calopogônio e crotalária apresentou as maiores temperaturas foliares, enquanto desmódio e mucuna preta as menores.

A resistência difusiva do guaranazeiro cultivado com calopogônio foi maior que aquela apresentada pela mucuna preta, enquanto a transpiração da planta de guaraná cultivada com calopogônio foi menor que da crotalária.

A temperatura foliar do calopogônio e da mucuna preta foi superior as temperaturas foliares das demais leguminosas

Literatura Citada

CASCARDO, J.C. de M.; OLIVEIRA, L.E.M. de; SOARES, A.M. **Disponibilidade de água e doses de gesso agrícola nas relações hídricas da seringueira. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 5:31-34, 1993.

ECKSTEIN, K.; ROBINSON, J.C. **Physiological responses of banana (*Musa cavendish*) in the subtropics**. VI Seasonal responses of leaf gas exchange to short-term water stress. *Journal of Horticultural Science*, 71:679-692, 1996.

NOGUEIRA, R.J.M.C; SANTOS, R.C.dos; BEZERRA NETO, E.; SANTOS, V.P. dos. **Comportamento fisiológico de duas cultivares de amendoim submetidas a diferentes regimes hídricos**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 33:12, 1963-1969.1998.

NOGUEIRA, R.J.M.C.; SILVA JÚNIOR, J.F. **Resistência Estomática, tensão de água no xilema e teor de clorofila em genótipos de gravioleira**. *Scientia Agrícola*. 58,3:491-495.2001

SALINAS, A.P.R.; ZELENER, N.; CRAVIOTO, R..M.; BISARO, Z. **Respuestas fisiológicas que caracterizam el comportamiento de diferentes cultivares de soja a la diferenencia hidrica en el suelo.** Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 31, 5:331-338.1996.

SALISBURY, F.B.; ROSS,C.W. **Plant physiology.** 4 ed., California: Wadsworth Publishing Company, 682 p. 1991.

SUBBARAO,G.V.; JOHANSEN,A.C.; SLINKARD, R.C.; RAO,N.; SAXENA, N.P.; CHAUHAN, Y.S. **Strategies for improving drought resistance in grain legumes.** Critical Reviews in Plant Sciences, Boca Raton, 14, .469-523, 1995.

Fotossíntese e indicadores de estresse em dois clones de Guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) crescendo a pleno sol

José Francisco de Carvalho Gonçalves¹, Ulysses Moreira dos Santos Junior¹, José Ferreira da Silva², Murilo Rodrigues de Arruda³, Andréia Varmes Fernandes¹, Eva Maria Alves Cavalcanti Atroch¹

Termos para indexação: características fotossintéticas, eficiência fotoquímica do fotossistema II, taxa de transporte de elétrons, taxa de carboxilação, fotorrespiração

Introdução

O guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke), pertencente a família Sapindaceae, é uma cultura com reconhecido potencial econômico para a região Amazônica, a qual contribui com 18% da produção nacional de sementes secas. As sementes são o produto de interesse nesta cultura uma vez que sua composição química apresenta propriedades medicinais e estimulantes, com destaque para a presença da cafeína (Henman, 1986). Os teores de cafeína das sementes de *Paullinia cupana* podem variar de 2,7 a 5,8%, superior em até três vezes aos teores encontrados em *Coffea* sp. Além da cafeína, as sementes de *Paullinia cupana* também são uma importante fonte de teobromina (substância vasodilatadora) e teofilina (broncodilatadora) (Henman, 1982; Henman, 1986).

O mercado atual do guaraná é composto de uma variedade de produtos e entre esses destacam-se refrigerantes gaseificados, extratos fluidos e secos, xarope, guaraná em pó, bastão de guaraná, bebidas energéticas entre outros, para os quais existe elevada demanda tanto no mercado nacional quanto internacional (Atroch, 2001; Atroch, 2002). Desta forma, justificam-se os esforços dedicados aos programas de melhoramento de clones no sentido de desenvolver variedades mais produtivas.

A produtividade, enquanto característica geneticamente determinada está também sob o controle de fatores abióticos (água, CO₂, irradiância, temperatura, nutrientes), de forma que, no campo, a interação entre estes fatores pode influenciar as respostas fotossintéticas limitando a assimilação de carbono e o crescimento da planta. Portanto este trabalho teve como objetivo analisar as características fotossintéticas e a eficiência fotoquímica do fotossistema II de plantas jovens de dois clones de guaraná (BRS-CG611 de ramo longo e BRS-CG372 de ramo curto) crescendo a pleno sol.

¹Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Vegetal. Caixa Postal 478, CEP 69011-970 Manaus, Amazonas, Brazil. E-mail: jfc@inpa.gov.br., Tel: +55 092 3643-1938, Fax 55 092 3643-1838

²Universidade Federal do Amazonas. Faculdade de Ciências Agrárias. DPAV. Campus Universitário. CEP 69077-000 Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: jfsilva@ufam.edu.br

³Embrapa Amazônia Ocidental, Caixa Postal 319, CEP 69011-970 Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: murilo@cpaa.embrapa.br

Materiais e Métodos

Este estudo foi realizado na área experimental do Campus do V-8, no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) em Manaus-AM-Brasil (3°8'S, 59°52'W), sob condições semi-controladas de casa de vegetação. O experimento foi instalado utilizando-se plantas jovens de dois clones de guaraná (*Paullinia cupana* (Mart.) Ducke) com oito meses de idade, crescidas a pleno sol. Os clones utilizados foram BRS-CG611 de ramo longo e BRS-CG372 de ramo curto. As plantas foram produzidas a partir de estacas de plantas de guaraná provenientes da Embrapa, localizada no Km 24 da rodovia AM-10, Manaus-Itacoatiara. Após assepsia, as estacas foram enraizadas com AIB (5g / L talco), colocadas em sacos plásticos de 5 kg, tendo areia como substrato. Em seguida foram submetidas à nebulização intermitente. Após o período de enraizamento, as plantas foram selecionadas e submetidas a um período de aclimação as condições de alta irradiância. Durante o experimento, as plantas receberam irrigação sempre que necessário para manter a capacidade de campo. Após o período de aclimação foram realizadas as análises fisiológicas dos clones de guaraná.

A fotossíntese ($A_{m\acute{a}x}$) e a respiração no escuro (R_d) foram determinadas por meio de um analisador de gás infravermelho (IRGA) modelo LI-COR 6400. As medições foram realizadas no horário entre as 9:00 e 13:00 horas, em folhas completamente expandidas, situadas no terço médio da

planta e que apresentaram estado fitossanitário adequado. Para cada clone foram realizadas 10 repetições. Os dados de trocas gasosas foram obtidos com câmara foliar de equipamento ajustada para executar análise com concentrações de CO_2 , e de vapor de H_2O de $385 \pm 10 \mu mol \cdot mol^{-1}$ e $21 \pm 1 mmol \cdot mol^{-1}$, respectivamente. A temperatura foi controlada para $31 \pm 1^\circ C$. A curva de resposta fotossintética à intensidade luminosa para cada planta foi ajustada pelo modelo da hipérbole não retangular conforme Lieth & Reynolds (1987):

$$A = \left\{ \left[(I_a + A'_{m\acute{a}x} + R_d) - \left((I_a + A'_{m\acute{a}x} + R_d)^2 - 4 I_a \theta (A'_{m\acute{a}x} + R_d) \right)^{0.5} \right] / 2\theta \right\} R_d \quad (\text{Eq. 1})$$

Nesta equação A representa a taxa de fotossíntese líquida [$\mu mol (CO_2) \cdot m^{-2} s^{-1}$], $A'_{m\acute{a}x}$ representa a taxa fotossintética máxima sob condições de luz saturante, a representa o rendimento quântico aparente [$mol (CO_2) mol^{-1}$ (quanta)], I representa a intensidade luminosa e θ representa o fator de curvatura da regressão (inclinação da curva). A variável a foi estimada por meio de uma regressão linear da porção inicial da curva, situada entre 0 e $100 \mu mol m^{-2} s^{-1}$. Os valores de $A'_{m\acute{a}x}$ e de θ foram estimados utilizando-se a regressão da hipérbole não retangular, por meio do programa Statistica 6.0 versão Windows (StatSoft, Inc., Tulsa, USA). O valor de $A_{m\acute{a}x}$ foi estimado a partir do ajuste da curva, correspondendo ao valor de A no ponto de PPFd igual a $2000 \mu mol m^{-2} s^{-1}$. A irradiância de compensação de luz foi calculado pela fórmula $I_c = R_d / a$. A fotorrespiração (P_r) foi calculada como a metade da taxa de oxigenação (V_o), de acordo com metodologia descrita por Sharkey (1988):

$$V_o = (A+R_d)/[(1/\Phi)-0,5], \quad (\text{Eq.}^2)$$

em que Φ é uma combinação de parâmetros encontrado pela equação (Sharkey, 1988):

$$\Phi = 2P[42,7+1.68(t-25)+0,0012(t-25)^2]/C_i, \quad (\text{Eq.}^3)$$

em que t é a temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e P é a pressão atmosférica (bar).

A taxa de carboxilação (V_c) foi calculada pela equação:

$$V_c = A + 0,5V_o + R_d \quad (\text{Eq.}^4)$$

A taxa de transporte de elétrons (J) foi calculada de acordo com Farquhar & Von Caemmerer (1982):

$$J = 4(V_c + V_o). \quad (\text{Eq.}^5)$$

A fluorescência da clorofila a foi determinada por meio de um fluorímetro portátil (Plant Efficiency Analyzer-PEA, MK2-9600-Hansatech, Norfolk, UK), entre 9:00 e 11:00 horas, em folhas situadas no terço médio das plantas. De cada tratamento foram escolhidas duas folhas (subamostras) para compor as repetições. As folhas dos clones de guaraná foram submetidas a um período de 30 minutos de adaptação ao escuro e em seguida expostas a um pulso de luz saturante de $2250 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, realizando-se a medição da fluorescência da clorofila a conforme Gonçalves *et al.* (2001). A partir da cinética rápida de indução da fluorescência foram obtidas as fluorescências inicial (F_0), máxima (F_m) e variável ($F_v = F_m - F_0$) e a

eficiência fotoquímica do FS II por meio das razões F_v/F_m e F_v/F_0 .

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos e 10 repetições, sendo os dados submetidos à análise da variância e as médias, comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Adicionalmente, para os ajustes das curvas de luz foram aplicadas análises de regressão. Nas análises estatísticas foi utilizado o programas STATISTICA (versão 6.0).

Resultados e Discussão

A taxa fotossintética encontrada no clone BRS-CG372 de ramo curto foi 27% maior quando comparado com o valor exibido pelo clone BRS-CG611 de ramo longo. Para R_d não houve diferença entre os clones. Contudo, comparando-se com outras espécies tropicais pode-se observar que os clones apresentaram valores elevados (Baker et al., 1997; Reich et al., 1998) possivelmente devido à associação da alta irradiância com altas temperaturas encontradas nas regiões tropicais (Marengo et al., 2001). Quanto às características fotossintéticas, verificou-se que o valor de a encontrado para BRS-CG372 foi 24% maior que o encontrado para BRS-CG611, indicando um melhor rendimento na utilização da irradiância incidente para a redução de CO_2 . Quanto à irradiância de compensação, os resultados demonstram que a diferença de 18% entre os valores médios de I_c encontrados para BRS-CG611 e BRS-CG372 foram mais influenciados por a que por R_d . Os valores de P_r e V_c exibidos por BRS-CG372 foram 29 e 21% maior que

os valores exibidos em BRS-CG611. Embora o processo fotorrespiratório prejudique o acúmulo de biomassa, poderá ser útil para dissipar o excesso de energia, evitando a fotoinibição. Como resultado dos maiores valores de Pr e Vc, BRS-CG372 apresentou valores referentes à taxa de transporte de elétrons (J), 23% maiores que BRS-CG611 (Tabela 1).

Tabela 1. Trocas gasosas e características fotossintéticas em plantas jovens de dois clones de *Paullinia cupana* crescendo a pleno sol. Fotossíntese (A_{max} ; $\mu \text{ mol (CO}_2\text{) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), Respiração no escuro (R_d ; $\mu \text{ mol (CO}_2\text{) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), Fotorrespiração (P_r ; $\mu \text{ mol (CO}_2\text{) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), Taxa de carboxilação (V_c ; $\mu \text{ mol (CO}_2\text{) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), Taxa de transporte de elétrons (J; $\mu \text{ mol (e}^{-}\text{) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), Condutância estomática (g_s ; $\text{mmol (H}_2\text{O) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), Resistência estomática (R_s ; $\text{m}^2 \text{ s}^{-1} \mu \text{ mol (H}_2\text{O)}$) e Eficiência no uso da água (E.U.A.; $\text{mmol (CO}_2\text{) mol}^{-1} \text{ (H}_2\text{O)}$).

Variável	BRS-CG611	BRS-CG372
Fotossíntese	4,32 ± 0,69 B	5,49 ± 0,69 A
Respiração no escuro	1,78 ± 0,15 A	1,84 ± 0,19 A
Fotorrespiração	1,06 ± 0,15 B	1,37 ± 0,04 A
Taxa de carboxilação	7,16 ± 0,99 B	8,70 ± 0,91 A
Taxa de transporte de elétrons	37,14 ± 5,13 B	45,74 ± 3,83 A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Desta forma, pode-se sugerir que plantas com altas taxas de carboxilação associadas a altas taxas de fotorrespiração podem apresentar melhor desempenho quanto ao acúmulo de carbono sob alta irradiância. Adicionalmente observou-se que BRS-CG611 apresentou valores de transpiração e condutância estomática cerca de 80 e 174% superiores que BRS-CG372, respectivamente. Os valores da E.U.A em BRS-CG372 foi 134% maior que BRS-CG611. Para a concentração interna de CO_2 e razão Ci/C_a não foi observado diferença entre clones estudados (Tabela 2).

Tabela 2. Rendimento quântico aparente (ϕ_a ; $\text{mol (CO}_2\text{) mol}^{-1}$ (quanta)), fator de convexidade (θ , dimensionless), irradiância de compensação (I_c , $\mu \text{ mol (photons) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 (Ci , $\mu \text{ mol mol}^{-1}$) e razão Ci/C_a em plantas jovens de dois clones de guaraná crescendo a pleno sol.

Variável	BRS-CG611	BRS-CG372
Rendimento quântico aparente	0,034 ± 0,001 B	0,042 ± 0,005 A
Fator de convexidade	0,95 ± 0,01 A	0,91 ± 0,01 B
Irradiância de compensação	53 ± 3 A	45 ± 10 B
Concentração interna de CO_2	359 ± 1 A	338 ± 30 A
Ci/C_a	0,90 ± 0,00 A	0,84 ± 0,07 A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Quanto as variáveis de fluorescência da clorofila *a* observou-se que os maiores valores de F_0 , F_v , F_m , F_v/F_m e F_v/F_0 foram encontrados em BRS-CG372 (Tabela 3). Adicionalmente observou-se que os valores de F_0 , F_v e F_m exibidos por BRS-CG372 foram cerca de 18, 85 e 60% maiores que os valores encontrados em BRS-CG611. Quanto à eficiência fotoquímica do FS II pode-se observar que os dois clones estudados apresentaram indicativos de fotoinibição por excesso de irradiância. Comparando-se os valores de F_v/F_m exibidos pelos dois clones de guaraná nesse estudo com os valores relatados por Bjorkman & Demmig-Adams (1987) para plantas fora de condição de estresse ($F_v/F_m = 0,83$), pode-se observar que o clone BRS-CG372 sofreu uma fotoinibição de 14% no FS II enquanto BRS-CG611 apresentou uma inibição proporcional da ordem de 27%. A fotoinibição é definida como a inibição da fotossíntese pelo excesso de luz. Quando as folhas estão expostas a uma quantidade maior de luz do que elas podem utilizar na fotossíntese, o excesso de energia luminosa absorvida pode direcionar a produção de espécies reativas de oxigênio e promover danos ao aparato fotossintético (Quiles & López, 2004).

A eficiência quântica do FS II de uma planta pode ser reduzida (fotoinibição) quando ela esta exposta ao excesso de energia luminosa. O excesso de luz induz a fotoinibição da fotossíntese, determinada pela razão F_v/F_m (Krause & Weis, 1991), e é o resultado líquido do complexo conjunto de interações celulares e dos processos em nível de folha (Demmig-Adams & Adams, 1992; Bjorkman & Demmig-Adams, 1994). A fotoinibição ocorre em nível de tilacóides, particularmente no FS II (Cleland et al., 1986). Isso pode ocorrer devido à degradação da proteína D1 (Rintamaki et al., 1995) inativação fotoquímica do centro de reação do FS II (Aro et al., 1996), no qual converte a energia de excitação em calor. Desta forma, os resultados de fluorescência da clorofila *a* demonstram que os dois clones apresentaram fotoinibição quando submetidos a alta irradiância, tendo o clone BRS-CG372 apresentado maior eficiência fotoquímica do FS II quando comparado com o clone BRS-CG611, provavelmente devido a uma maior utilização do excesso de energia nos processos fotoquímicos.

Tabela 3. Fluorescência da clorofila *a* em plantas jovens de dois clones de *Paullinia cupana* submetidos à alta irradiância.

Variáveis	BRS-CG611	BRS-CG372
Fluorescência inicial (F_0)	520 ± 58 B	615 ± 21 A
Fluorescência máxima (F_m)	1380 ± 270 B	2203 ± 384 A
Fluorescência variável (F_v)	860 ± 264 B	1588 ± 377 A
F_v/F_m	0,61 ± 0,07 B	0,71 ± 0,05 A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Conclusão

A maior atividade dos processos fotoquímicos no clone BRS-CG372 de ramo curto pode ter contribuído para a diminuição

do grau de fotoinibição, quando comparado com o clone BRS-CG611 de ramo longo. Adicionalmente, plantas com altas taxas de carboxilação podem apresentar melhor desempenho quanto ao acúmulo de carbono sob alta irradiância.

Agradecimentos

Agradecemos a Embrapa Amazônia Ocidental pelo suporte na disponibilização de plantas jovens de *P. cupana* (Clones BRS CG372 e BRS CG611).

Referências bibliográficas

ARO, E.M.; VIRGIN, I; ANDERSON, B. Photoinhibition of photosystem II. Inactivation, protein damage and turnover. **Biochemical and Biophysical Acta**, v.1143, p.113-134, 1993.

ATROCH, A.L. Situação da cultura do guaraná no Estado do Amazonas. In: ATROCH, A.L. (Ed). REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO GUARANÁ, 1., Manaus, AM, 6 a 9 de novembro, 2000. **Anais**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 16).

ATROCH, A.L. Aspectos gerais da cultura do guaraná. **Foods and Food Ingredients Journal of Japan**, Osaka, n.204, p.53-59, 2002.

BAKER, M.G.; PRESS, M.C.; BROWN, N.D. Photosynthetic characteristics of dipterocarp seedlings in three tropical rain forest light environments: a base for niche partitioning? **Oecologia**, v.112, p.453-463, 1997.

BJORKMAN, O.; DEMMIG-ADAMS, B. Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77 K among vascular plants of diverse origins. **Planta**, v. 170, p.489-504, 1987.

BJORKMAN, O.; DEMMIG-ADAMS, B. Regulation of photosynthetic light energy capture, conversion, and dissipation in leaves of higher plants. **Ecological Studies**, v.100, p.49-70, 1994.

CLELAND, R.E.; MELIS, A.; NEALE, P.J. Mechanism of photoinhibition: photochemical reaction center inactivation in system II chloroplast. **Photosynthesis Research**, v.9, p.79-88, 1986.

DEMMIG-ADAMS, B.; ADAMS, W.W. Photoprotection and other responses of plants to high light stress. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.43, p.599-626, 1992.

FARQUHAR, G.D.; VON CAEMMERER, S. Modelling of photosynthetic response to environmental conditions. In LANGE, O.L.; NOBEL, P.S.; OSMOND, C.B.; ZIEGLER, H. (Eds.). **Encyclopedia of plant physiology**. New Series, Vol.12B, Springer-Verlag, Berlin, p. 549-587, 1982.

GONÇALVES, J.F.C.; MARENCO, R.A.; VIEIRA, G. Concentration of photosynthetic pigments and chlorophyll fluorescence of mahogany and tonka bean under two light environments. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13, p.149-157, 2001.

HENMAN, A.R. Guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) ecological and social perspective on an economic plant of the Central Amazon basin. **Journal of Ethnopharmacology**, v.6, p. 311-338, 1982.

HENMAN, A.R. **Vida Natural O Guaraná: Sua cultura, propriedades, formas de preparação e uso**. 2nd. Global/Ground, São Paulo, Brazil, p.77, 1986.

KRAUSE, G.H.; WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basis. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.42, p. 313-349, 1991.

LIETH, J.H.; REYNOLDS, J.F. The non-retangular hyperbola as a photosynthetic light response model: geometrical interpretation and estimation of the parameter θ . **Photosynthetica**, v.21, p. 363-366, 1987.

MARENCO, R.A.; GONÇALVES, J.F.C.; VIEIRA, G. Leaf gas exchange and carbohydrates in tropical trees differing in successional status in two light environments in central Amazonia. **Tree Physiology**, v.21, p.1311-1318, 2001.

QUILES, M. J.; LÓPEZ, N. I. Photoinhibition of photosystems I and II induced by exposure to high light intensity during oat plant growth. Effects on the chloroplast NADH dehydrogenase complex. **Plant Science**, v.166, p. 815-823, 2004.

REICH, P.B.; WALTERS, M.B.; ELLSWORTH, D.S.; VOSE, J.M.; VOLIN, J.C.; GRESHAM, C; BOWMAN, W.D. Relationships of dark respiration to leaf nitrogen, specific leaf area and leaf life-span: a test across biomes and functional

groups. **Oecologia**, v.114, p.477-482, 1998.

RINTAMAKI, E.; SALO, R.; LEHTONEN, E.; ARO, E.M. Regulation of D1 protein degradation during photoinhibition of photosystem II in vivo: phosphorylation of D1 in various plant groups. **Planta**, v.195, p.379-386, 1995.

SHARKEY, T.D. Estimating the rate of photorespiration in leaves. **Physiologia Plantarum**, v.73, p.666-680, 1988.

Indução de *Callus* em Explantes de Mudas Estioladas de Guaranazeiro

Paula Cristina da Silva Angelo¹, Larissa Alexandra Cardoso Moraes¹, Nelcimar Reis Souza¹

Introdução

O Brasil é praticamente o único produtor de guaraná do mundo, excetuando-se pequenas áreas plantadas na Amazônia venezuelana e peruana, onde existe o cultivo comercial da espécie (Embrapa, 1998). O guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) é uma alternativa agrônomicamente viável para a utilização do ecossistema denominado de "terra firme" (áreas não inundáveis) na Amazônia, porque adapta-se à terras degradadas e pode constituir-se em um componente para cultivos múltiplos. Estima-se que a produção nacional de amêndoas esteja em torno de 5.000 toneladas/ano, com possibilidades de expansão, e que pode contribuir para a economia nacional em razão da existência de um mercado potencial capaz de absorver quantidades superiores à ofertada (Embrapa, 2002).

Desta forma, o guaraná se destaca como um dos produtos de alto potencial econômico e de grande significado social no meio rural amazônico, merecendo dedicação das instituições de pesquisa ao conhecimento da espécie, o que deve possibilitar a geração de tecnologia para seu cultivo racional. Atualmente, toda a produção nacional é consumida no mercado interno, sendo irrisória a quantidade exportada. Da oferta nacional de amêndoas de guaraná, cerca de 70% é absorvida pelos fabricantes de refrigerantes, enquanto os 30% restantes são comercializados sob a forma de xarope, bastão, pó e extrato.

Apesar dos revezes de mercado, que provocaram a diminuição da área plantada em 2.000 para 55% do que foi registrado no ano de 1.990, a produção aumentou mais de três vezes, durante o mesmo período, no Estado do Amazonas (dados do IBGE). Parte deste progresso está, certamente, associado com os resultados dos programas de pesquisa conduzidos pela UEPAE/Embrapa, desde a década de 70 (Atroch, 2001).

A tecnologia desenvolvida, no entanto, ainda é parcamente aproveitada. O domínio da técnica de clonagem por estaquia e o desenvolvimento de clones melhorados para produtividade, tolerância à antracnose e teor de cafeína, que foram recomendados pela Embrapa Amazônia Ocidental, foi um passo importante que pode ser complementado por um processo que possibilite a multiplicação mais rápida destes clones *in vitro*.

Objetivo]

Definir combinações de AIA e BAP mais efetivas para induzir a formação de *calli* a partir de explantes de mudas estioladas de guaranazeiro.

¹Pesquisadora Embrapa Amazônia Ocidental. C.P. 319, CEP. 69011-970 Manaus, Amazonas. paula@cpaa.embrapa.br

Material e Métodos

Material vegetal: folhas, pecíolos e nervuras coletados de mudas do clone BRS-Amazonas estioladas e tratadas semanalmente com fungicida ("thiophanate methyl")

Assepsia: álcool a 70% por 30 segundos seguido de água sanitária (2% de cloro ativo) a 30% por 5 minutos.

Meios de cultura, arranjo experimental e análise estatística: MS (Murashigue & Skoog, 1962) modificado, com adição de amoxicilina e cefotaxima (100 μ g/ml), carvão ativado (2,5 g/L), BAP (benzilaminopurina) e AIA (ácido indolacético). Os BAP foi acrescentado ao meio antes de autoclavar e o AIA depois de autoclavar. O experimento seguiu o arranjo em esquema fatorial com três níveis de BAP (0,1; 0,3 e 0,9 mg/L) e três níveis de AIA (0,3; 1,5 e 3,0 mg/L) e um tratamento controle onde não foram adicionados hormônios, sendo testados 401 explantes no experimento G2 e 400 explantes no experimento G3, 10 em cada placa de Petri de 90 mm de diâmetro. O "thiophanate methyl" foi adicionado ao meio de cultura nos dois experimentos, na concentração de 2 g/L, sem autoclavar no experimento G2 e depois de ser autoclavado no experimento G3. Foram anotados o número de explantes contaminados, oxidados e que geraram *calli*, no período de 2 de agosto a 17 de novembro de 2005. O teste do chi-quadrado de Pearson foi aplicado para determinar a significância da diferença entre a taxa de contaminação e o número total de *calli*

formados em cada experimento, utilizando o aplicativo GENES. O número de *calli* formados em cada tratamento foi dividido pelo total de *calli* de cada experimento para obtenção do número relativo de *calli* por tratamento e as médias por tratamento para os dois experimentos foram calculadas. Estas médias foram submetidas ao teste t de Student para verificar a significância da diferença com relação à média geral dos dois experimentos. Modelos de regressão foram submetidos à análise estatística para explicar o efeito de cada um dos hormônios e a interação entre eles, utilizando o aplicativo SYSTAT 11 ("trial version").

Resultados e Discussão

A taxa de contaminação de explantes foi de cerca 55% para o experimento G2 e 78% para o experimento G3. Estes resultados foram significativamente diferentes (Tabela 1) e o aumento da taxa de contaminação no G3 pode ter resultado da submissão do fungicida à autoclavagem.

Tabela 1. Teste do chi-quadrado para a taxa de contaminação de explantes do clone de guaranazeiro BRS-Amazonas, em dois experimentos de cultivo *in vitro* (Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. 2005).

Experimento	Contaminados	Não contaminados	Probabilidade
G2	220	181	< 0,001
G3	311	89	< 0,001
	531	270	< 0,001

Apesar das mudas estarem recebendo aplicação de fungicida semanalmente, de estarem estioladas (Barbosa *et al.*, 2005) e de terem sido adicionados ao meio de cultivo fungicida e

antibióticos, as taxas de contaminação foram muito altas, o que obrigou à transferência dos explantes aparentemente axênicos para meio de cultura fresco em placas de Petri recém-preparadas, sempre que necessário para evitar a disseminação da contaminação. Os contaminantes mais freqüentes, que disseminaram mais rapidamente e mais danosos aos experimentos foram fungos.

A oxidação ocorreu em cerca de 26% dos explantes do G2 e ocorreu em menor percentagem no G3. Esta taxa é aceitável mas pode estar sendo mantida às custas de propiciar-se uma assepsia externa mais drástica ao material antes de inocular *in vitro*. O tratamento rápido com água sanitária tem sido útil para evitar oxidação, mas pode ser uma das causas da taxa alta de contaminação. Os sintomas de oxidação foram mais perceptíveis nos explantes oriundos de folhas. Uma boa parte deles e

dos explantes de nervuras e pecíolos, ainda que apresentando sintomas de oxidação, geraram *calli* do tipo II (Figura 1B, à esquerda do explante), que apresentam crescimento lento, são constituídos de células grandes de coloração esverdeada, são mais compactos mas não são secos, crescem a partir das extremidades dos explantes e são, uma vez formados, menos suscetíveis à oxidação.

A grande maioria dos *calli* obtidos foi, no entanto, do tipo I (Figuras 1A, 1B à direita do explante). Estes são extremamente friáveis, a proliferação das células não tem padrão definido e ocorre por toda a superfície dos explantes, principalmente dos explantes oriundos de pecíolo. Não são, aparentemente, gerados a partir de uma ou poucas células e apresentam tendência à oxidação muito acentuada. São constituídos de células pequenas, de conteúdo pouco denso e alongadas (Figura 1C).

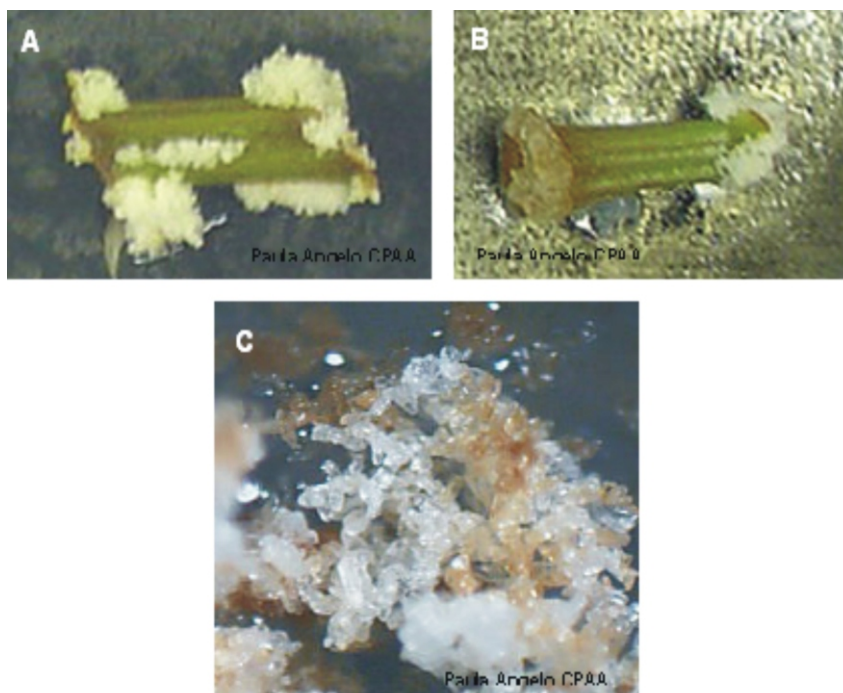


Figura 1 Explantes do clone BRS-Amazonas de guaranzeiro apresentando *calli* gerados *in vitro*. A - *calli* tipo I; B - *callus* tipo II na extremidade esquerda e tipo I na extremidade direita do explante; C - *callus* do tipo II, em aumento de aproximadamente 90 x. Em C observa-se algumas células com sintomas de oxidação (Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. 2005).

Estes experimentos induziram *calli* em um maior número de explantes de mudas estioladas do BRS-Amazonas do que havia sido anteriormente registrado (Barbosa *et al.*, 2005). O número de *calli* produzidos foi significativamente diferente para os dois experimentos (chi-quadrado 20,14; P= 0,004) e por isto foi utilizado o número relativo ao total produzido em cada experimento para as análises em conjunto (Tabela 2). A média dos tratamentos 1, do 6 e do 9 foi superior à média geral e a média dos tratamento 7 e do 8 foi inferior (Tabela 2).

Tabela 2. Número total e relativo de *calli* produzidos por explantes do clone de guaranzeiro BRS-Amazonas, em dois experimentos de cultivo *in vitro* em meio contendo combinações de doses de hormônios (Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. 2005).

TRAT	BAP	AIA	CALLI	
			Total	No. Relativo**
1	0,1	0,3	19	0,20769 *
2	0,1	1,5	6	0,09231
3	0,1	3,0	7	0,11538
4	0,3	0,3	6	0,09538
5	0,3	1,5	8	0,09846
6	0,3	3,0	21	0,16154 *
7	0,9	0,3	4	0,03077 *
8	0,9	1,5	1	0,04000 *
9	0,9	3,0	13	0,18615 *
10	0	0	5	0,07692
total			90	1,105
média			9,00	0,11046
desvio padrão			6,57	0,05865

*Valores significativamente diferentes da média (P = 0,05)

**Média da quantidade relativa de *calli* dos experimentos

A regressão foi testada para explicar o efeito do BAP, do AIA e da interação entre os dois hormônios. O modelo só foi significativo para a interação (P = 0,01). A probabilidade de tratar-se de interação não-linear foi de 0,041. Aplicando a hipótese de que a interação entre os hormônios poderia ser explicada por um modelo quadrático foi

gerado o gráfico apresentado na Figura 2. As curvas foram limitadas à amplitude dos dados e ajustadas para cobrir o intervalo de confiança de 95% de variação entre o número relativo de *calli* obtidos por tratamento em cada experimento.

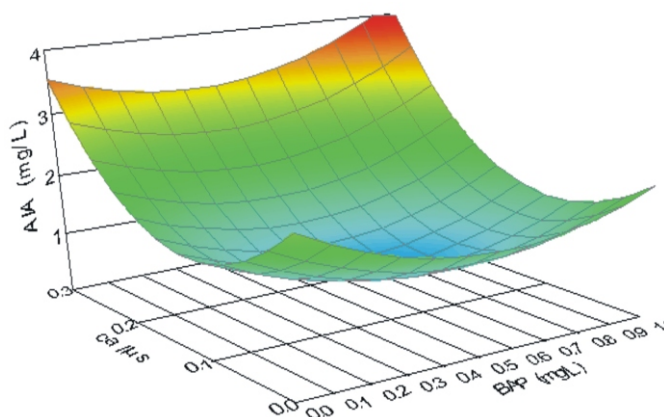


Figura 2. Representação gráfica do resultado da combinação de concentrações de AIA e BAP para a geração de *calli* oriundos de explantes de tecidos do clone BRS-Amazonas de guaranzeiro. As curvas de regressão foram construídas com a inclusão da dose 0 (zero) dos hormônios (Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. 2005).

Nos experimentos aqui descritos, explantes submetidos ao cultivo sem adição de hormônios (tratamento 10) produziram *calli* e com média superior à dos tratamentos 7 e 8. Considerou-se, então, que explantes de mudas estioladas do BRS-Amazonas adquiriram competência para a geração de *calli in vitro*, ou, pelo menos, para suportar a proliferação de células não diferenciadas, independentemente da adição de reguladores ao meio de cultivo, resultado já extensivamente observado no Laboratório de Cultura de Tecidos da Embrapa Amazônia Ocidental (Barbosa *et al.*, 2005).

Tomando o resultado dos testes de Student e a conformação da curva de regressão concluiu-se que a adição de hormônios em concentrações muito baixas (tratamento 1) e nas concentrações mais altas testadas geraram resultados

semelhantes. A superação do balanço endógeno de hormônios, que possibilita o aparecimento de *calli* espontaneamente pode ter ocorrido onde pelo menos 0,3 mg/L de BAP foi fornecido no meio de cultivo e a interação entre os dois reguladores fornecidos foi mais efetiva sempre que a concentração mais alta de AIA foi testada, o que explicaria a média alcançada pelos explantes submetidos ao tratamento 9. Excetuando-se o resultado do tratamento 1, observou-se que os tratamentos mais efetivos (6 e 9, Tabela 2) foram aqueles em que o AIA foi utilizado em concentração de 3,0 mg/L.

Sugere-se que a utilização de meio de cultivo com concentração muito baixa de BAP e AIA não alterou a competência adquirida pelos explantes para a produção de *calli*, o que explicaria a média superior do tratamento 1.

Conclusão

Combinações de hormônios efetivas para induzir, em explantes oriundos de mudas estioladas do clone BRS-Amazonas de guaranazeiro, a formação de *calli*, devem incluir pelo menos 0,3 mg/L de BAP e 3,0 mg/L de AIA, em meio MS modificado.

Agradecimentos

Fapeam pelo apoio financeiro (processo 924/03). Jeferson Chagas da Cruz, Rosimar de Souza Carvalho e Hilma Alessandra Rodrigues do Couto, Laboratoristas.

Literatura Citada

BARBOSA, C.B.; MORAES, L.A.C.; ANGELO, P.C.S.; SOUSA, N.R. 2005. Estiolamento de ramos visando o controle de contaminação no estabelecimento in vitro de guaranazeiro. **X Congresso de Fisiologia Vegetal**, resumo 653.

ATROCH, A. Situação atual da cultura do guaraná no Estado do Amazonas. In: **1a. Reunião Técnica da Cultura do Guaraná. Embrapa Amazônia Ocidental**. Manaus/AM: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. p.16-27. (Série Documentos, no. 16).

EMBRAPA Amazônia Ocidental (Manaus, AM). **Agricultura familiar na Amazônia Brasileira: clones de guaraná, tecnologia sustentável para a Amazônia**. Manaus, 2002. 2p.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (Manaus, AM). **Sistema de produção para o guaraná**. Manaus, 1998. 34p. (Série Documentos, no. 13).

Avaliação da Estabilidade Fenotípica e da Previsibilidade da Resistência em Clones de Guaranazeiro A *Colletotrichum guaranicola*

José Clério R. Pereira¹, José Cristino A. Araújo¹, Firmino José Nascimento Filho¹, André Luiz Atroch¹, Luadir Gasparotto¹, Murilo R. Arruda¹ e Lúcio Pereira Santos¹

Introdução

A resistência estável é um importante objetivo do melhoramento genético para estabilizar a produtividade de diferentes culturas, quando submetidas a diferentes ambientes e níveis variáveis de populações de patógeno. Em ecossistemas naturais a diversidade genética e a homeostase mantém um equilíbrio balanceado entre hospedeiro e patógeno (Prabhu & Moraes, 1993), porém, quando este sistema é perturbado a doença se torna preocupante e pode atingir níveis de severidade que determinam o insucesso do cultivo.

Entre os métodos de controle de doenças de plantas, a utilização de resistência através do melhoramento genético, é o mais viável do ponto de vista econômico e sócio-ambiental. Independentemente da natureza da resistência a ênfase deve ser dada para a obtenção de genótipos possuidores de resistência estável.

Segundo Prabhu & Moraes, 1993, independentemente de ser classificada como vertical ou horizontal a resistência estável é duradoura devido a seleção estabilizadora, a qual seleciona os indivíduos médios ou normais, eliminando os variantes extremos. Por outro lado, as interações genótipo-ambiente são de grande importância pois determinam as variações no comportamento dos genótipos em função das alterações ou mudanças no ambiente (Eberhart & Russel, 1966). Entretanto, como assegurado por Finlay & Wilkinson (1963) a habilidade de certos genótipos de se manterem estáveis, independentemente das variações no ambiente, proporciona redução significativa no tempo para obtenção de genótipos com resistência estável e por conseguinte duradoura.

Devido a falta de estudos visando avaliar a estabilidade fenotípica em clones de guaranazeiro, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de selecionar clones que possam ser utilizados em programa de melhoramento genético, como fonte de resistência redutora de taxa de progresso de doença e principalmente serem utilizados como estratégia de controle da antracnose que é a doença mais severa do guaranazeiro.

¹Pesquisador Embrapa Amazônia Ocidental. C.P. 319, CEP. 69011-970 Manaus, Amazonas. murilo@cpaa.embrapa.br

Material é Métodos

Foram avaliados 32 clones do programa de melhoramento genético do guaranazeiro da Embrapa Amazônia Ocidental. O experimento foi instalado na Estação Experimental de Maués, onde a antracnose prevalece em níveis de severidade alta, no ano de 1996. Os clones foram submetidos a seis ambientes constituídos por ensaios instalados em ecossistema de capoeira e ecossistema de mata e três avaliações em três anos não consecutivos - 2000, 2002 e 2004.

Na avaliação da severidade foi utilizada uma escala diagramática com notas variando de um a quatro em função da porcentagem de copa atacada. Os dados de severidade da doença foram submetidos a análise de variância. As avaliações da estabilidade fenotípica e previsibilidade do comportamento dos clones dentro de cada série clonal, em relação a severidade da antracnose, foram baseados nos métodos propostos por Finlay & Wilkinson (1963) e Eberhart & Russel (1966) com o objetivo de caracterizar a resistência à antracnose.

Foi definido como índice de ambiente a média da severidade da doença em cada clone em cada ambiente. Adotou-se o seguinte modelo estatístico: $Y_{jk} = U_j + B_i I_j + \sigma_{ij} + E_{jk}$, onde: Y_{jk} = média do clone i no ambiente K ; U_j = média geral do clone; B_i = coeficiente de regressão linear; I_j = índice ambiental; σ_{jk} = desvio da regressão do clone j no ambiente K . Assim cada clone foi caracterizado utilizando-se cinco parâmetros: a) média da severidade; b) severidade média em porcentagem em relação a severidade média da série clonal;

c) coeficiente de regressão linear (\hat{b}_i) relativo aos índices de ambiente; d) desvio do modelo linear (σ_i) e d) coeficiente de determinação da regressão linear (R^2).

Todas as análises estatísticas foram feitas utilizando-se o programa computacional GENES, conforme Cruz (2001). Os valores de \hat{b}_i medem a inclinação da reta e são um indicativo da estabilidade, quanto mais próximo de zero possível maior será a horizontalidade da resistência redutora da taxa de progresso da doença. Valores de σ_i constituem-se em indicativo da variação nos valores observados em relação aos valores esperados tomados em relação à média do genótipo em diferentes ambientes, e, portanto, quanto menores, menor será a variação em torno da média e mais estável será o genótipo. Os valores de R^2 expressam ou medem a inter-relação genótipo-fenótipo ou quanto do genótipo é expresso em função da diversificação ou estratificação dos ambientes. Quanto mais próximos de 100 possível os valores de R^2 maior será a inter-relação genótipo-fenótipo e portanto, maior será a previsibilidade do carácter em avaliação.

Desta forma, considera-se como possuidor de resistência estável e previsível, os clones cujo valor de \hat{b}_i seja o menor possível, não diferente de zero; valores de σ_i reduzidos e não significativos bem como, valores de R^2 elevados ou mais próximo de 100, possível.

Resultado e Discussão

Os resultados são apresentados nas Tabelas 1 e 2, por série clonal, de forma independente, tendo em comum a variável média da severidade expressa em percentagem de copa atacada pela antracnose. O nível de resistência redutora de taxa de progresso de antracnose neste caso, mediria as mudanças ou variações no comportamento dos clones em função de possíveis variações no ambiente. Desta forma, o clone ideal será aquele que apresentar comportamento estável e altamente previsível.

Na Tabela 2 são apresentados os valores estimados para os efeitos lineares representados pelos coeficientes de regressão (\hat{b}_i) sendo que, a inclinação para os índices de ambiente é igual a 1, porque utilizou-se da média da severidade média em todos os clones, em cada ambiente como índice ambiental.

Valores de \hat{b}_i maior que 1 significa que a resposta do clone a índices de ambientes crescente foi maior que a média. Dentre os 32 clones avaliados os clones 871 ou BRS-Maués, 624, 626, 611 ou BRS-CG-611, 648 ou BRS-CG-648, 612 ou BRS-CG-612 e 300 ou BRS Amazonas são altamente resistentes; sendo que o clone CMU 624 apresenta resistência estável e altamente previsível; os clones BRS Maués e CMU 626 resistência estável e previsível os clones BRS CG-611 e BRS Amazonas resistência estável e moderadamente previsível, ao passo que os clones BRS-CG-648 e BRS-CG 612 apresentam resistência não estável e moderadamente previsível.

Em adição aos clones BRS-CG 882, CMU 605, CMU 601 e CMU 388, comportam-se como resistentes, sendo a resistência estável altamente previsível no clone CMU 601, moderadamente previsível no clone CMU 388 e não previsível nos clones BRS-CG 882 e CMU 388.

Os demais clones independentemente da estabilidade e, ou do nível de previsibilidade, não apresentaram nível de resistência desejável e, portanto, não são passíveis de maiores discussões.

Em resumo, os resultados deste trabalho mostram que os clones BRS Maués (871), CMU 624, CMU 626, BRS-CG 611, BRS Amazonas, BRS-CG 882, CMU 605, CMU 601 e CMU 388 (para os quais os valores estimados \hat{b}_i de foram iguais ou menores que a média e não significativos) apresentam horizontabilidade de resistência ou seja, comportamento estável indiferente do estímulo do ambiente, como seria o caso do surgimento de patótipos de *Colletotrichum guaranicola*. Estes clones apresentam também valores médios de severidade de doença que os classificam como resistentes a altamente resistentes e os credenciam para recomendação como fontes de resistência, bem como, para serem utilizados como estratégia de controle de antracnose do guaranazeiro.

Em adição os clones CMU 624 e CMU 601 podem ser devido a alta previsibilidade da resistência, ser considerados importantes fontes de genes para resistência redutora de taxa de progresso da antracnose, especialmente em programas de seleção recorrente.

Literatura Citada

BROWNING, J. A.; SIMONS, M.D.; TORRES, E. Managing host genes: Epidemiology and Generic Concepts. In: HORSFALL, J.G.; COWLING, E.B. (Eds), **Plant disease an advance treatise**. New York Academic Press, 1977, v. 1, p. 191-212.

CRUZ, C. D. Programa GENES: Versão Windows Aplicativo Computacional em Genética e Estatística. Viçosa: Editora UFV, 001, 648p.

EBERHART, S.A.; RUSSEL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madson, v. 6, p. 36-40, 1966.

FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Resource**, Collingwood, v. 14, p. 742-754, 1963.

PRABHU, A.S.; MORAIS, O. D. Resistência estável e doenças de plantas. In: LUZ, W. C. **Revisão Annual da Patologia de Plantas**, Passo Fundo: RAPP, v 1, p. 237-273, 1993.

Tabela 1. Valores de severidade de antracnose em 32 clones de guaranazeiro em Maués, AM.

Clones ¹	2000		2002		2004	
	Ensaio I	Ensaio II	Ensaio I	Ensaio II	Ensaio I	Ensaio II
871	12,50	6,25	14,62	12,50	2,25	8,37
882	31,25	25,00	35,50	28,25	27,37	28,25
862	0,00	25,00	35,50	54,00	20,00	50,25
861	32,25	32,37	34,50	42,75	46,87	34,55
601	6,25	47,75	34,75	46,00	20,87	50,00
605	12,50	20,87	38,75	50,00	24,12	50,00
607	25,25	58,50	54,25	51,00	67,00	75,25
609	18,75	67,00	51,00	54,25	31,32	54,25
610	52,25	35,37	39,00	46,00	39,50	50,25
611	9,50	12,50	18,75	25,00	8,50	24,12
612	0,00	12,50	20,87	46,00	15,87	38,87
613	51,25	47,00	75,25	67,00	79,50	66,75
619	35,50	88,00	42,75	54,00	43,75	62,50
624	2,12	2,00	8,37	4,25	0,00	4,25
626	10,50	8,37	4,25	14,62	4,25	6,37
631	8,37	62,50	46,00	62,50	31,37	83,75
648	6,25	32,25	12,50	32,25	8,50	32,25
300	0,00	24,12	18,75	32,00	12,62	20,87
388	21,87	25,00	35,00	22,00	6,37	12,62
375	51,00	59,75	72,75	54,00	50,00	58,25
381	46,00	67,00	50,00	58,25	46,87	66,75
385	36,00	47,00	35,50	51,00	25,00	75,25
389	36,62	47,00	54,50	54,00	31,50	54,25
217	71,00	55,25	58,50	50,00	88,25	79,50
222	51,25	55,25	58,50	71,00	47,00	88,00
223	67,00	79,50	71,50	62,25	55,25	88,00
224	72,25	67,00	58,25	58,25	58,25	75,25
225	59,50	75,25	55,25	24,00	43,75	75,25
227	71,00	59,50	59,50	58,25	51,00	79,50
228	59,75	66,75	66,75	71,00	58,25	71,00
274	79,50	83,75	75,25	66,75	79,50	79,50
276	63,00	54,25	58,25	54,25	58,25	71,00

Numeração dos clones segundo o programa de melhoramento genético do guaranazeiro. Embrapa Amazônia Ocidental

Tabela 2. Valores dos parâmetros indicadores da estabilidade e previsibilidade da resistência à antracnose em clones de guaranazeiro.

Clone1	Média (severidade)	Média relativa (%)	\hat{b}_i	δ_{DI}^2	$R^2_{(%)}$	Classificação da resistência
871*	8,05	36,75	0,25n.s	24,86 n.s	86,94	A/E/P
882	12,09	55,20	0,76 n.s	16,35 n.s	14,45	M/E/NP
862	30,13	137,57	3,29**	57,04*	88,66	M/NE/MP
861	37,33	120,04	0,37 n.s	40,05 n.s	12,78	R/E/NP
624	2,78	5,5	0,47 n.s	19,58 n.s	98,23	A/E/P
626	4,60	15,82	0,53 n.s	60,33 n.s	81,07	A/E/MP
611	6,03	20,74	0,14 n.s	23,56*	72,04	A/E/MP
648	8,59	29,54	1,17*	38,42 n.s.	81,39	A/NE/MP
612	8,59	29,54	1,47**	102,92*	72,04	A/NE/MP
605	16,16	55,59	0,81 n.s	150,28*	34,96	A/E/NP
601	19,52	66,18	1,70 n.s	5,33 n.s.	98,49	N/NE/P
610	43,83	150,77	0,14 n.s	54,08 n.s	45,60	B/E/NP
609	46,13	158,68	1,59**	79,91 n.s	79,45	B/N/MP
631	49,10	168,90	2,62**	51,10**	94,23	B/NE/P
619	54,43	187,23	1,23**	263,41*	41,41	B/NE/NP
607	55,23	189,98	1,21*	189,04*	48,42	B/NE/NP
613	64,48	221,80	0,17 n.s	204,45 n.s	11,88	B/E/NP
300	6,94	18,65	1,10 n.s	64,01 n.s	69,52	A/E/MP
388	16,53	44,42	0,34 n.s	118,22 n.s	73,20	A/E/MP
384	45,05	121,06	1,88**	104,89**	72,39	B/NE/MP
389	46,31	124,45	1,12**	27,90*	78,43	B/NE/MP
375	52,65	141,49	0,43 n.s	32,13*	31,23	B/NE/MP
381	55,83	150,04	1,09*	22,45**	80,50	B/NE/MP
276	59,83	91,60	0,67*	18,23**	63,82	B/NE/MP
225	59,83	91,60	1,57 n.s	68,83*	70,49	B/E/MP
222	62,37	95,49	1,55**	118,41*	57,74	B/NE/NP
227	63,12	96,64	1,28*	20,84*	84,15	B/NE/MP
217	64,20	98,30	0,84 n.s	112,24*	20,90	B/E/NP
224	64,87	99,32	0,92 n.s	17,55 n.s	76,39	B/E/MP
228	65,66	100,53	0,34 n.s	27,37 n.s	22,21	B/E/NP
223	70,58	107,74	1,47**	29,17*	83,22	B/NE/MP
274	77,37	118,46	0,29 n.s	37,44*	13,06	B/E/NP

*Significativo ao nível de 5%, ** Significativo ao nível de 1%, A= Alta, M= Moderada, B= Baixa, E= Estável, NE= Não Estável, P= Previsível, MP= Moderadamente Previsível, NP= Não previsível

1. Numeração dos clones segundo o programa de melhoramento genético do guaranazeiro. Embrapa Amazônia Ocidental

Avaliação da Frequência de Infecção da Antracnose em Clones de Guaranazeiro

José Clério R. Pereira¹, José Cristino A. Araújo¹, Luadir Gasparotto¹, Firmino José Nascimento Filho¹, Murilo R. Arruda¹ e Lúcio Pereira Santos¹

Introdução

Segundo Parlevliet (1979) para as doenças de juro compostos, ou seja, aquelas em que ocorrem vários ciclos do patógeno durante o ciclo da cultura e, ou, no ano agrícola a severidade da doença é influenciada por vários fatores ou componentes monocíclicos.

Dentre os vários componentes de resistência à frequência de infecção é um dos mais importantes. Frequência de infecção sensu Van Der Plank, 1963 é a proporção de esporos inoculados que resultam em lesões esporulantes.

A interação hospedeiro-patógeno inicia-se após o primeiro contato entre a célula do hospedeiro e o patógeno. Desta forma, menor frequência de infecção, medida em termos de lesões esporulantes, indica não somente resistência ao primeiro contato, mas também, resistência à colonização (Parlevliet, 1979).

Em condições de gradiente natural de inóculo ou seja, em condições de campo baixa frequência de infecção constitui-se em indicativo de que o genótipo é possuidor de resistência redutora de taxa de progresso de doença; que por conseguinte permite inferir da estabilidade e durabilidade da resistência.

Em função da perenidade da cultura do guaranazeiro a ênfase para controle genético da antracnose, doença causada pelo fungo *Colletotrichum guaranicola* deve ser dado para a obtenção de clones possuidores de resistência redutora da taxa de progresso da doença.

A resistência redutora da taxa de progresso sensu Parlevliet, 1979, tem sido empregada como sinônimo para resistência horizontal a qual atua de forma incompleta uniformemente contra todas raças fisiológicas e, ou, isolados do patógeno, e é determinada por mecanismos que dificultam o desenvolvimento do patógeno nos tecidos dos hospedeiros (Van Der Plank, 1963).

Esta resistência à colonização e à reprodução do patógeno interfere na patogênese (Nelson, 1973) e o principal resultado é redução no progresso da doença o que em última instância redundará em menor frequência de infecção.

Neste trabalho, frequência de infecção está sendo conceituada como sendo a porcentagem de plantas dentro de limites definidos de proporção de copa do guaranazeiro atacada pela antracnose.

Portanto, este trabalho tem por objetivo caracterizar trinta e dois clones de guaranazeiro com relação à frequência de infecção da antracnose.

¹Pesquisador Embrapa Amazônia Ocidental. C.P. 319, CEP. 69011-970 Manaus, Amazonas. murilo@cpa.embrapa.br

Material e Métodos

Utilizou-se dados de severidade da antracnose obtidos de dois ensaios instalados na Estação Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental em Maués, Amazonas. Os valores de severidade coletados nos anos de 2000, 2002 e 2004 foram obtidos utilizando-se da escala de notas, variando de 1 a 4 em função da proporção de copa atacada pela doença.

Os intervalos de classe foram definidos como sendo: intervalo de classe I (ICI) plantas com zero a 5% de copa infectada; intervalo de classe II (ICII) plantas com 6% a 25% de copa atacada; intervalo de classe III (ICIII) planta com 26% a 53% da copa atacada e intervalo de classe IV (ICIV) plantas com 54% a 100% de copada atacada.

Em adição calcularam-se uns índices de doença; para cada um dos trinta e dois clones, que equivale à uma média ponderada da severidade utilizando-se da fórmula: $ID = [(ICI \times 4) + (ICII \times 3) + (ICIII \times 2) + (ICIV \times 1)]/4$.

Valores de ID variam de 25 a 100, sendo que ID igual a 25 significa que a totalidade das plantas apresenta severidade inclusa no ICIV, ou seja, 54 a 100% da copa atacada, ao passo que ID igual 100 significa que a totalidade das plantas apresenta severidade inclusa no ICI ou seja, 0 a 5% de copa atacada.

Resultado e Discussão

Os resultados da frequência de infecção, bem como dos índices de doença são apresentados na Tabela 1. Observou-

se que, para os clones da série 200, em média 87,60% das plantas apresenta no valor da severidade variando de 26 a 100% de copa atacada, sendo que 45% das plantas estão classificadas no intervalo IV, ou seja, com 54 a 100% de copa atacada. Com relação ao índice de doença, estes clones apresentam ID reduzido com valores próximos do ID mínimo, que é de 25, indicando alta frequência de infecção, e, portanto, embora uniformes quanto a reação à doença, estes clones não são passíveis de recomendação.

Com relação aos clones da séria 300, 57% deles apresentam plantas com até 25% de copa infectada, sendo que no clone 300 78% das plantas apresentam severidade variando de 0 a 25% de copa atacada, sendo aproximadamente 29% com 0 a 5%. Em adição, no clone 388, 92% das plantas apresentaram severidade variando de 0 a 25% sendo que apenas 11% no primeiro intervalo da classe ou seja, 0 a 5%. Em adição, no clone 300, 21% das plantas apresentam severidade variando de 26 a 100% de copa atacada, sendo 4,5% inclusas no intervalo da classe IV, ou seja, 54 a 100% da copa atacada, ao passo que o clone 388 não apresentou nenhuma planta nesse intervalo ou seja, 0% de plantas com 54 a 100% de copa atacada.

Com relação aos índices de doenças, ambos 300 e 388, apresentam valores próximos de 75, o que indica que as maiorias das plantas apresentam baixa frequência de infecção.

Nos clones da séria 600, em média, 59% das plantas apresentam severidade variando de 0 a 25% de copa atacada.

Sendo que nos clones 624 e 626, 98% das plantas apresentam severidade variando de 0 a 25%, sendo que, aproximadamente 53% das plantas dos clones 624 apresentam severidade variando de 0 a 5%. Os clones 605 e 611 apresentam respectivamente, 74,8% e 93% das plantas com severidade variando de 0 a 25% e nenhuma planta no último intervalo da doença ou seja, 54 a 100% de copa atacada.

Os clones 612 e 648 apresentam respectivamente 59% e 26% das plantas com severidade de copa variando de 0 a 25%, entretanto, o clone 612 apresenta 11% das plantas com severidade de 54 a 100% de copa atacada.

No clone 610, 39,7% das plantas apresentam severidade variando de 0 a 25%, sendo que 60% apresentam valores de 26 a 100% dos quais 15% de 54 a 100% de copa atacada pela antracnose.

No que tange aos índices de doença, os clones 611, 624 e 626, os valores de ID iguais a 80,26, 87,83 e 84,34, respectivamente, permitem inferir da baixa frequência de infecção e uniformidade da reação destes clones à *C. guaranicola* e, indicam também níveis elevados de resistência redutora de taxa de doença nestes clones.

Os clones 648, 605, 601 e 612, com índice de doença de 74,98, 72,87, 67,01 e 66,65, respectivamente apresentam também reduzida frequência de infecção, embora nos clones 601 e 612 o índice de doença esteja muito próximo do nível de equilíbrio nos intervalos da classe da doença que é de 62,5, o que indica que o número de plantas com severidade nos

extremos dos intervalos da doença são praticamente idênticos, evidenciando variabilidade ou instabilidade devido a uma possível mistura de genótipos.

Com relação aos clones da série 800, em média 73% das plantas apresentam severidade de doença variando de 0 a 25% de copa atacada e apenas 4% com 54 a 100% de copa atacada. Nos clones 871, 882 e 862, 84,4%, 80% e 66% respectivamente das plantas apresentam severidade da doença variando de 0 a 25% da copa atacada e todos apresentam aproximadamente 3% das plantas com severidade de doença variando de 54 a 100% de copa infectadas, o que permite inferir de uma possível ocorrência de mistura de genótipos.

No que tange aos valores para o índice de doença o clone 871 com 83,67, supera os clones 882 e 862 com 71,16 e 70,65 respectivamente indicando que a frequência de infecção no primeiro clone é substancialmente menor e, ou maior é a uniformidade de comportamento entre as plantas deste clone.

Com base nos resultados deste trabalho, e principalmente baseando-se nos valores dos índices de doença como indicadores da frequência de infecção, pode-se concluir que os clones 300, 388, 601, 612, 605, 648, 611, 862, 882 e principalmente 624, 626 e 871 apresentaram baixa frequência de infecção de antracnose, o que os credencia para uso potencial como estratégia de controle da antracnose do guaranazeiro.

Literatura Citada

NELSON, R.R. **Breeding plants for disease resistance. Concepts and application.** Pennsylvania: Pennsylvania State University, 1973. 401 p.

PARLEVLIET, J. E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. **Annual Review Phytopathology**, v. 17 p. 203-222, 1979.

VAN DER PLANK, E. J. **Plant disease: epidemic and control.** New York: Academic Press, 1963, 349 p.

Tabela 1. Frequência de infecção da antracnose, expressa em % de copa atacada, clones de guaranazeiro.

Clone ¹	Intervalo de classes (%)				Índice de doença
	0-5	26-53	6-25	54-100	
217	0,00	11,11	44,44	44,44	41,66
222	4,34	20,29	31,88	45,16	47,82
223	0,00	9,72	36,11	54,16	38,88
224	0,00	6,94	48,61	44,44	40,62
225	4,16	9,72	48,61	37,33	45,08
227	2,77	11,36	39,52	46,33	46,70
228	0,00	9,72	51,38	38,88	42,70
274	0,00	5,55	25,00	69,44	33,98
276	0,00	14,68	43,54	41,75	43,21
\bar{x}	0,78	11,73	41,84	45,76	42,02
300	28,79	49,99	16,66	4,54	75,74
375	8,33	27,98	45,83	18,05	56,74
381	11,59	20,28	36,23	31,88	52,88
385	10,09	54,42	26,44	3,03	54,79
388	11,11	81,48	7,40	0,00	75,92
389	8,75	35,85	47,89	7,50	53,99
\bar{x}	13,36	43,97	30,77	11,87	64,69
601	12,50	45,89	38,77	2,84	67,01
605	16,66	58,21	25,12	0,00	72,87
607	5,85	22,64	38,76	33,02	50,46
609	8,33	36,11	38,88	16,66	59,01
610	6,94	32,79	46,07	14,19	58,08
611	27,84	65,27	6,94	0,00	80,26
612	18,05	41,66	29,16	11,11	66,65
613	0,00	12,50	16,33	70,83	35,24
619	5,56	38,89	37,50	18,05	57,99
624	52,77	45,83	1,39	0,00	87,83
626	38,78	59,82	1,39	0,00	87,34
631	5,56	29,16	40,27	25,00	53,81
648	26,08	50,72	20,28	2,89	74,28
\bar{x}	17,16	41,42	26,42	15,15	65,22
861	9,72	49,15	35,44	7,00	66,05
862	19,84	45,53	31,74	3,17	70,65
871	49,27	39,12	8,68	2,89	83,67
882	11,66	68,33	17,00	3,01	71,16
\bar{x}	22,62	50,53	23,21	4,01	73,12

¹Numeração dos clones segundo o programa de melhoramento genético do guaranazeiro. Embrapa Amazônia Ocidental.

Freqüência de Infecção do Superbrotamento do Guaranazeiro

José Clério R. Pereira¹, José Cristino A. Araújo¹, Luadir Gasparotto¹, Firmino José Nascimento Filho¹, Murilo R. Arruda¹, Adônis Moreira¹ e Lúcio Pereira Santos¹

Introdução

O superbrotamento do guaranazeiro (*Paulinia cupana* var *sorbilis*) causado pelo fungo *Fusarium decemcellulare* é uma doença endêmica nas regiões produtoras de guaraná no Estado do Amazonas. Segundo Batista & Bolkan (1982) as plantas podem ser atacadas desde o estágio de mudas, acarretando redução no desenvolvimento das mesmas, até plantas adultas causando decréscimo na produção, que em alguns genótipos pode atingir 100% da produção. *F. decemcellulare* infecta tecido meristemático tanto em gemas vegetativas quanto em gemas florais.

Em gemas vegetativas, o patógeno induz a proliferação constante brotações sucessivas a partir de uma única gema, sendo que estas brotações apresentam internódios de comprimento reduzido, dando um aspecto de massa densa desuniforme, muitas vezes assemelhando-se a rosetas, conforme descrição de Duarte & Albuquerque (1999). Em mudas, quando a gema terminal é infectada, produz-se uma massa desorganizada constituída por múltiplos e diminutos brotos, podendo acarretar em morte da muda. Quando a doença inicia em gemas florais ocorre uma multiplicação exagerada das células das pétalas e do número de pétalas e as flores adquirem um aspecto de massa densa e não se abrem em prejuízo para a polinização o que implica em redução significativa na produção.

Dentre as estratégias de controle de doenças de plantas, com o objetivo de estabilizar a produção, a utilização da resistência tem merecido ênfase, principalmente devido a sua compatibilidade com a preservação ambiental.

Em culturas anuais a substituição de genótipos em função da rotação de genes ou do emprego de misturas varietais contribui, sobremaneira, para a efetividade do controle. Não obstante para culturas perenes, como no caso específico do guaranazeiro, faz-se necessário que a resistência seja estável e, ou, que o patógeno não apresente variações significativas na freqüência da infecção, e, ou, dos genes de virulência.

Freqüência de infecção, conforme conceito de Van Der Plank (1963) diz respeito ao número de esporos inoculados artificialmente ou naturalmente, que resultam em lesões esporulantes. Desta forma, uma maior freqüência de infecção implicada em maior severidade e progresso de doença em prejuízo da produção. Neste trabalho freqüência da infecção é conceituada como sendo a percentagem de plantas de cada clone em particular, dentro de intervalos de classe de doença predeterminados.

¹Pesquisador Embrapa Amazônia Ocidental. C.P. 319, CEP. 69011-970 Manaus, Amazonas. murilo@cpa.embrapa.br

Por outro lado, considerando-se que a interação patógeno-hospedeiro inicia-se após o primeiro contato entre as células do hospedeiro e o patógeno, menor frequência de infecção medida em termos de sítios de infecção e, ou, superbrotamento por *F. decemcellulare* indica não somente resistência ao primeiro contato, mas principalmente, resistência à colonização (Parlevliet, 1979), e desta forma, permite ordenar os clones com relação ao nível de resistência, bem como, à uniformidade de resposta ao patógeno no decorrer dos ciclos produtivos.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar trinta e dois clones de guaranazeiro de quatro séries clonais com relação à frequência de infecção do superbrotamento.

Material e Métodos

Os dados utilizados neste trabalho, foram obtidos a partir da avaliação da severidade, em ensaios instalados no ano de 1996, nos ambientes de mata e, ou de capoeira, na Estação Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental em Maués, Amazonas. Para obter-se os valores da severidade foi utilizada uma escala numérica com valores variando de 1 a 4, em função da percentagem da copa atacada.

Os valores médios da severidade foram agrupados em intervalos de classe de doença (IC) sendo o intervalo de clone 1 (IC I) definido como sendo zero por cento de copa atacada; o intervalo de clone II (IC II) foi definido como sendo 1 a 33% de copa atacada; o intervalo de classe III (IC III) como sendo 34 a 66% de copa atacada e o

intervalo de classe IV (IC IV) como sendo 67 a 100% de copa atacada. Para efeito de comparação da frequência de infecção entre os clones, dentro de cada série clonal em especial, utilizou-se a variável índice de doença (ID), obtida a partir da fórmula: $ID = [(4 IC I) (3 IC II) (2 IC III) (1 IC IV)] / 4$.

Resultado e Discussão

Os resultados são apresentados nas Tabelas 1 e 2 e serão discutidos dentro de cada série clonal em especial.

Com relação aos clones da série 200, em média 41% das plantas foram classificadas no intervalo de classe 1 ou seja 0% de copa atacada e em média 65% das plantas destes clones apresentaram severidade variando de 0 a 33% de copa atacada. Não obstante, aproximadamente 32% das plantas apresentaram valores de severidade da doença variando de 32 a 100% de copa atacada, das quais 11% com valores superiores a 66% da copa atacada. As maiores frequências de infecção foram obtidas nos clones 217, 223 e 274 com valores de 41,27% e 54% das plantas apresenta valores de severidade variando de 34 até 100% de copa atacada.

Nesta série clonal em todos os clones ocorreu em proporção variada, plantas com até 100% de copa atacada.

No que se refere aos clones da série 300, aproximadamente 63% das plantas, em média, apresentaram níveis de severidade iguais zero por cento de copa atacada pela doença, sendo que 91% das plantas apresentaram severidade de doença variando de zero até 33% de copa atacada. Os clones 375, 385, 388 e 389 não

apresentaram nenhuma planta com severidade superior a 66% de copa atacada.

Nos clones da série 600, aproximadamente 63% das plantas apresentaram severidade igual a zero por cento de copa atacada, e 89,6% delas apresentaram severidade média variando de 0 a 33% de copa atacada. Apenas os clones 607 e 613 apresentaram mais de 10% da planta com severidade variando de 67 até 100% de copa atacada.

Os clones 624, 626, 648, 631, 611 apresentaram em média 95% de plantas com severidade variando de zero até 33% de copa atacada, sendo que no clone 624, 94% das plantas foram assintomáticas.

Nos clones da série 800, em média 82% das plantas apresentaram severidade iguais a zero por cento da copa atacada, e aproximadamente 18% delas apresentaram severidade de até 33% da copa atacada pela doença. Nestes clones nenhuma planta apresentam níveis de severidade superior a 34% de copa atacada pelo superbrotamento.

Com relação aos índices de doença (Tabela 2) os valores são altos dentro de cada ano em especial, assim como os valores médios dos índices da doença, o que permite inferir da baixa frequência de infecção do superbrotamento. Não obstante, a leitura dos índices da doença para a série 200 mostra que a frequência de infecção tem experimentado crescimento acelerado no decorrer dos anos de avaliação, o que pode ser, mais facilmente visualizado com a redução nos valores dos índices de doença para os clones 217, 223 e 274, indicando necessidade de estabelecer

alguma estratégia de controle para a doença.

Nos clones da série 300 os elevados valores do índice de doença permitem inferir que a frequência de infecção nestes clones é ainda baixa. Entretanto, a redução nos valores dos índices de doença nos clones 300, 375 e 381, principalmente no ano de 2004 indicam que frequência de infecção tem crescido nestes clones; o que permite inferir do progresso da doença nestes clones.

Com relação aos índices da doença para os clones a série 600, os valores médios para cada ano em especial, assim como o valor médio dos índices médios foram elevados indicando baixa frequência de infecção e também reduzido progresso do superbrotamento nesta série clonal. Entretanto nos clones 607, a partir do ano de 2004 e principalmente para o clone 613, a partir de 2002, a redução nos valores dos índices de doença permitem inferir que a frequência de infecção têm apresentado níveis crescentes nestes clones. Por outro lado, os valores dos índices de doença superiores a 90 obtidos para os clones 611, 624, 626 e 648 permite classificá-los como possuidores de menores frequência de infecção e uniformidade de resposta ao superbrotamento e níveis elevados de resistência redutora de taxa de progresso da doença.

Na série 800 para todos os clones avaliados os índices de doença elevados com valor médio dos índices médios superiores a 96, indicando a baixa frequência de infecção nestes clones e a quase totalidade das plantas destes clones apresentaram severidade da doença em

torno de zero por cento de copa atacada, indicando também que são possuidores de elevados níveis de resistência redutora de taxa de progresso da doença.

Em suma, os clones 605, 611, 624, 626, 648, 861, 862, 871, 882, 388, 385, devido a baixa frequência de infecção e índices de doença elevados e constantes, podem ser empregados como estratégia de controle do superbrotamento do guaranazeiro para pequenos e médios produtores, particularmente quando se pretender produção de guaraná orgânico.

Literatura Citada

BATISTA, M. F.; BOLKAN, H. A. O Superbrotamento do Garanazeiro. **Fitopatol. bras.** V. 7: 315-317, 1982.

DUARTE, M. L. R.; ALBUQUERQUE, F. C. **Doença da cultura do guaranazeiro.** In: DUARTE, M. L. R. (Ed.). Doenças de Plantas no Trópico Úmido Brasileiro. I-Plantas Industriais. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999, pp 89-121.

PARLEVLIT, J. E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. **Annual Review Phytopathology**, v. 17 p. 203-222, 1979.

VAN DER PLANK, E. J. **Plant disease: epidemic and control.** New York: Academic Press, 1963, 349 p.

Tabela 1. Valores médios da frequência de infecção do superbrotamento em clones de guaranazeiro.

Clone	Intervalo de classes (%)			
	0	1-33	34-66	67-100
274	36,11	22,22	18,05	23,61
217	57,80	14,49	21,74	5,80
223	36,11	19,44	27,78	16,65
228	43,05	33,33	18,05	5,55
227	52,14	21,13	21,31	5,73
276	41,97	26,93	22,46	8,63
224	40,27	23,61	27,77	8,33
225	20,83	25,00	33,33	20,83
222	41,04	30,30	24,11	4,54
\bar{x}	41,03	24,05	21,28	11,07
300	57,57	32,15	9,09	1,51
375	56,94	40,27	2,77	0,00
381	46,37	21,55	17,39	4,34
385	81,27	18,73	0,00	0,00
388	74,35	27,01	1,96	0,00
389	59,82	34,60	5,59	0,00
\bar{x}	62,27	29,05	6,13	0,97
601	62,31	33,33	4,46	0,00
605	75,72	22,88	1,39	0,00
607	44,02	17,33	15,82	11,40
609	56,94	34,72	6,74	1,39
610	51,08	37,38	11,53	0,00
611	84,72	15,28	0,00	0,00
612	54,17	33,33	9,72	2,77
613	19,44	40,11	26,39	14,06
619	69,44	23,44	4,66	0,77
624	90,27	9,73	1,39	0,00
626	77,27	22,72	0,00	0,00
631	58,33	33,33	8,33	0,00
648	72,46	26,08	1,45	0,00
\bar{x}	62,78	26,86	7,09	2,33
861	88,71	11,29	0,00	0,00
862	79,36	20,54	0,00	0,00
871	79,50	20,50	0,00	0,00
882	81,66	18,34	0,00	0,00
\bar{x}	82,30	17,70	0,00	0,00

*Numeração dos clones conforme Programa de Melhoramento Genético de Guaranaezeiro. Embrapa Amazônia Ocidental.

Tabela 2. Valores médios dos índices de doença referente ao superbrotamento em clones de guaranazeiro.

Clone*	Intervalo de classes (%)			
	2000	2002	2004	Média
217	87,49	79,16	36,45	67,70
222	89,77	75,00	78,26	81,01
223	86,45	63,54	56,25	68,74
224	96,36	62,87	69,79	76,33
225	93,76	71,87	70,65	78,75
227	82,06	73,25	65,21	73,48
228	86,45	64,58	70,82	73,95
274	67,70	59,36	57,29	61,45
276	95,65	67,04	68,18	76,95
Média	87,29	68,51	63,65	73,15
300	92,04	95,45	71,59	86,36
375	96,87	91,66	77,08	88,53
381	94,57	78,25	67,39	80,67
385	100,00	96,25	89,70	95,31
388	100,00	94,44	82,34	92,26
389	100,00	82,81	82,81	88,54
Média	97,24	91,47	78,85	89,06
601	100,00	89,13	79,34	89,49
605	95,83	96,87	88,04	93,58
607	82,29	92,39	54,34	76,34
609	93,74	82,29	84,38	86,8
610	92,70	88,04	73,86	84,86
611	98,95	95,83	93,75	96,17
612	87,50	85,41	81,25	84,72
613	69,79	52,08	56,26	59,37
619	98,95	93,75	77,08	89,92
624	100,00	91,66	100,00	97,22
626	100,00	95,33	87,5	94,27
631	100,00	84,36	78,13	87,49
648	98,91	90,21	89,19	92,77
Média	93,74	87,48	80,25	87,15
861	100,00	94,79	96,74	97,17
862	100,00	98,47	90,04	97,03
871	98,91	95,65	97,72	97,42
882	98,75	91,25	96,25	95,41
Média	99,41	95,04	96,18	96,87

*Numeração dos clones segundo o programa de melhoramento genético do guaranazeiro. Embrapa Amazônia Ocidental.

Avaliação da Resistência à Antracnose em Clones de Guaranazeiro

José Clério R. Pereira¹, José Cristino A. Araújo¹, Firmino José Nascimento Filho¹, André Luiz Atroch¹, Luadir Gasparotto¹, Murilo R. Arruda¹ e Lúcio Pereira Santos¹

Introdução

O guaranazeiro (*Paulinia cupana* var *sorbilis*) é uma cultura tradicional em alguns municípios do estado do Amazonas, notadamente em Maués, que parece integrar parte da região de diversificação da cultura.

Considerando a perenidade da cultura e a franca utilização de mão-de-obra, principalmente por ocasião das colheitas, o guaranazeiro, além de constituir-se em excelente fonte de renda, pode contribuir sobremaneira para fixação de famílias no campo, e, desta maneira prevenir ou reduzir o êxodo rural.

Dentre os fatores de produção do guaranazeiro encontram-se as doenças e entre estas a antracnose causada pelo fungo *Colletotrichum guaranicola* é a mais severa (Duarte & Albuquerque, 1999). A doença incide em folíolos jovens causando lesões necróticas e por vezes crestamento foliar com subsequente queda dos folíolos. Ataques sucessivos da doença levam a planta a expressar um quadro de die-back com posterior morte da planta. Os primeiros surtos da doença, segundo Duarte e Albuquerque, 1999, ocorreram em 1959, no município de Maués. Trabalho realizado por Araújo et al. 2002, comprovam que a doença pode provocar a morte de plantas após alguns poucos ciclos produtivos, levando a redução de até 87,5% das plantas, em condição de cultivo tradicional, em que nenhuma estratégia de controle é praticada; e desta forma pode inviabilizar a exploração do guaranazeiro como alternativa econômica para pequenos e médios produtores.

Uma das principais características ou fatores que tem levado à ocorrência de surtos da doença, principalmente nas épocas mais chuvosas, refere-se a utilização por parte dos produtores de mudas propagadas sexualmente, as quais por ausência de seleção ou por segregação comportam-se como altamente suscetíveis à doença.

Neste sentido, Nascimento Filho e Atroch (2005) listam as principais vantagens de se utilizar mudas propagadas vegetativamente a partir de matrizes previamente caracterizadas e selecionadas para características agronômicas e principalmente com relação à resistência à antracnose.

Neste trabalho, procurou-se caracterizar 32 clones, de quatro séries clonais de guaranazeiro com relação à resistência à antracnose.

¹Pesquisador Embrapa Amazônia Ocidental. C.P. 319, CEP. 69011-970 Manaus, Amazonas. Murilo@cpaa.embrapa.br

Material e Métodos

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos a partir de dois ensaios instalados na Estação Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental em Maués, Amazonas, Brasil no ano de 1996, em dois ambientes: solo de capoeira e solo de mata.

As avaliações baseadas na percentagem de copa atacada pela antracnose, foram realizadas nos anos de 2000, 2002 e 2004, nos meses de março a abril.

A análise dos dados foi processada considerando os dois ensaios como um todo e, portanto, os tratamentos foram repetidos oito vezes e a parcela útil foi de três plantas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada série clonal em especial.

Para efeito de classificação os clones com severidade variando de 0 a 10% de copa infestada foram considerados altamente resistentes (AR); clones com severidade média variando de 11% a 25% de copa infectada como resistentes (R); clones com severidade média variando de 26% a 53% foram classificados como suscetíveis (S) e acima de 53% como altamente suscetíveis (AS).

Resultado e Discussão

Os resultados são apresentados na Tabela 1 e serão discutidos dentro de cada série clonal, tendo em comum a variável percentagem copa atacada.

Na série clonal 200 a severidade da doença nos clones variou de 37,81% a 79,27% de copa atacada com valores médios de severidade média variando de 48,28% a 78,12% de copa atacada o que permite classificá-los suscetíveis a altamente suscetíveis na sua maioria.

Observa-se ainda que o reduzido coeficiente de variação (16,28) nesta série clonal pode se constituir em indicativo de uniformidade da resposta destes clones à antracnose.

No que se refere aos clones da série 300 a severidade variou de 0 a 49,63% de copa atacada pela antracnose, e os valores médios da severidade média variaram de 6,94% a 46,92% de copa atacada. Com relação a reação dos clones desta série o clone 300 com severidade média de 6,94 de copa atacada foi classificado como altamente resistente e o clone 388, com 16,55% de copa atacada pela antracnose foi classificado como resistente, os demais foram classificados como suscetíveis à antracnose.

Com relação aos clones da série 600 a severidade média variou de 1,13% a 78,73% de copa atacada e os valores médios da severidade média vararam de 2,75% até 66,60% de copa.

Com relação à classificação da resistência os clones 624, 626, 648, 611 e 612 com 2,78%, 4,40%, 6,03%, 8,59% e 8,59% respectivamente de copa atacada pela antracnose foram classificados como altamente resistentes, enquanto que os clones 631, 605 e 601 com 23,08%, 19,24% e 16,16% respectivamente de copa atacada foram classificados como resistentes.

Os clones 609, 619, 610 e 602 com 29,23%, 39,23%, 41,41% e 49,93% de copa atacada foram classificados como suscetíveis, ao passo que o clone 613 com 66,6% de copa atacada foi classificado como altamente suscetível.

No que se refere aos clones da série 800 os valores da severidade média variam de 0,0% a 46,46% de copa atacada pela antracnose e os valores médios da severidade média variaram de 8,05% a 34,94% de copa atacada. Os clones 871 com 8,05% de copa atacada e 882 com 12,09% de copa atacada foram classificados como altamente resistentes e resistentes respectivamente.

Os clones 861 com severidade média de 34,94% de copa atacada e 862 com 28,75% foram classificados como suscetíveis, embora, especialmente o clone 862 apenas no ano de 2002 tenha se comportado como suscetível.

A leitura dos resultados dentro de cada série clonal em especial, mostra que nos diferentes anos de avaliação não houve mudança na posição hierárquica dos clones, o que leva a inferir sobre o comportamento uniforme dos clones frente à antracnose e, ou que *C. guaranicola* não apresentou variação em virulência. Neste aspecto, pelo que se pode deduzir do comportamento de alguns clones, como 871 e 300, principalmente, *C. guaranicola* não possui muitos fatores de virulência, e, provavelmente varia mais em agressividade.

Como base nos resultados deste trabalho os clones 624, 626, 871, 648, 300, 611, 612, 882, 388, 601, 605 e 631 podem ser recomendados para o uso como

estratégia de controle da antracnose do guaranazeiro.

Literatura Citada

ARAÚJO, J. C. A.; PEREIRA, J. C. R.; GASPAROTTO, L.; ATROCH, A. L. Surto de antracnose (*Colletotrichum guaranicola*) do guaranazeiro (*Paulinia cupaba* var *sorbilis*) no Estado do Amazonas. Fitopatol bras: v. 27 (Suplemento), p. 78, 2002.

DUARTE, M. L. R.; ALBUQUERQUE, F. C. Doenças da cultura do guaranazeiro. In: DUARTE, M. L. R. (Ed) Doenças de Plantas no Trópico Úmido Brasileiro. I. Plantas industriais. Belém, Pará, 1999. Embrapa Amazônia Oriental, 1999, pp. 89-121.

NASCIMENTO FILHO, F. J.; ATROCH, A. L. Desempenho de guaranazeiros clonados em relação aos plantios tradicionais. Embrapa Amazônia Ocidental, 2005. Manaus, AM. 2005. Folder.

Tabela 1. Valores médios da severidade da antracnose expressa em % de copa infectada em 32 clones de guaranazeiro.

Clone*	Intervalo de classes (%)			Média Geral
	2000	2002	2004	
274	79,27a*	79,84a	79,27a	78,12a
217	69,97a	57,17a	70,99a	65,89ab
223	65,11a	69,53a	53,31a	62,46ab
224	68,69a	58,03a	58,03a	61,48ab
228	56,01a	66,53a	56,77a	59,68ab
276	60,43a	58,03a	58,03a	58,82ab
227	69,97a	57,32a	49,45a	58,61ab
222	48,65a	57,17a	45,37a	50,28b
225	56,86a	52,87a	37,81a	48,82b
CV				16,78
375	49,45*	41,81a	49,63a	46,92a
381	34,36a	49,73a	42,49a	41,95a
389	31,16a	52,78a	31,16ab	37,49ab
385	34,82a	34,56a	25,73ab	31,40ab
388	15,77 b	34,56a	5,38 b	16,53bc
300	0,00 b	15,21a	11,83ab	6,94b
CV				33,75
613	48,65a*	74,55a	78,73 a	66,60 a
607	20,12 abc	53,61ab	65,11ab	43,93ab
610	48,36a	38,13 abcd	38,13abc	41,41ab
619	34,56ab	41,81 abc	41,54abc	39,23abc
609	15,21abc	49,44 ab	28,75abcd	29,23bc
631	5,09bc	45,65 abc	28,75abcd	23,08bcd
605	7,78bc	34,49 abcd	20,08bcde	19,24bcde
601	2,71c	34,49 abcd	20,08bcde	16,16cde
612	0,00c	20,08bcde	13,94cde	8,59def
611	3,83bc	15,21bcde	8,49cde	8,59def
648	2,71c	7,78cde	8,49cde	6,03def
626	8,13bc	2,93e	2,93de	4,40ef
624	1,13c	5,09de	2,12e	2,78ef
CV				37,42
861	28,53 a*	34,49 a	42,46 a	34,94 a
862	26,44 a	34,56 a	25,66ab	28,75ab
882	0,00b	18,10 a	18,10ab	12,09bc
871	11,48ab	11,54 a	1,13b	8,05c
CV				46,92

*Medias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

¹Numeração dos clones segundo o programa de melhoramento genético do guaranazeiro. Embrapa Amazônia Ocidental.

Avaliação da Resistência ao Superbrotamento em Clones de Guaranazeiro

José Clério R. Pereira¹, José Cristino A. Araújo¹, Firmino José Nascimento Filho¹, André Luiz Atroch¹, Murilo R. Arruda¹, Adônis Moreira¹, Luadir Gasparotto¹ e Lúcio Pereira Santos¹

Introdução

O guaranazeiro (*Paullinia cupana* var *sorbilis*) é uma planta trepadeira que habita no sub-bosque da floresta amazônica e, segundo Duarte & Albuquerque, 1999, até a década de 70 do século passado era produzido quase que exclusivamente no Estado do Amazonas, mais especificamente na Região do Município de Maués.

Com a descoberta de suas qualidades farmacológicas e industriais, iniciou-se a demanda pelo guaraná.

Atualmente o cultivo do guaranazeiro tem se constituído em alternativa de renda para populações rurais de vários municípios do Estado do Amazonas, e desta forma contribuindo sobremaneira para a fixação do homem ao campo.

Não obstante, com o aumento da demanda, houve necessidade de expandir a área de cultivo e principalmente promover o adensamento populacional do guaranazeiro, o que propiciou surgimento de doenças, principalmente aquelas de natureza fúngica.

Entre as doenças que incidem em plantas de guaranazeiros a ocorrência do superbrotamento tem preocupado produtores nos principais municípios produtores do estado do Amazonas. A doença é causada pelo fungo *Fusarium decemcellulare* (Batista & Bolkan, 1982) e pode se apresentar de pelo menos duas formas ou sintomas diferentes (Duarte & Albuquerque, 1999). Quando incide em gemas vegetativas a doença induz uma multiplicação profícua de novas brotações ou novos lançamentos sucessivos, com internódios de comprimento reduzido, fazendo com que a planta apresente crescimento reduzido e brotações no formato de vassoura-de-bruxa.

Por outro lado, quando a doença incide em gemas florais, ocorre uma multiplicação exagerada no número de pétalas, em praticamente todas as flores e inflorescências atacadas, sendo que as flores mostram-se rígidas e não abrem em detrimento da polinização.

O guaranazeiro é uma planta perene que produz seus frutos em ramos ou lançamentos do ano agrícola. Porém, quando o patógeno incide nas gemas meristemáticas, obrigando à superbrotação, estabelece-se um dreno por parte do patógeno em detrimento do crescimento estrutural da planta. E, neste caso em especial, dependendo da severidade da doença pode como relatado por Batista e Bolkan (1982) ocorrer perdas na produção da ordem de 100% e até mesmo levar as plantas à morte.

¹Pesquisador Embrapa Amazônia Ocidental. C.P. 319, CEP. 69011-970 Manaus, Amazonas. Murilo@cpa.embrapa.br

Devido ao fato da doença ocorrer durante todo o ano em diferentes estádios fenológicos da planta e considerando a perenidade da cultura do guaranazeiro a utilização de fungicidas como estratégia de controle da doença, torna-se proibitiva principalmente considerando além do custo de controle, a baixa adoção de tecnologias por parte dos produtores de guaranazeiro.

Portanto, as alternativas para o controle da doença passam pela utilização de clones resistentes à doença, bem como, para plantios já estabelecidos, a utilização da poda fitossanitária, com remoção periódica da parte infectada da planta.

Em adição a resistência, quando presente, constitui-se na estratégia de controle mais viável do ponto de vista econômico e sócio-ambiental, posto que não altera as condições do meio-ambiente, e quando utilizada corretamente torna-se duradoura.

Tendo em vista a inexistência de informações com relação ao comportamento de clones de guaranazeiro com relação ao superbrotamento, procurou-se neste trabalho avaliar e caracterizar a resistência de trinta e dois clones de guaranazeiro *F. decemcellulare*.

Material e Métodos

Os dados utilizados para análise neste trabalho foram obtidos a partir de experimentos instalados na Estação Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental em Maués, Amazonas, no ano de 1996. As avaliações baseadas na percentagem de copa atacada pela doença basearam-se em escalas numéricas com

notas variando de 1 a 4 em função da proporção de ramos infectados e, ou com sítios de infecção, e foram realizados nos meses de março a abril, nos anos de 2000, 2002 e 2004.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Resultado e Discussão

Os resultados deste trabalho são apresentados nas Tabelas 1 e 2. Como houve interação clone-ecossistema ou ambiente, procedeu-se o desdobramento da interação para análise dos valores de severidade para os clones da série 200 e os da série 600; como apresentado na Tabela 2. Para efeito de classificação da resistência os clones com severidade de até 10% de copa atacada foram classificados como altamente resistentes (AR), aqueles com severidade variando de 11 a 20% de copa atacada, como resistentes (R), 21 a 30% de copa atacada foram classificados como moderadamente resistentes (MR) e os clones com severidade superior a 30% de copa atacada pela doença foram classificados como sendo suscetíveis (S).

A leitura dos resultados por série clonal, em especial mostra que nos clones da série 200 utilizados neste trabalho, apenas os clones 274, 217, com severidade de 41,6% e 31,4% foram classificados como suscetíveis, enquanto que os clones 223 e 228 com valores médios de severidade de 25,7 e 22,1 foram classificados como moderadamente resistentes, ao passo que os demais clones, com severidade variando

de 11 até 18,3% de copa atacada pela doença, foram classificados como resistentes.

Nos clones da série 300 apenas o clone 381 comportou-se como resistente, sendo que os demais se comportaram como altamente resistentes, com superioridade dos clones 385, 375, 388 e 389 em relação à performance do clone 300.

Com relação aos valores de severidade da doença nos clones da série 300 a severidade média variou de 0,8% de copa atacada no clone 385 até 12% no clone 381, o que permite inferir da uniformidade de resposta destes clones ao superbrotamento.

No que tange ao comportamento dos clones da série 600 apenas o clone 613 com 45,4% de copa atacada comportou-se como suscetível, ao passo que, os clones 607 e 610, com 15,5% e 13,9% de copa atacada, respectivamente, comportaram-se como resistentes. Os demais clones desta série com severidade média de 0,9% até 9,8% de copa atacada comportaram-se como altamente resistentes.

Com relação ao comportamento dos clones da série 800, observa-se que, com valores de severidade variando de 0,8% até 2,6% de copa atacada, todos comportaram-se como altamente resistentes.

Na Tabela 2 são mostrados os valores de severidade média da doença em dois ambientes em função do desdobramento da interação clone-ambiente.

Com relação aos clones da série 200 exceto para os clones 217 e 274, o ambiente de mata foi significativamente

mais conducente para a doença; condições estas explicadas para os maiores valores de severidade média, obtidos no ambiente de mata.

Para a série 600 a interação deveu-se ao comportamento diferenciado dos clones 613, 612 e 631 para os quais no ambiente de mata a severidade média foi significativamente maior. Destes clones, apenas o clone 613 sofreu mudança na posição hierárquica, sendo que no ambiente de mata comportou-se como altamente suscetível, enquanto que no ambiente de capoeira comportou-se como suscetível.

A existência de interação clone-ambiente, poderia indicar que a existência no ambiente de mata, condições predisponentes à ocorrência ou dispersão da doença, e, ou, a presença de plantas reservatório que funcionassem como hospedeiras alternativas deste, quando *F. decemcellulare* é um patógeno polífago. Entretanto, não se pode descartar a possibilidade da introdução aleatória da doença no ambiente de mata através de mudas infectadas, na medida em que não se conhece o período latente do patógeno que coloniza basicamente tecido meristemático.

Em adição a utilização do nível de 1% de probabilidade, em um teste de média restritivo como o teste de Tukey, provavelmente tenha contribuído para obtenção destes resultados.

A leitura dos resultados deste trabalho permite inferir da existência de níveis variados de resistência ao superbrotamento do guaranazeiro o que permite a recomendação de clones

resistentes como estratégia de controle da doença. Por outro, para os clones classificados como resistentes, ou seja com severidade da doença variando de 10% até 20% da copa atacada torna-se necessário associar como estratégia de controle complementar, a poda fitossanitária em períodos regulares, com a remoção das partes infectadas conforme preconizado por Araújo et al., (2005).

Literatura Citada

ARAÚJO, J. C. A.; PEREIRA, J. C. R.; GASPAROTTO, L.; ARRUDA, M. R.; RIBEIRO, J. R. C.; NASCIMENTO FILHO, F. J.; ATROCH, A. L.; SANTOS, L. P. Poda fitossanitária no controle do superbrotamento do guaranazeiro. Embrapa Amazônia Ocidental, 2005. Manaus, Am, 2005. Comunicado Técnico, 32, 2p.

BATISTA, M. F.; BOLKAN, H. A. O Superbrotamento do Garanzeiro. *Fitopatol. bras.* V. 7: 315-317, 1982.

DUARTE, M. L. R.; ALBUQUERQUE, F. C. **Doença do guaranazeiro.** In: DUARTE, M. L. R. (Ed.). *Doenças de Plantas no Trópico Úmido Brasileiro. I- Plantas Industriais.* Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999, pp 89-121.

Tabela 1. Valores médios da severidade do superbrotamento em clones de guaranazeiro.

Clone ¹	Severidade (%)		Clone ¹	Severidade (%)	
	Média	Reação		Média ²	Reação ³
274	41,6 a*	S*	613	45,4 a	S
217	31,4 ab	S	607	15,1 b	R
223	25,7 ab	MR	610	13,9 b	R
228	22,1 ab	MR	612	9,8 bc	AR
227	18,3 ab	R	601	8,9 bcd	AR
276	17,4 ab	R	609	7,2 bcd	AR
224	16,2 b	R	619	6,5 bcd	AR
225	16,0 b	R	631	6,5 bcd	AR
222	11,0 b	R	648	4,6 bcd	AR
			626	2,1 cd	AR
381	17,0 a	R	605	2,1 cd	AR
300	9,3 ab	AR	611	1,0 d	AR
389	5,0 bc	AR	624	0,9 d	AR
388	4,5 bc	AR			
375	4,2 bc	AR	882	2,6 a	AR
385	0,8 c	AR	862	1,6 a	AR
			861	1,0 a	AR
			871	0,8 a	AR

CV 72,18

¹Numeração dos clones segundo Programa de Melhoramento Genético do Guaraná. Embrapa Amazônia Ocidental.

²Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna, diferem entre si a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey (apresentação dos dados originais, análise estatística realizada utilizando a transformação dos dados pela fórmula $\sqrt{x + 0,5}$).

³AR= altamente resistente, R= resistente, MR= moderadamente resistente, S= susceptível, AS= altamente susceptível.

Tabela 2. Valores médios de severidade (%) do superbrotamento em clones de guaranazeiro em dois ecossistemas.

Clones ¹	Mata ²	Capoeira ³	Clones ¹	Mata ²	Capoeira ³
217	34,0 A a	28,9 A a	601	13,9 A bc	5,0 A bc
222	36,6 A a	0,4 B b	605	2,8 A bc	1,4 A c
223	51,1 A a	8,8 B ab	607	11,4 A bc	19,2 A ab
224	31,3 A a	5,9 B ab	609	10,4 A bc	4,6 A bc
225	34,5 A a	4,4 B ab	610	17,8 A b	10,5 A abc
227	32,2 A a	8,2 B ab	611	1,7 A c	0,4 A c
228	39,3 A a	9,7 B ab	612	16,8 A b	4,5 B bc
274	57,7 A a	28,1 A a	613	63,0 A a	30,6 B a
276	28,3 A a	9,1 A ab	619	10,9 A bc	3,2 A bc
			624	1,6 A c	0,4 A c
			626	2,2 A bc	2,1 A c
			631	15,7 A bc	1,1 B c
			648	4,6 A bc	4,6 A bc

CV% 48,32

CV% 61,17

¹Numeração dos clones segundo Programa de Melhoramento Genético do Guaraná. Embrapa Amazônia Ocidental.

²Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna, diferem entre si a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey (apresentação dos dados originais, análise estatística realizada utilizando a transformação dos dados pela fórmula $\sqrt{x + 0,5}$).

Avaliação de Fungicidas no Controle da Antracnose do Guaranazeiro

José Cristino Abreu de Araújo¹, José Clério Rezende Pereira¹, Luadir Gasparotto¹, Murilo Rodrigues de Arruda¹, Firmino José Nascimento Filho¹, Adônis Moreira¹

Introdução

O guaranazeiro (*Paullinia cupana var. sorbilis*) é uma cultura que vem se destacando no agronegócio amazonense. A espécie é originária da Amazônia e tem o município de Maués como um centro de diversificação da cultura, sendo também o maior produtor no Amazonas. Essa condição fez surgir, por co-evolução doenças que afetam severamente a cultura, sendo a antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum guaranicola*, a mais importante delas. O fungo induz sintomas do tipo crestamento em folíolos jovens, que são facilmente destacáveis pela ação do vento; em folhas mais desenvolvidas predominam sintomas do tipo lesões necróticas, caracterizando o quadro de antracnose. Ataques sucessivos de *C. guaranicola*, com desfolhas freqüentes causam morte descendente de ramos e subsequente morte da planta.

Na região de Maués a maioria dos plantios é antiga e formada de plantas propagadas sexuadamente, o que favorece à incidência da doença de forma severa. Essa condição e fatores como clima e ausência de manejo adequado contribuem para a existência de um quadro geral de decadência desses plantios, em que aproximadamente 60% da área plantada deixa de ser colhida pelo agricultor (Araújo et al., 2002).

O uso de clones resistentes é a forma mais eficiente e econômica no controle de doenças. Entretanto, a substituição de plantios é um processo complexo e demorado. Dessa forma, o controle químico, apesar de mais oneroso e requerer cuidados com o ambiente e o homem pode ser a alternativa mais viável a curto prazo. Entretanto, os estudos sobre o controle químico da antracnose são escassos, incluindo os realizados em condições de laboratório, de viveiro e de campo.

Em ensaios *in vitro*, Batista (1983) testou os fungicidas benomyl, tiofanato metílico, acetato de trifênil estanho, ziram, oxiclreto de cobre + zineb e clorotalonil, nas concentrações 25; 50; 100 e 200 ppm. Os mais eficientes foram o tiofanato metílico e o benomyl, que inibiram totalmente o crescimento micelial do fungo em todas as concentrações testadas.

Em estudos realizados em condições de viveiro, os fungicidas folpet (0,2%) e carbendazim (0,06%) foram os mais eficientes quando comparados com benomyl e captafol (Duarte et al., 1980; Duarte e Albuquerque, 1999). Entretanto as plantas testemunhas não apresentaram elevado índice de doença, como era esperado, o que foi atribuído pelos autores à variabilidade genética das plantas, que eram de propagação sexuada.

¹Pesquisador Embrapa Amazônia Ocidental. C.P. 319, CEP. 69011-970 Manaus, Amazonas. Cristinolo@cpaa.embrapa.br

Segundo Embrapa (1976), citado por Duarte e Albuquerque (1999), em trabalho realizado em condições de campo, os fungicidas benomyl (0,1%), óxido cuproso (0,3%) e mancozeb (0,3%), foram testados isolados ou associados a clorobenzilato (0,1%) com o objetivo de controlar ácaros, na época considerados disseminadores da doença superbrotamento (*Fusarium decemcellulare*). Os resultados mostraram uma redução da antracnose nas plantas pulverizadas com benomyl e naquelas tratadas com mancozeb associado a clorobenzilato. As informações disponíveis sobre o controle químico da antracnose do guaranazeiro, portanto, são incipientes e insuficientes para permitir recomendações com segurança.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de fungicidas em diferentes dosagens sobre a antracnose do guaranazeiro.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no período de março a julho de 2005, nas áreas do experimento ME 96-1 e ME 96-2, instalados em 1996, na área da Embrapa Amazônia Ocidental, localizada no município de Maués, Amazonas. As plantas utilizadas, portanto, tinham nove anos de idade, pertencentes a série clonal 600, tendo-se o cuidado de selecionar os clones mais suscetíveis da série, fortemente atacados pela doença.

Antes das aplicações dos fungicidas, as plantas sofreram uma poda para redução de 50% do volume de copa, através da remoção de ramos do ano e remoção ou

redução em 50% do comprimento dos ramos remanescentes com o objetivo de diminuir a doença e induzir e uniformizar a emissão de novos lançamentos. As pulverizações foram iniciadas quando 5 a 10% das plantas apresentaram lançamentos novos, observados de 16 a 26 dias após as podas.

Os fungicidas testados e respectivas dosagens foram: flutriafol (0,062; 0,094 e 0,125 L ha⁻¹); epoxiconazole (0,062; 0,094 e 0,125 L ha⁻¹); tebuconazole (0,08; 0,12 e 0,16 L ha⁻¹); azoxystrobin + difenoconazole (200 + 125 mL L⁻¹) (0,162; 0,195 e 0,260 L ha⁻¹); tiofanato metílico (0,250; 0,340 e 0,425 kg ha⁻¹); mancozeb (1,2; 1,6 e 2,0 kg ha⁻¹); propiconazole (0,08; 0,12 e 0,16 kg ha⁻¹) e azoxystrobin (0,10; 0,15 e 0,20 L ha⁻¹). Foram feitas três aplicações dos fungicidas protetores em intervalos semanais e duas aplicações dos sistêmicos em intervalos quinzenais. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições para cada tratamento, sendo cada planta uma unidade experimental, com uma repetição no tempo.

As avaliações foram realizadas cerca de um mês após o fim das pulverizações, utilizando-se uma escala diagramática com valores variando de um a quatro em função da percentagem de copa atacada pela doença. Os dados foram transformados usando a fórmula $\sqrt{x + 0,5}$ e submetido à análise de variância (Teste F) e comparados através de contraste de médias, utilizando teste de Tukey a 1% de significância.

Resultados e Discussão

Os resultados dos dois ensaios encontram-se nas tabelas 1 e 2. Verifica-se que o azoxystrobin e a mistura azoxystrobin + difenoconazole foram os produtos mais eficientes, com controle da doença acima de 90%, inclusive na menor dose. Os mesmos fungicidas tiveram comportamento

idêntico nas duas épocas de avaliação, enquanto que o tiofanato metílico, o flutriafol e o tebuconazole mostraram um controle superior a 85%, nos dois ensaios, mas na maior dose. Observa-se, ainda, que o mancozeb e o propiconazole mostraram-se eficientes apenas no segundo ensaio, com controle da doença acima de 90%, também na maior dose.

Tabela 1. Índice médio de severidade da antracnose em função dos fungicidas e doses.

Produtos	Dose			Média
	1	2	3	
Testemunha	88,00 C	88,00 E	88,00 D	88,00 F
Epoxiconazole	76,46 C	74,32 DE	64,42 CD	70,31 EF
Tiofanato metílico	69,05 C	25,00 BCD	13,07 AB	31,89 CDE
Flutriafol	64,42 BC	25,00 BCD	8,50 AB	28,33 BC
Propiconazole	62,78 BC	25,00 BCD	18,57 BCD	33,03 BCD
Mancozeb	53,49 BC	53,49 CDE	29,04 CD	44,52 CDE
Tebuconazole	18,57 AB	18,57 ABC	13,07 AB	16,63 B
Azoxystrobin + Difenoconazole	8,50 A	0,00 A	0,00 A	1,66 A
Azoxystrobin	1,66 A	1,66 AB	1,66 A	1,66 A
CV%	22,186			

¹Médias seguidas por letras distintas maiúsculas na mesma coluna, diferem entre si a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey (apresentação do dados originais, análise estatística realizada utilizando a transformação dos dados pela fórmula $\sqrt{x + 0,5}$).

Comparando-se os dados das tabelas 1 e 2, observa-se um melhor efeito geral de controle da doença pelos fungicidas na segunda época de aplicação, à exceção do epoxiconazole, que sempre foi idêntico à testemunha nas duas épocas. Alguns fatores podem explicar tal efeito: (1) maior volume de chuvas nos meses de março e abril, período em que se concentraram as pulverizações da primeira época e, (2) ocorrência de alguma deriva, pela ação dos ventos em função do horário de aplicação. A melhoria no segundo ensaio também pode ser consequência da maior

eficiência da aplicação, em detrimento da ocorrência de deriva.

Para efeito de recomendação de fungicidas, este foi o primeiro trabalho realizado com controle experimental, uma vez que no trabalho citado por Duarte e Albuquerque (1999) os fungicidas foram testados com o objetivo de testar ácaros. A observada redução da antracnose foi uma constatação que, provavelmente, não resultou de uma avaliação criteriosa da doença.

Tabela 2. Índice médio de severidade da antracnose em função dos fungicidas e doses

Produtos	Dose			Média
	1	2	3	
Testemunha	59,41 C	59,41 C	59,41 B	59,41 D
Epoxiconazole	52,39 C	57,83 C	48,35 B	52,79 CD
Tiofabnato metílico	53,09 C	8,50 CB	4,50 AB	17,02 BC
Flutiafol	82,13 C	29,04 CB	0,00 A	25,28 BCD
Propiconazole	43,02 BC	0,00 B	4,50 AB	9,61 AB
Mancozeb	64,42 C	13,07 CB	4,50 AB	21,20 BCD
Tebuconazole	76,46 C	69,05 C	4,50 AB	41,10 CD
Azoxystrobin + Difenconazole	1,66 AB	0,00 B	0,00 A	0,42 A
Azoxystrobin	0,00 A	0,00 B	0,00 A	0,00A
CV%	37,256			

¹Médias seguidas por letras distintas maiúsculas na mesma coluna, diferem entre si a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey (apresentação do dados originais, análise estatística realizada utilizando a transformação dos dados pela fórmula $\sqrt{x + 0,5}$).

Em suma, pode-se concluir que os fungicidas azoxystrobin (0,10L ha⁻¹) e azoxystrobin + difenoconazole (0,162 L ha⁻¹) controlaram eficiente a antracnose do guaranazeiro com níveis de eficácia superiores a 90%.

Literatura Citada

Araújo, J.C.A.; PEREIRA, J.C.R.; GASPAROTTO, L.; ATROCH, A.L. Surto de antracnose (*Colletotrichum guaranicola*) do guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) no Estado do Amazonas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27 (suplemento): S78. 2002.

BATISTA, M.F. **Doenças do guaranazeiro**. Manaus: EMBRAPA-UEPAE de Manaus, 1983. 27p. (EMBRAPA-UEPAE de Manaus. Circular Técnica, 9).

DUARTE, M.L.R.; CORREA, M.P.F.;

ALBUQUERQUE, F.C.; BATISTA, M.F. Controle químico da antracnose no guaraná em condições de viveiro. Belém:Embrapa-CPATU, 1980. 2p. (Embrapa-CPATU. Pesquisa em andamento, 4).

DUARTE, M.L.R.; ALBUQUERQUE, F.C. Doenças da cultura do guaranazeiro. In: Duarte, M.L.R. (Ed.) Doenças de Plantas no Trópico Úmido Brasileiro. Belém, PA, Embrapa-CPATU, 1999. p. 89-121.

Caracterização dos Sintomas da Antracnose do Guaranazeiro

José Cristino Abreu de Araújo¹, José Clério Rezende Pereira¹, Luadir Gasparotto¹, Murilo Rodrigues de Arruda¹

Introdução

A antracnose (*Colletotrichum guaranicola* Albuquerque) é a principal doença do guaranazeiro e um dos fatores responsáveis pela baixa produtividade e decadência de guaranazais no Amazonas (Batista, 1983), principalmente no município de Maués, maior produtor do Estado. Os sintomas predominantes da doença são o crestamento de folíolos e hastes tenras, com subsequente queda de folíolos (Fig. 1A) e lesões necróticas, de coloração marrom-escura e contornos definidos (Fig. 1B), em folhas ainda em expansão, em estádios anteriores ao de maturação fisiológica (Duarte e Albuquerque, 1999).



Figura 1. Crestamento de folíolos jovens (A) e lesões necróticas de coloração marrom escura e contornos definidos.

¹Pesquisador Embrapa Amazônia Ocidental. C.P. 319, CEP. 69011-970 Manaus, Amazonas. Cristinolo@cpaa.embrapa.br

Entretanto, em avaliações da doença nos Campos Experimentais da Embrapa Amazônia Ocidental, nos municípios de Maués e Manaus, têm-se observado freqüentemente a ocorrência de outros sintomas, os quais, ou não foram caracterizados para a antracnose, ou assemelham-se a sintomas descritos para outras doenças. Este quadro indefinido de sintomas resulta em dificuldades na diagnose da doença no campo, bem como no uso de escala diagramática para avaliar a resistência à doença e outros métodos de controle, particularmente o químico e cultural. O objetivo deste trabalho, portanto, foi caracterizar os sintomas e confirmar a sua etiologia.

Material e Métodos

Para a caracterização dos sintomas, realizaram-se inspeções fitossanitárias nos Campos Experimentais da Embrapa Amazônia Ocidental no primeiro semestre de 2005 nos municípios de Maués e Manaus. Folhas apresentando diferentes tipos de sintomas foram fotografadas e coletadas para análise no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa, em Manaus. O material foi colocado em câmara úmida por setenta e duas horas e examinado em microscópio estereoscópico, em aumentos de 16 e 40 vezes. Em seguida, prepararam-se as lâminas que foram examinadas em microscópio ótico comum, utilizando-se as objetivas de 20X e 40X.

Resultados e Discussão

Além dos sintomas crestamento e lesões necróticas de coloração marrom-escuro, de contorno definido, foram observados no campo, outros tipos de sintomas que se caracterizam como: (1) lesões de coloração marrom circundada por halo amarelo conspícuo (Fig. 2); (2) lesões do tipo mancha zonada sem halo (Fig. 3); (3) lesões marrons alongadas acompanhando a nervura (Fig. 4); (4) mancha areolada sem halo (Fig. 5); e (5) manchas irregulares castanho avermelhada (Fig. 6). Alguns desses sintomas assemelham-se aos descritos para outras doenças, como é o caso do tipo 3, mancha areolada sem halo (Fig. 4), semelhante ao associado à queima da teia micélica, causada por *Thanatephorus cucumeris* e o sintoma do tipo 4, manchas marrons alongadas ao longo das nervuras (Fig.5), associadas a requeima, causada por *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*, ambas as doenças descritas por Duarte e Albuquerque (1999). Dessa forma, as lesões descritas nos sintomas 3 e 4 erroneamente descritas na literatura (Duarte e Albuquerque, 1999), são seguramente representativas de agressões típicas induzidas por *C. guaranicola*, cuja avaliação no aspecto podem ser devidas ao estágio fenológico em que ocorreu a infecção e/ou mesmo devido à resposta clonal.

Foram observados em todos os materiais submetidos a câmara úmida, examinados ao microscópio estereoscópico a formação de massas de esporos em ambas as faces dos folíolos. Ao microscópio ótico comum observou-se a presença exclusiva e em profusão de esporos de *Colletotrichum*. Assim,

confirma-se que os diferentes sintomas, ilustrados nas fotografias a seguir são causados pelo *Colletotrichum guaranicola*. Em adição, a caracterização mais fidedigna dos sintomas é bastante útil e necessária quando da utilização de escalas diagramáticas para a quantificação da severidade da doença.



Figura 2. Lesões de coloração marrom circundada por halo amarelo conspícuo.



Figura 3. Lesão do tipo mancha zonada sem halo.



Figura 4. Lesão marrom-alongada, acompanhando a nervura.



Figura 5. Mancha aureolada sem halo.



Figura 6. 6 Manchas irregulares castanho-avermelhadas.

Literatura Citada

BATISTA, M.F. **Doenças do guaranazeiro**. Manaus: EMBRAPA-UEPAE de Manaus, 1983. 27p. (EMBRAPA-UEPAE de Manaus. Circular Técnica, 9).

DUARTE, M.L.R.; ALBUQUERQUE, F.C. Doenças da cultura do guaranazeiro. In: Duarte, M.L.R. (Ed.) **Doenças de Plantas no Trópico Úmido Brasileiro**. Belém, PA, Embrapa-CPATU, 1999. p. 89-121.

Poda Fitossanitária no Controle da Antracnose do Guaranazeiro

José Cristino Abreu de Araújo¹, José Clério Rezende Pereira¹, Luadir Gasparotto¹, Murilo Rodrigues de Arruda¹, Firmino José Nascimento Filho¹, Adônis Moreira¹

Introdução

O guaranazeiro é uma espécie nativa da Amazônia que vem assumindo importância crescente no agronegócio do Estado do Amazonas. As suas propriedades medicinais e estimulantes o torna importante insumo para indústrias de refrigerantes e cosméticos. No Amazonas, os maiores produtores de guaraná no ano 2003, de acordo com o IBGE (2005) os municípios de Maués, Urucará, Nova Olinda do Norte e Boa Vista dos Ramos, com produções de 378 t, 68 t, 68t e 46 t, respectivamente. A produção estadual foi de 779 t e a produtividade de 150 kg ha⁻¹ de sementes secas, bem abaixo das médias da Bahia (390 kg ha⁻¹) e brasileira, que foi de 298 kg ha⁻¹ (IBGE, 2005).

Entre as causas da baixa produtividade da cultura no Amazonas, destacam-se as doenças. A antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum guaranicola*, é a principal delas, infligindo pesadas perdas, tornando-se, assim, um dos fatores limitantes a expansão e produtividade dos guaranazais do Amazonas (Batista, 1983).

Dentre as alternativas de controle de doença, sobressaem o uso de variedades resistentes e a aplicação de fungicidas. O uso de variedades resistentes é a medida mais eficiente e econômica de controle de doença. Entre os clones de guaranazeiro lançados pela Embrapa Amazônia Ocidental ocorrem materiais com bons níveis de resistência à antracnose no campo. Entretanto, devido ao lançamento recente, ainda é freqüente, nos principais municípios produtores, a ocorrência de plantios formados de plantas propagadas sexualmente, nas quais, ou pela ausência de seleção ou por segregação, a doença incide de forma severa. Além disso, alguns clones inicialmente promissores não confirmaram níveis satisfatórios de resistência no campo. Por sua vez, a aplicação de fungicidas para o controle da doença é limitada pela escassez de informações quanto à eficiência de produtos. Assim, torna-se necessária a busca por alternativas eficientes e economicamente viáveis.

¹Pesquisador Embrapa Amazônia Ocidental. C.P. 319, CEP. 69011-970 Manaus, Amazonas. Cristinolo@cmaa.embrapa.br

Além da utilização de cultivares resistentes e ou do emprego de fungicidas, outras estratégias de controle, nas quais se procura empregar práticas de fuga do patógeno e/ou da modificação do ambiente, podem ser implementadas. Neste caso, conforme Kimati e Bergamin Filho (1995), o que se objetiva é a condução da cultura, através da modificação em sua fisiologia ou mesmo modificação no ambiente, de forma que a renovação foliar não coincida com as condições climáticas favoráveis ao patógeno e/ou a sua disseminação. Estratégias de controle voltadas para o ambiente com reflexos na concentração e, principalmente, no potencial de inóculo, as quais se constituem numa fuga dirigida contra o patógeno, atuam no desenvolvimento da doença, retardando o seu progresso, o que tem sido definidos como táticas de evasão ou regulação (Kimati e Mergamin Filho, 1995).

A antracnose ataca as plantas em qualquer estágio de desenvolvimento, causando lesões necróticas em folhas e hastes. Entretanto, a susceptibilidade destes órgãos ao fungo ocorre na fase anterior à maturação fisiológica. Dessa forma, os sintomas manifestam-se nos lançamentos novos, cuja emissão predomina na época chuvosa, principalmente no período de março a junho, ocasião mais favorável à disseminação da doença. Observa-se, ainda, desuniformidade nos lançamentos dos materiais, sendo uns precoces e outros tardios. A manifestação da doença, portanto, está relacionada à fenologia da planta. Assim, o objetivo do presente

trabalho foi avaliar o efeito da poda fitossanitária na severidade da antracnose em plantas de guaranazeiro.

Material e Métodos

As podas foram realizadas em quatro épocas, nos dias 8 de março, 7 de abril, 6 de maio e 2 de junho de 2005, na área do experimento ME 96-1, instalado em 1996, no Campo Experimental de Maués, pertencente à Embrapa Amazônia Ocidental. As plantas utilizadas, portanto, tinham nove anos de idade e pertencem à série clonal 200, que se caracteriza pela alta suscetibilidade à antracnose.

As podas foram realizadas em dois níveis, nos quais as plantas sofreram uma redução de 50% ou de 75% no volume de copa, através da remoção de ramos do ano e remoção ou redução de 50% ou 75% do comprimento dos ramos remanescentes. O delineamento foi inteiramente casualizado, utilizando-se cinco plantas para cada nível de poda, cada planta representando uma repetição. Foi feita uma avaliação final do experimento em 13 de setembro de 2005, com o registro da proporção de copa infectada de todas as plantas. Os dados foram transformados usando a fórmula $\sqrt{x + 0,5}$ e submetido à análise de variância (Teste F) e comparados através de contraste de médias, utilizando teste de Tukey a 1% de significância.

Resultados e Discussão

Na tabela 1, são apresentados os valores médios da severidade da antracnose, expressa em percentagem de copa atacada pela doença, em função da época de execução da poda. Observa-se que para as podas efetuadas no mês de março a severidade foi elevada, independentemente da intensidade da poda, com valores médios da severidade média de 64,35% de copa atacada. Entretanto, para as podas realizadas nos meses de abril e maio, ocorreram reduções significativas nos valores da severidade média, o que redundou em uma redução de 50% nos valores médios da severidade média. Com relação às podas executadas no mês de junho, independentemente da intensidade de poda, ocorreu um incremento da ordem de 152% nos valores médios da severidade média.

Tabela 1. Severidade média da antracnose expressa em % de copa infectada em clones de guaranazeiro em função da época de poda¹.

Época de poda	Níveis de poda		
	50%	70%	Média
Março	61,59 c A	67,17 c A	64,35 b
Abril	36,31 b A	25,49 a A	30,66 a
Maio	22,70 a A	39,92 b B	30,72 a
Junho	80,56 d A	74,54 c A	77,52 b
Média	47,69A	49,71 A	
CV%	9,28		

¹Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma linha e minúsculas distintas na mesma coluna, diferem entre si a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey (apresentação do dados originais, análise estatística realizada utilizando a transformação dos dados pela fórmula $\sqrt{x + 0,5}$).

Na Tabela 2, pode-se observar a ausência de efeito do nível ou da intensidade de poda, explicável pela ausência de significância entre os valores

de severidade média da doença. Ocorreu, entretanto, mudança na posição hierárquica nos níveis de poda nos meses de abril e maio; provavelmente devido à existência de erro crítico, conforme Van der Plank (1963).

A leitura dos resultados contidos nas tabelas 1 e 2 permite inferir sobre a eficiência da poda fitossanitária efetuada nos meses de abril e maio, como estratégia de controle da antracnose do guaranazeiro.

Plantas de guaranazeiro, independentemente do nível de poda, emitem novos lançamentos de forma maciça e consistente, três a quatro semanas após as podas. Nas áreas tradicionais de cultivo do Estado do Amazonas, como os municípios de Maués e Urucará, as plantas podadas nos meses de abril e maio produzem novos lançamentos em um período coincidente com a menor precipitação pluviométrica, ou ausência desta. Em adição, *C. guaranicola* é um patógeno fúngico pertencente à classe Coelomycetes, os quais produzem seus conídios em uma estrutura chamada acérvulo. Os conídios, conforme Krugner e Bacchi (1995), são produzidos no interior dos acérvulos envoltos numa matriz gelatinosa. Durante os períodos chuvosos a matriz gelatinosa é hidrolisada, o que facilita a liberação dos conídios e propicia a disseminação do patógeno. Porém, quando a planta emite novos lançamentos foliares, coincidentes com o período seco, mesmo que o patógeno esteja presente na área, as condições ótimas para a liberação dos conídios são restringidas, o que permite, desta forma, que a poda fitossanitária, reduza significativamente a antracnose do guaranazeiro.

Tabela 2. Severidade média da antracnose expressa em % de copa infectada em clones de guaranazeiro em função da intensidade de poda¹.

Níveis de Poda	Época				
	Março	Abril	Maior	Junho	Média
50%	61,59 a B	36,31 b A	22,70 a A	80,56 a B	47,49 a
75%	67,17 a B	25,49 a A	39,92 b A	74,54 a B	49,71 a
Média	64,35 B	30,66 A	30,72 A	77,52 B	
CV%	9,282				

¹Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma linha e minúsculas distintas na mesma coluna, diferem entre si a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey (apresentação do dados originais, análise estatística realizada utilizando a transformação dos dados pela fórmula $\sqrt{x + 0,5}$).

Quando os valores médios da severidade foram submetidos à análise de regressão, obteve-se para as curvas de progresso da doença um ajuste quadrado negativo, com os valores médios da severidade mínima ocorrendo num intervalo de tempo entre os meses de abril e maio. Os valores dos coeficientes de correlação variando de 0,79 a 0,82, obtidos, respectivamente, para o nível 1 ou 50% de redução de copa e nível 2, ou 75% de redução de copa, evidenciam os efeitos diretos da época de poda na severidade da doença (Fig 1). Por outro lado, a elevação nos valores da severidade média, observada no mês de junho permite inferir que além da umidade (ocorrência de chuvas), outros fatores abióticos atuam na severidade da doença. E, nesse caso, em especial, devido ao fato de *C. guaranicola* constituir-se em um patógeno necrotrófico, o qual produz enzimas que degradam a parede celular, é beneficiado pela ocorrência de alguma forma de estresse como, por exemplo, déficit hídrico e/ou nutricional.

Em resumo, os resultados deste trabalho apontam para a possibilidade de se usar a poda fitossanitária em épocas pré-determinadas como estratégia de controle da antracnose, principalmente para os pequenos produtores e, em especial, para aqueles que visam produção orgânica.

Literatura Citada

- BATISTA, M.F. Doenças do guaranazeiro. Embrapa-Uepae, Circular Técnica 9, 1983. 27p.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA)**, 2005. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 set. 2005.
- KIMATI, H.; BERGAMIN FILHO, A. Princípios gerais de controle. In: Bergamin Filho, A. Kimati, H. e Amorin, L. (Eds) Manual de Fitopatologia. Editora Agronômica Ceres. São Paulo, São Paulo, 1995. p. 692-709.

KRUGNER, T.L.; BACCHI, L.M.A. Fungos. In: Bergamin Filho, A. Kimati, H. e Amorin, L. (Eds) Manual de Fitopatologia. Editora Agronômica Ceres. São Paulo, São Paulo, 1995. p. 46-96.

VAN der PLANK, J. E. **Plant disease: epidemic and control**. New York: Academic Press, 1963. 349p.

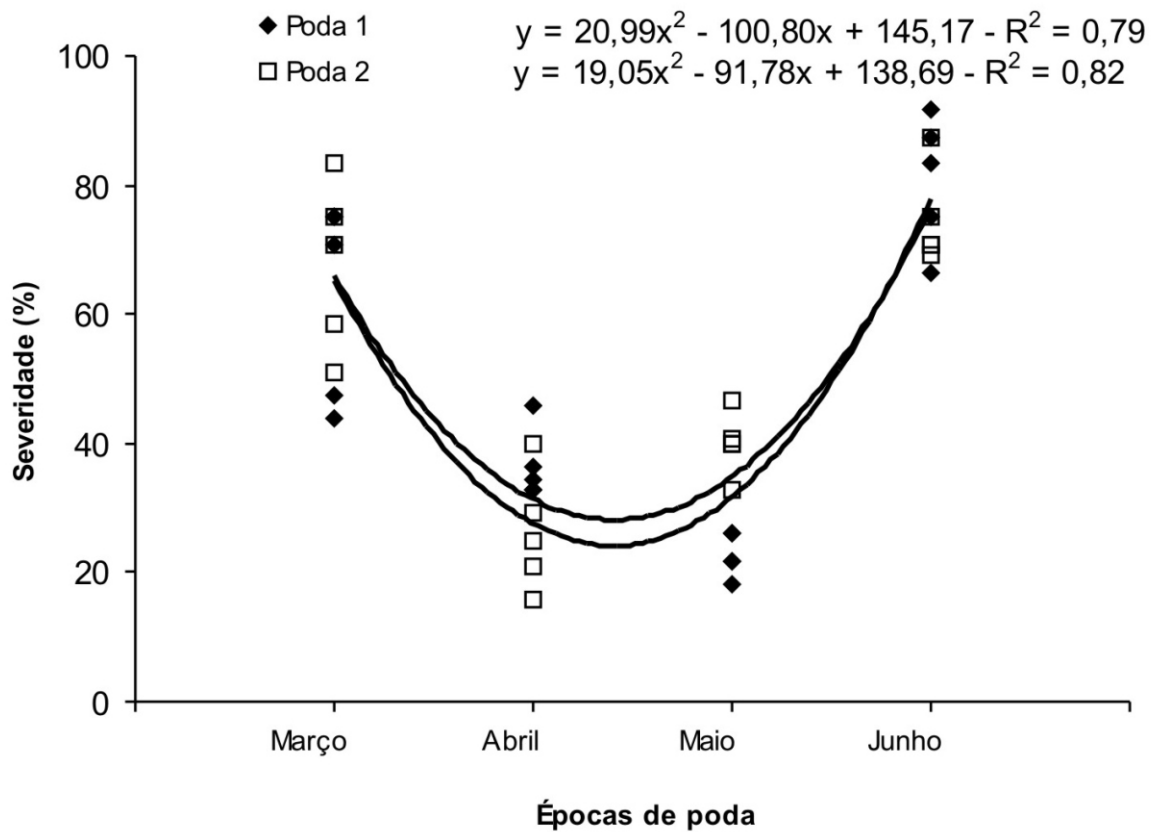


Figura 1. Curva de progresso da antracnose do guaranazeiro submetido a duas intensidades de poda em diferentes épocas.

Progresso da Antracnose do Guaranazeiro no Estado do Amazonas

José Cristino Abreu de Araújo¹, José Clério Rezende Pereira¹ & Luadir Gasparotto¹

Introdução

O guaranazeiro é uma cultura originária do Amazonas e poderá contribuir para o agronegócio do Estado. A região dos municípios de Maués e Boa Vista do Ramos é considerada centro de diversificação da cultura, sendo o Brasil praticamente o único produtor em escala comercial no mundo. Embora existam plantios comerciais nos Estados de Mato Grosso, Bahia e Pará, os maiores incentivos para o cultivo são direcionados para agricultores do Amazonas. Não obstante, a expansão do cultivo no Estado vem sendo limitada pelo ataque da antracnose, doença causada por *Colletotrichum guaranicola* (Albuquerque) principalmente no município de Maués, o maior produtor de guaraná do Amazonas. Em plantas atacadas, o fungo induz sintomas do tipo crestamento em folhas jovens, com subsequente queda desses órgãos (Figura 1).



Figura 1. Crestamento de folíolos jovens (A) e subsequente queda das folhas (B)

¹Pesquisador Embrapa Amazônia Ocidental. C.P. 319, CEP. 69011-970 Manaus, Amazonas. Cristinolo@cpaa.embrapa.br

Em folhas com limbo parcialmente expandido, os sintomas são do tipo lesões necróticas, caracterizando o quadro de antracnose (Figura 2). Ataques sucessivos de *C. guaranicola*, com desfolhas freqüentes, induzem morte descendente dos ramos e subsequente morte da planta. Este quadro de sintomas é freqüente nos plantios de Maués, que em sua maioria são antigos e formados de plantas propagadas sexuadamente, nas quais, ou pela ausência de seleção, ou por segregação, a doença incide da forma severa. Dessa forma, a antracnose e a ausência de manejo adequado contribuem para a existência de um quadro geral de decadência desses plantios, em que aproximadamente 60% da área plantada, deixa de ser colhida pelo agricultor. O objetivo deste trabalho, portanto, foi quantificar a severidade da antracnose do guaranazeiro em um plantio localizado no município de Maués



Figura 2. Lesões necróticas em folíolos de guaranazeiro.

Material e Métodos

Realizou-se, no primeiro semestre de 2001, o levantamento da incidência da antracnose em um plantio localizado no

município de Maués. Este plantio tem cerca de 35 anos de idade, 20 hectares, e uma população inicial estimada em 8000 plantas, distribuídas em espaçamento de 5m x 5m. A área foi plantada com mudas formadas a partir de sementes e desde a sua implantação o manejo foi precário, principalmente quanto ao controle de ervas daninhas, ausência de fertilização e controle de doenças, resultando num quadro atual de severo ataque de antracnose.

Resultados e Discussão

Registrou-se uma perda acumulada de aproximadamente 4800 plantas, correspondente a 60% da população inicial. Das plantas remanescentes, cerca de 3200, 87,5% delas apresentavam sintomas de antracnose de severo a moderado e apenas 12,5% apresentavam sintomas leves ou ausência total de sintomas. Desse quadro também resulta que o grau de comprometimento da produção é elevado, sendo que apenas 50% das plantas remanescentes contribuem para a produção. Os resultados obtidos indicam que num curto período de tempo a doença pode inviabilizar a exploração do guaraná na região de Maués, como alternativa econômica para pequenos e médios agricultores. A utilização de clones resistentes é a alternativa mais promissora no combate à antracnose. No guaranazal objeto deste estudo, o replantio e a ampliação da área cultivada vêm sendo realizados com clones produtivos e resistentes à antracnose (Figura 3).



Figura 3. Visão panorâmica atual do plantio, após reposição com mudas de clones resistentes.

Leguminosas como Hospedeiras Alternativas de *Colletotrichum* *Guaranicola* Albuquerque

Libia de Jesus Miléo⁽²⁾ Jânia Lilia da Silva Bentes⁽³⁾ José Ferreira da Silva⁽³⁾

Introdução

O uso de leguminosas nos sistemas de produção do guaranazeiro para controlar plantas daninhas pode ser uma opção ao produtor devido ao elevado preço de herbicidas. Entretanto, algumas espécies de leguminosas são hospedeiras de fungos do gênero *Colletotrichum*. Assim, *Mucuna aterrima* entre quatro espécies de leguminosas semeadas em experimento de campo cultivado com guaraná, propiciou alto índice de antracnose nas plantas de guaranazeiro (FERNANDES, 2003), enquanto em *Mucuna cochinchinesis*, não houve sintomas da doença (CANTO, 1992). Em *Stylosanthes* o fungo *C. gloeosporioides* (Penz.) Sacc causou desfolha e destruiu a planta (VERZIGNASSI & FERNANDES, 2001).

O fato de leguminosas de cobertura hospedarem fungos do gênero *Colletotrichum* elaborou-se este trabalho como o objetivo de avaliar espécies de leguminosas de cobertura de solo como hospedeiras do *C. guaranicola*.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, na Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso e cada parcela formada por um vaso com três plantas da mesma espécie, com quatro repetições. Os tratamentos foram as leguminosas: *Arachis pintoi* (Krap & Greg), *Calopogonium mucunoides* Desv., *Chamaecrista rotundifolia* (Pers.) Greene, *Crotalaria striata* Scharank, *Desmodium ovalifolium* Wall. Ex Merr, *Flemingia congesta* (Roxb.), *Mucuna aterrima* Piper & Tracy, *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth e *Tephrosia candida* DC.

O substrato foi terriço de floresta e o resultado da análise deste material foi o seguinte: 24,82% de areia total; 3,32% de silte e 71,86% de argila.

Em cada vaso de plástico de 5 kg foram colocados 4 kg do terriço e aplicados 17,810g de calcário. Depois de trinta e sete dias fez-se a correção da fertilidade com superfosfato triplo e cloreto de potássio. Após quarenta dias todas as plantas foram inoculadas.

Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, ⁽²⁾ Mestranda do Programa de Pós-graduação em Agricultura e Sustentabilidade na Amazônia, ⁽³⁾ Universidade Federal do Amazonas. FCA. Campus Universitário, Setor Sul. 69077-000 Manaus, AM. Email: libiamileo@ufam.edu.br; ⁽³⁾ janialilia.bentes@bol.com.br; jfsilva@ufam.edu.br

O *Colletotrichum guaranicola* foi isolado de folhas de guaranazeiro com antracnose, coletadas no plantio experimental de guaraná da Embrapa, em Manaus. Os fragmentos foliares foram desinfestados superficialmente (DHINGRA & SINCLAIR, 1995) e isolados em placas de Petri com meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-Ágar) acrescido de antibiótico clorafenicol (250 mg/L) para a individualização das colônias do fungo e obtenção de culturas puras. Estas foram armazenadas em tubos de ensaio com BDA, em laboratório.

Para estimular a produção dos esporos, as placas com os fungos foram expostas à luz fluorescente de $180 \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ constante, por sete dias. Para confirmar a espécie do fungo mediu-se o comprimento e a largura dos esporos com auxílio de uma ocular micrométrica acoplada em microscópio estereoscópico. Os dados médios obtidos foram comparados com os parâmetros na literatura (ALBUQUERQUE, 1961; BENTES & BARRETO, 2004).

Para o preparo do inóculo foi adicionado 20 ml de água destilada às placas com as colônias de *C. guaranicola* e levemente raspadas para a liberação dos esporos. A concentração da suspensão de esporos foi de 10^5 conídios/mL.

A inoculação foi feita com atomizador manual, nas faces abaxial e adaxial das folhas de cada espécie e em 12 testemunhas de cada tratamento, com água destilada e esterilizada. Depois as plantas foram mantidas em câmara úmida feita com plástico transparente e umedecidas, por 48h. Após esse período, as leguminosas

foram avaliadas diariamente, observando-se em cada planta o surgimento de mancha foliar, durante 15 dias.

O reisolamento do patógeno foi feito a partir de folhas lesionadas das espécies de leguminosas em meio de cultura BDA acrescido do antibiótico clorafenicol (250 mg/L), em laboratório. O experimento foi repetido por três vezes.

Resultados e Discussão

As leguminosas *Arachis pintoi*, *Chamaecrista rotundifolia*, *Desmodium ovalifolium*, *Flemingia congesta* e *Tephrosia candida* não apresentaram sintomas de antracnose causada pelo *C. guaranicola*. Essas espécies não foram hospedeiras do patógeno da antracnose. As leguminosas *Calopogonium mucunoides*, *Crotalaria striata*, *Mucuna aterrima* e *Pueraria phaseoloides* apresentaram manchas foliares em calopogônio e crotalária a partir do terceiro dia, em algumas plantas, e ao final da avaliação todas as plantas inoculadas apresentaram folhas lesionadas. Em mucuna-preta e puerária, os sintomas apareceram a partir do quarto dia e aumentou gradativamente o número de plantas com lesão foliar.

Considerando que o agente da antracnose penetra diretamente nas células epidérmicas, a anatomia foliar apresenta-se como um dos fatores na interação patógeno-hospedeiro (JERBA *et al.*, 2005).

Durante a avaliação houve o coalescimento de muitas lesões, as quais se tornaram necróticas e de coloração marrom-escuro. Em calopogônio, as lesões se concentraram no ápice da folha,

enquanto que na mucuna-preta, estas se tornaram alongadas, extensas e irregulares, distribuindo-se por quase toda a folha. A expansão da lesão reflete a ação infecciosa do patógeno (BERGER *et al.*, 1997). Isto sugere maior ação do *C. guaranicola* sobre a mucuna-preta. Já na crotalária houve pouca evolução da área lesionada, exceto quanto à coloração, que se tornou marrom-escura, com aspectos necróticos. Na puerária, as lesões consistiram de pequenas manchas arredondadas, de coloração marrom distribuídas por toda a folha. As lesões da parte central da folha tornaram-se maiores e de coloração mais intensa. Foi verificado amarelecimento típico de deficiência nutricional, tanto na puerária inoculada com o fungo, quanto nas testemunhas.

A agressividade de *C. guaranicola* sobre as leguminosas hospedeiras foi evidenciada pela alteração na coloração das folhas. Em cultivo de guaranazeiro, plantas com antracnose foram distinguidas, em consequência da coloração escura acentuada causada pelo fungo, oferecendo um nítido contraste com o verde normal das folhas (DUARTE *et al.*, 1995).

A presença do patógeno nas leguminosas com antracnose foi confirmada a partir do reisolamento do fungo retirado de folhas lesionadas, obedecendo aos Postulados de Koch. Isto comprovou que o *C. guaranicola* foi o causador das lesões nas folhas de calopogônio, crotalária, mucuna-preta e puerária, confirmando-as como hospedeiras. As plantas testemunhas não manifestaram os sintomas da doença.

Concluiu-se que as leguminosas

Arachis pintoi, *Chamaecrista rotundifolia*, *Desmodium ovalifolium*, *Flemingia congesta* e *Tephrosia candida* não foram hospedeiras de *Colletotrichum guaranicola*, podendo ser testadas em condições de campo, pois parecem não oferecer possíveis riscos como fonte de inoculo de *C. guaranicola* em cultivos de guaranazeiro.

As leguminosas *Calopogonium mucunoides*, *Crotalaria striata*, *Mucuna aterrima* e *Pueraria phaseoloides* foram hospedeiras do patógeno, não sendo por isso recomendadas para consórcio em cultivos de guaranazeiro, uma vez que além do hospedeiro principal, o fungo poderá se multiplicar nas leguminosas de cobertura.

Literatura Citada

ALBUQUERQUE, F.C. **Antracnose do guaraná**. Rio de Janeiro. Ministério da Agricultura. Serviço de Informação Agrícola. 1961. 22p.

BENTES, J.L.S.; BARRETO, R.W. Reavaliação taxonômica de *Colletotrichum guaranicola* Albuq. agente causal da antracnose do guaranazeiro. **Acta Amazônica**, v. 34, p. 129-131, 2004.

BERGER, R.D.; BERGAMIN FILHO, A. & AMORIM, L. Lesion expansion as an epidemic component. **Phytopathology** v. 87, p. 1005-1013, 1997.

CANTO, A.C. Avaliação de leguminosas de cobertura no estado do Amazonas. **Rev. da U. A.** Série Ciências Agrárias, v.1, págs. 49-61, 1992

DHINGRA, O.D.; SINCLAIR, J.B. **Basic Plant Pathology Methods**. 2ªed. Boca Raton. CRC. 1995. 434p.

DUARTE, M.L.R.; ALBUQUERQUE, F.C.; CORRÊA, M.P.F. Variações morfológicas e fisiológicas em isolamentos de *Colletotrichum guaranicola*. **Fitopatologia Brasileira**. v. 20, p. 141-144, 1995.

FERNANDES, R.S. **Controle de plantas daninhas com leguminosas de cobertura de solo, em diferentes densidades populacionais, em guaranazal (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) no município de Presidente Figueiredo, AM**. 2003. 58p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

JERBA, V.F.; RODELLA, R.A.; FURTADO, E.L. Relação entre a estrutura foliar de feijoeiro e a pré-infecção por *Glomerella cingulata* f. sp. *phaseoli*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 40, p. 217-223, 2005.

VERZIGNASSI, J.R.; FERNANDES, C.D. **Doenças em forrageiras**. Embrapa Gado de Corte. Campo Grande, MS. 2001. (Documento 50).

Levantamento de Fungos Fitopatogênicos em Plantas Daninhas em Cultivos de Guaranazeiro no Estado do Amazonas

Libia de Jesus Miléo⁽²⁾ José Ferreira da Silva⁽³⁾ Jânia Lilia da Silva Bentes⁽³⁾

⁽¹⁾ Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, ⁽²⁾ Mestra em Agricultura e Sustentabilidade na Amazônia, ⁽³⁾ Universidade Federal do Amazonas, FCA. 69077-000 Manaus, AM. E-mail: ⁽²⁾libiamileo@ufam.edu.br; ⁽³⁾janialilia.bentes@bol.com.br; jfsilva@ufam.edu.br

Introdução

O guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) é uma cultura de valor econômico para o Estado do Amazonas. Entretanto, a incidência de doenças e de plantas daninhas constituem fatores limitantes à expansão deste cultivo (IBGE, 1999).

As doenças fúngicas são responsáveis por 70 % da redução de produtividade em culturas de importância econômica (AGRIOS, 1997). A antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum guaranicola* Albuq., é a principal doença do guaranazeiro (TRINDADE & POLTRONIERI, 1997), tendo sido apontada como um dos fatores responsáveis pela redução da área cultivada com esta lavoura no Estado do Amazonas (IBGE, 1999).

Como hospedeiras intermediárias de doenças, as plantas daninhas servem de reservatório para a infestação das culturas (LEITE JÚNIOR & MOHAN, 1990), as quais são igualmente suscetíveis ao patógeno (GALLI *et al.*, 1978).

Por isso, conhecer as espécies de plantas daninhas que crescem em cultivos de guaranazeiro, que estão associadas a doenças, permitirá desenvolver estratégias para o manejo destas plantas. Este trabalho teve por objetivo fazer um levantamento de fungos fitopatogênicos em comunidades de plantas daninhas em cultivos de guaranazeiro, no Estado do Amazonas.

Material e Métodos

As plantas daninhas foram coletadas no período de agosto a novembro de 2004, em propriedades - localizadas nos municípios de Iranduba, Maués, Presidente Figueiredo e Fazenda da Universidade Federal do Amazonas, no Estado do Amazonas.

Para a amostragem das plantas daninhas adotou-se a metodologia descrita por VELLINI (1994). Em cada amostra utilizou-se um quadrado de madeira de 0,036 m⁻² arremessado em duas linhas transversais em formato de "x" em pontos distantes 9 m entre si.

Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, ⁽²⁾ Mestra em Agricultura e Sustentabilidade na Amazônia, ⁽³⁾ Universidade Federal do Amazonas, FCA. 69077-000 Manaus, AM. E-mail: ⁽²⁾libiamileo@ufam.edu.br; ⁽³⁾janialilia.bentes@bol.com.br; jfsilva@ufam.edu.br

As plantas daninhas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao LCPD/FCA/UFAM e selecionadas por ausência ou presença de mancha foliar, para cada amostra. As plantas sem mancha foliar foram colocadas em estufa à 75° C por 72 horas, depois montadas em exsiccatas e identificadas por classe, família e espécie no herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Após a identificação foi calculada a frequência das espécies (BRANDÃO et al., 1998).

Os fungos das folhas foram isolados a partir de fragmentos de 5 mm² retirados do tecido foliar entre a área lesionada e a sadia, e em seguida desinfestados superficialmente em álcool 70% por um minuto seguido de hipoclorito de sódio a 2% por um minuto e três lavagens em água destilada e esterilizada e secos em papel esterilizado. Foram colocados cinco fragmentos em placas de Petri com meio de cultura BDA acrescido de antibiótico clorafenicol (250 mg/L), com duas placas para cada espécie de planta daninha, mantidas em incubadora a 28° C. Ao surgir os fragmentos de hifa fez-se a repicagem para novas placas com BDA, para a individualização das colônias. Foram retirados das colônias puras fragmentos do micélio fúngico e transferidos para tubos de ensaio com BDA. Destas colônias puras fez-se a identificação do fungo, por meio de lâminas com estruturas reprodutivas, observadas em microscópio estereoscópico com lente de 40x e comparadas com as descritas nas chaves de identificação (HANLIN, 1990; CARMICHAEL et al., 1980).

Para os isolados semelhantes aos do *C. guaranicola* foram medidos o comprimento e a largura de 50 conídios por meio de ocular micrométrica acoplada ao microscópio estereoscópico e comparado com as dimensões descritas por ALBUQUERQUE (1961).

Resultados e Discussão

As plantas daninhas que ocupam extensas áreas tornam-se grandes fontes potenciais de inóculo de fitopatógenos em plantações de espécies comerciais, desempenhando papel fundamental na epidemiologia das doenças como hospedeiras primárias e secundárias (CHAVES et al., 2003).

Assim, de 89 espécies de plantas daninhas coletadas em cultivos de guaranazeiro, 60 espécies apresentaram manchas foliares, das quais foram obtidos 1.009 isolados de fungos. Destes 567 pertencem à classe dos Hyphomycetes, 419 Coelomycetes, 19 Ascomycetes e 4 Zygomycetes.

Os fungos das classes Coelomycetes e Hyphomycetes incluem os fungos mitospóricos, os quais possuem somente a forma assexuada e compreendem patógenos associados às várias doenças de plantas (ALEXOPOULOS et al., 1996).

Os principais fungos mitospóricos em número de isolados foram *Penicillium* sp. com 235, seguido de *Pestalotiopsis* sp. (190), *Fusarium* sp. (149), *Phomopsis* sp. (103), *Curvularia* sp. (93) e *Colletotrichum* sp. (86). Os gêneros menos representativos foram *Aspergillus* sp. com 46, *Beltramia* sp.

(14), *Botryodiplodia* sp. (25), *Cordana* sp. (1), *Diplodia* sp. (7), *Nigrospora* sp. (1), *Paecilomyces* sp. (3), *Phoma* sp. (4), *Sclerococum* sp. (1), *Trichoderma* sp. (9), *Verticillium* sp. (3) e *Phomopsis lantanae* (9).

Estes gêneros de fungos são conhecidos como causadores de doenças em grandes culturas. Entretanto para a cultura do guaranazeiro destacaram-se os gêneros *Fusarium* e *Colletotrichum*.

Fusarium sp. foi isolado de 28 espécies de plantas daninhas coletadas nas quatro áreas, destacando-se as espécies *Elephantopus scaber*, *Porophyllum ruderale*, *Rolandra fruticosa* e *Synedrella nodiflora*. Este fungo é responsável pelo superbrotamento e a galha do tronco do guaranazeiro (TRINDADE & POLTRONIERI, 1997).

O gênero *Colletotrichum* sp. foi isolado das espécies *Rolandra fruticosa*, *Piptadenia minutiflora*, *Paspalum conjugatum* e *Solanum rugosum*. Este gênero é o agente causal da pinta preta dos frutos do guaranazeiro, doença encontrada com frequência em cultivos de guaraná no Estado do Amazonas.

O fungo *Colletotrichum guaranicola* foi isolado das espécies *Bidens bipinnata*, *Chloris* sp., *Clidemia* sp., *Cyperus* sp., *Elephantopus scaber*, *Euphorbia brasiliensis*, *Hemidiodia* sp., *Hyptis lantanifolia*, *Paspalum* sp., *Physalis angulata*, e *Synedrella nodiflora*, coletada em Maués, Presidente Figueiredo e Fazenda da Ufam.

As classes Ascomycetes e Zygomycetes registraram somente os gêneros *Chaetomium* sp. e *Rhizopus* sp.,

considerados parasitas fracos de vegetais, frutos e grãos estocados.

A diversidade de plantas daninhas em cultivos de guaranazeiro reforça a necessidade de conhecer as plantas daninhas que convivem com a cultura, além de identificar as plantas hospedeiras e controlar, principalmente, as espécies que são potenciais fontes de inoculo para os fungos de importância para esta cultura.

Referências Bibliográficas

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. New York: Academic Press, 1997. 635 p.

ALBUQUERQUE, F. C. **Antracnose do guaraná**. Rio de Janeiro. Ministério da Agricultura. Serviço de Informação Agrícola. 1961. 22p.

ALEXOPOULOS, C. J.; MIM, C. W. BLACKWELL, M. 4 th ed. **Introductory Micology**, 1996. 869p.

BRANDÃO, M.; BRANDÃO, H.; LACABUENDIA, J. P. A mata ciliar do Rio Sapucaí-MG: fitossociologia. **Daphne**, v. 8, n. 4, p.36-48, 1998.

CARMICHAEL, J. W.; KENDRICK, B. W.; CONNERS, I. L.; SIGLER, L. **Genera of Hyphomycetes**. The University of Alberta Press. 1980.

CHAVES, A. L. R.; BRAUN, M. R.; EIRAS, M.; COLARICCIO, A.; GALLETI, S. R. **Erigon bonariensis: hospedeira alternativa do Lettuce mosaic vírus no Brasil**. Fitopatologia Brasileira. v. 28, 2003. p. 307-311.

GALLI, F.; TOKESHI, H.; CARVALHO, P. C. T. **Ciclo das relações patógeno-hospedeiro.** Depto de Fitopatologia da Esalq. In: Manual de Fitopatologia. 2ª ed. São Paulo. Agronômica Ceres Ltda. 1978. p. 176-197.

HANLIN, R. T. **Illustrated genera of Ascomycetes.** 2ª Ed. The American Phytopathological Society, 1990.

IBGE, **Censo agrícola de 1999.** Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>.> Acesso em: 19 de janeiro 2005.

LEITE JÚNIOR, R. P.; MOHAN, S. K. Integrated management of citrus bacterial canker disease caused by *Xanthomonas campestris* pv. *Citri* in the State of Paraná, Brazil. **Crop Protection.** v. 9, p. 3-7. 1990.

TRINDADE, D. R.; POLTRONIERI, L. S. **Doenças do guaraná.** In: Kimati, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (Eds.). Manual de Fitopatologia; Doenças das plantas cultivadas. 3ª ed. São Paulo, Agronômica Ceres, 1997. p. 459-462.

VELINI, E.D. **Estudo e desenvolvimento de métodos experimentais e amostrais adaptados a matologia.** 1994. 250p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/Jaboticabal.

Interação Antagônica entre *Chromobacterium violaceum* e *Colletotrichum guaranicola*, o Agente Causador da Antracnose do Guaranazeiro

Paula Cristina da Silva Angelo¹, Márcio Tenório Sena², Larissa Alexandra Cardoso Moraes¹, Maria Geralda de Souza¹, Aparecida das Graças Claret de Souza¹, Jorge Luis López Lozano³

Introdução

O *C. guaranicola* é o fungo causador da antracnose do guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*), doença que, no Estado do Amazonas, causa perda de produtividade significativa para os produtores de guaraná. A *C. violaceum* bactéria saprófita pigmentada ou não, de vida livre em ambientes edáficos e aquáticos, gram-negativa e aeróbica facultativa, está presente numa ampla variedade de ecossistemas, em regiões tropicais e subtropicais, como na bacia do Rio Negro na Amazônia Brasileira.

Em 2003, o BRAZILIAN NATIONAL GENOME PROJECT CONSORTIUM (2003) reportou a seqüência completa do genoma de *C. violaceum*, que consiste de um único cromossomo circular de 4.751.080 de pares de bases e 4.431 proteínas putativas. A disponibilidade do genoma seqüenciado abre novas perspectivas para o estudo de um organismo, entre elas a análise da estrutura e função das suas proteínas (Klose, 1999). Por isto, entre outros motivos, a *C. violaceum* foi escolhida como objeto da análise da Rede Proteômica do Estado do Amazonas.

Como membro da Rede Proteômica, o Laboratório de Biotecnologia Vegetal da Embrapa Amazônia Ocidental tem interesse na identificação de polipeptídeos da bactéria que apresentem ação controladora sobre o crescimento de fungos fitopatogênicos. Como primeiros passos para atingir este objetivo estamos verificando se há interação entre a bactéria e alguns daqueles fungos, quando são co-cultivados.

Objetivo

Verificar a existência de interação entre *Chromobacterium violaceum* e *Colletotrichum guaranicola* co-cultivados em meio M9.

¹Pesquisador Embrapa Amazônia Ocidental. C.P. 319, CEP. 69011-970 Manaus, Amazonas. paula@cpaa.embrapa.br

²Estagiário PIBIC/Bolsista CNPq.

³Pesquisador FMTAM, Coordenador do Projeto Proteômica do Estado do Amazonas.

Material e Métodos

Isolados de microrganismos: o isolado ATCC12472 de *C. violaceum* foi obtido no Laboratório de Tecnologia de DNA da Universidade Federal do Amazonas. O isolado de *C. guaranicola* foi obtido no Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Amazônia Ocidental e é proveniente de Maués.

Meios e condições de cultura pré-interação: colônia isolada de *C. violaceum* ATCC12472 foi inoculada em 5 ml de meio LB líquido (Sambrook et al., 1989) e cultivadas por 16 horas, a 35 °C e 240 rpm. Esta cultura foi centrifugada e ressuspendida em 1,6 ml de meio M9 (Sambrook et al., 1989) líquido. O número de *ufcs* (unidades formadoras de colônias) na suspensão de células foi titulado por plaqueamento em LB sólido. O micélio do isolado de *C. guaranicola* foi repicado para meio LB fresco sete dias antes do co-cultivo. Estes experimentos foram realizados como preparação para o co-cultivo dos microrganismos e foram repetidos por três semanas consecutivas, no Laboratório de Biotecnologia Vegetal da Embrapa Amazônia Ocidental, ao longo do mês de abril de 2005.

Meios e condições de cultura dos experimentos de co-cultivo e controle: 100 ul da suspensão de *C. violaceum* em M9 foram espalhados em placas de Petri de 90 mm e cultivados por 16 horas a 35 °C. Um disco de 6 mm de diâmetro de meio LB colonizado por micélio de *C. guaranicola* foi, em seguida, introduzido no centro de cada

placa de Petri (tratamento de co-cultivo). Simultaneamente foram inoculados discos de 6 mm diâmetro colonizados pelo mesmo micélio de *C. guaranicola* no centro de placas de M9 não colonizadas por *C. violaceum* (tratamento controle). Os microrganismos foram co-cultivados por sete dias a temperatura ambiente e fotoperíodo natural com luminosidade incidente de cerca de 100 Lux. Os experimentos de co-cultivo e controle foram repetidos por três semanas consecutivas, com 15 repetições por semana, no Laboratório de Biotecnologia Vegetal da Embrapa Amazônia Ocidental, ao longo do mês de abril de 2005.

Coleta de dados e análises estatísticas: foram coletados, semanalmente, os títulos das culturas de pré-interação de *C. violaceum* (ufc/ml de cultura) e a medida do diâmetro do micélio de *C. guaranicola* (cm) submetido e não submetido a co-cultivo com *C. Violaceum*.

Resultados e Discussão

O título das culturas de *C. violaceum* permaneceu dentro da mesma ordem de grandeza ao longo de todo o experimento (Tabela 1). Considerou-se que foram plaqueadas no M9 para os experimentos de co-cultivo cerca de 2×10^5 ufc/cm² de placa de Petri, em todas as repetições.

Tabela 1. Título estimado para culturas de *C. violaceum* ao longo dos experimentos de pré-interação (Embrapa Amazônia Ocidental, 2005).

Semana	ufc/ml (x 10 ⁸)
I	4,7
II	4,5
III	6,0
média	5,1 ± 0,8

Considerou-se que a velocidade de crescimento dos micélios de *C. guaranicola*, repicados uma semana antes do início de cada repetição dos experimentos permaneceu estável, o que foi demonstrado pela ausência de variação estatisticamente significativa entre repetições do tratamento controle. Como não houve também efeito significativo de repetições sobre o co-cultivo (Tabela 2, efeito de repetição não significativo), parece ter-se alcançado condições de estabilização do vigor dos dois microrganismos, o que permitiu realizar o co-cultivo padronizadamente nas três repetições.

Tabela 2. Quadro de análise de variância da medida do micélio de *C. guaranicola* co-cultivado ou não com *C. violaceum* (Embrapa Amazônia Ocidental, 2005).

Fontes variação	GL	QM	Probabilidade
Blocos (repetições)	2	0,0066	
Tratamentos	1	46,4816	< 0,001
Resíduo	2	0,0066	

Houve diferença significativa entre os dois tratamentos e o crescimento do fungo foi inibido pela presença da bactéria em todas as placas de todas as repetições. O diâmetro médio do micélio foi de de 1,1 0,4 cm quando co-cultivado com *C. violaceum* e de 5,3 0,5 cm no tratamento

controle, ou seja, na ausência da bactéria.

Verificou-se a produção de violaceína (Figura 1) mesmo no meio "mínimo" utilizado nos experimentos. Este pigmento é produzido pela bactéria por conjugação de duas moléculas do aminoácido triptofano modificadas e tem atividade antimicrobiana (Rettori & Duran, 1998; August et al., 2000), não testada especificamente contra *C. guaranicola*, até o momento.

É possível aventar duas hipóteses para explicar que efeito antagônico está em curso durante o co-cultivo: 1) há competição por nutrientes e a bactéria é mais eficiente para colonizar o meio e/ou, 2) há um mecanismo de suporte ao antagonismo, que provavelmente envolve a produção de violaceína, e este não se limita a competição.

Em experimentos anteriores, comparou-se a inibição do crescimento do fungo em co-cultivo com a bactéria, nos meios de cultura M9 (meio "mínimo") e LB (meio "enriquecido"). Verificou-se que a inibição foi mais efetiva em meio LB, onde o diâmetro médio do micélio foi 1,07 0,38 cm, contra 1,31 0,64 cm encontrado no M9. Supõe-se que, tratando-se de competição por nutrientes, ainda que sofrendo inibição de crescimento por competição com a bactéria, o micélio do fungo pudesse ter apresentado diâmetro médio maior no meio

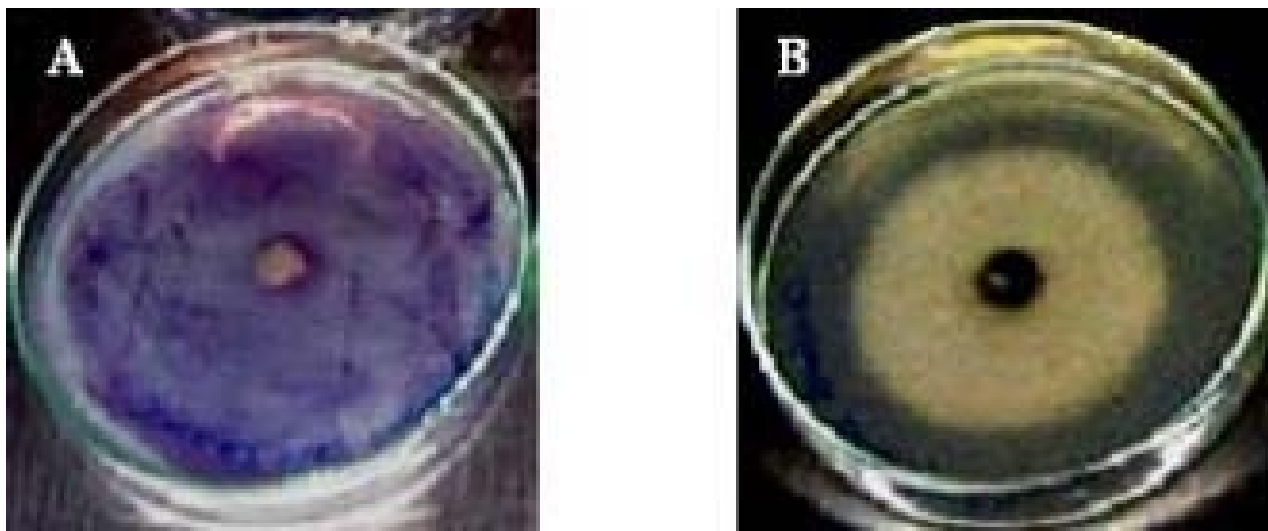


Figura 1. Placas de Petri fotografadas após uma semana de crescimento do *C. guaranicola* em meio de cultura M9 em co-cultivo com *C. violaceum* (A) e na ausência da bactéria (B). Observe-se, em A, a produção de pigmento violáceo e de um halo discreto do pigmento em torno do disco de micélio inoculado no centro da placa (Embrapa Amazônia Ocidental, 2005).

Quanto a mecanismo de suporte ao antagonismo que envolve a violaceína, é reconhecida a existência de uma função "quorum sensing" que dispara a produção deste pigmento em culturas de *C. violaceum*. Ocorre que em resposta ao sinal de "quorum", a molécula indutora (HHL) da síntese de violaceína ativa, simultaneamente, a produção de quitinases que apresentam atividade quitinolítica extracelular (Chernin et al., 1998). A quitina é polissacarídeo presente na parede celular de muitos fungos filamentosos. Não existe descrição detalhada da constituição da parede celular de *C. guaranicola*, mas a utilização de quitinases para o controle do crescimento de fungos do gênero *Colletotrichum* é estratégia que tem sido perseguida (Viswanathan e Samiyappan, 2001; Sandhya et al., 2005).

Conclusão

Ocorre antagonismo entre *Colletotrichum guaranicola* e *Chromobacterium violaceum* em meio de cultura M9, interação que envolveria competição por nutrientes e/ou produção de fungistáticos pela bactéria.

Agradecimentos

À Fapeam, pelo suporte financeiro, ao CNPq pela bolsa ao estagiário Márcio Tenório Sena e a Jeferson Chagas da Cruz, técnico do Laboratório de Biotecnologia Vegetal da Embrapa Amazônia Ocidental.

Literatura Citada

- AUGUST, P.R.; GROSSMAN, T.H.; MINOR, C.; DRAPER, M.P.; MacNEIL, I.A.; PEMBERTON, J.M.; CALL, K.M.; HOLT, D.; OSBURNE, M.S. (2000). Sequence analysis and functional characterization pathway from *Chromobacterium violaceum*. **J. Mol. Microbiol. Biotechnol**, 2: 5-13.
- BRAZILIAN NATIONAL GENOME PROJECT CONSORTIUM. (2003). The complete genome senquence of *Chromobacterium violaceum* reveals remakable and exploitable bacterial adaptability. **Proc. Nat. Acad. Sciences**, 100: 11660-11665.
- CHERNIN, L.S.; WINSON, M.K.; THOMPSON, J.M.; HARAN, S.; BYCROFT, B.W.; CHET, I.; WILLIAMS, P.; STEWART, G.S.A.B. (1998). Chitinolytic activity in *Chromobacterium violaceum*: substrate analysis and regulation by quorum sensing. *J. Bacteriol.*, 180: 4435-41.
- KLOSE, J. (1999). Genotypes and phenotypes. **Electrophoresis**, 20: 642-52.
- RETTORI, D.; DURAN, N. (1998). Production, extraction and purification of violacein: an antibiotic pigment produced by *Chromobacterium violaceum*. **J. Mol. Microbiol. Biotechnol.**, 14: 685-8.
- SAMBROOK, J.; FRITSCH, E.F.; MANIATIS, T. (1989). **Molecular cloning: a laboratory manual**. Cold Spring Harbor Laboratory Press, NY, USA.
- SANDHYA, C.; BINOD, P.; NAMPOOTHIRI, K.M.; SZAKACS, G.; PANDEY, A. (2005). Microbial synthesis of chitinases in solid cultures and its potential as a biocontrol against phytopathogenic fungus *Colletotrichum gloesporioides*. **Appl. Biochem. Biotechnol.**, 127: 1-15.
- VISWANATHAN, R.; SAMIYAPPAN, R. (2001). Antifungal activity of chitinases produced by some fluorescent pseudomonads against *Colletotrichum falcatum* Went causing red rot disease in sugarcane. **Microbial. Res.**, 155: 309-14.

Teor de Metabólitos Primários em Sementes de Guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke)

Andreia Varmes Fernandes¹; Renata Braga S. Lima ¹; José Francisco de Carvalho Gonçalves¹; Silvana Cristina Pando¹; Eva Maria Alves Cavalcanti Atroch¹

Termos para indexação: proteínas, óleos, carboidratos e perfis eletroforéticos.

Introdução

O guaranazeiro (*P. cupana* var. *sorbilis*) é uma das plantas nativas da Amazônia, adaptada ao clima quente e úmido (85% de umidade relativa, 26°C de temperatura média anual e 2250 2500 mm de precipitação anual). A espécie pertence à família das sapindáceas e, devido à sua importância econômica, tem sido alvo de estudos nas áreas biológica, agrônoma e molecular. As sementes têm forma arredondada e, após sofrerem beneficiamento primário (torrefação e limpeza), é o produto de interesse comercial da planta (Souza et al., 1996).

Do ponto de vista prático, sabe-se que a propagação vegetativa do guaranazeiro por estaquia tem apresentado bons resultados, mas a maior parte da produção do guaraná ainda é originada com base na sua propagação sexuada (Faria, 2000). Assim, destaca-se que as sementes são fundamentais para a conservação da biodiversidade uma vez que, além de propágulos sexuais, constituem-se em unidades de dispersão e reserva, suprimindo as necessidades metabólicas durante a diferenciação do embrião e a renovação das estruturas celulares, a partir dos compostos orgânicos acumulados, principalmente proteínas, lipídios e carboidratos (Desai et al., 1997). As proteínas são as moléculas mais abundantes nas células e apresentam ampla versatilidade funcional. Dentre as funções atribuídas às proteínas, destacam-se o potencial de armazenar nitrogênio e, em menor quantidade, o enxofre, elementos essenciais para a síntese de novas proteínas, ácidos nucleicos e compostos secundários na plântula em crescimento. Adicionalmente, as proteínas atuam como catalisadores biológicos, como hormônios e transportadores de moléculas específicas, contribuindo para a perfeita regulação do metabolismo celular (Cechi, 2001; Alberts et al., 2004).

¹Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Vegetal. Caixa Postal 478, CEP 69011-970 Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: varmes@inpa.gov.br., Tel: +55 092 3643-1938, Fax 55 092 3643-1838

Os lipídios são considerados compostos altamente energéticos e, somente nos tecidos vegetais, estes compostos podem ser convertidos a açúcares, por meio do ciclo do glicoxalato, para atender as necessidades energéticas durante a germinação (Desai et al., 1997). Os carboidratos, enquanto reservas em sementes, são representados principalmente pelo amido que, após hidrólise, se constituirá em fonte de energia para manutenção de processos metabólicos em funcionamento e/ou fonte de matéria prima para a construção de tecidos durante o desenvolvimento do embrião e posterior desenvolvimento da plântula (Pontes *et al.* 2002). Os carboidratos apresentam ainda funções secundárias tais como controle da embebição, distribuição de água nos tecidos das sementes e controle da expansão celular dos cotilédones (Buckeridge *et al.*, 2000).

Desta forma, considerando a importância do componente bioquímico no processo germinativo e as novas perspectivas de relacionar os teores de proteínas com os teores de cafeína, este trabalho teve como objetivos: quantificar os teores dos metabólitos primários (proteínas, carboidratos e lipídeos) e identificar, preliminarmente, as massas moleculares de diferentes proteínas, visando contribuir para o esclarecimento dos aspectos nutricionais e fisiológicos das sementes do guaranazeiro.

Materiais e Métodos

A quantificação dos metabólitos primários (proteínas, lipídeos e carboidratos) foi realizada em sementes quiescentes de guaraná, após remoção da casca, arilo e tegumento. O material foi seco em estufa a 70°C e triturado até obtenção de pó fino. As proteínas foram extraídas pelo método do álcool a quente de acordo com Passos (1996) e quantificadas pelo método de Bradford (1976), usando-se como padrão albumina sérica bovina (BSA/Sigma). Os óleos foram extraídos com éter de petróleo em aparelho Soxhlet e a percentagem foi estimada com base no peso da matéria seca, segundo método modificado da A.O.A.C (1990).

Os açúcares solúveis foram extraídos em uma solução contendo metanol, clorofórmio e água na proporção de 12:5:3, à temperatura de 50 a 60°C e para a extração do amido o precipitado foi ressuspenso com 10 mL de ácido perclórico a 35% (v/v) e centrifugado a 10.000 rpm por 10 min, a 25°C, recolhendo-se o sobrenadante. Os teores dos açúcares solúveis e do amido foram quantificados pelo método de antrona e os resultados foram monitorados por espectrofotometria a 625 nm, usando a glicose/Sigma como padrão, segundo Morris (1948). O perfil protéico foi obtido em gel de poliacrilamida (10%, p/v), em condições desnaturantes (SDS-PAGE), utilizando-se proteínas BenchMark como padrão eletroforético. O gel foi corado em solução contendo Coomassie Brilliant Blue G-250.

Resultados e Discussão

A análise da composição dos nutrientes, em sementes do guaraná, revelou que o teor médio de proteína por grama de MS foi igual a 8,5%. Com relação aos carboidratos, o amido foi o nutriente de reserva mais abundante nas sementes, com teor médio de 52,1% enquanto o teor médio de açúcares solúveis foi de 6,8%. Os lipídeos foram os nutrientes menos abundantes nas sementes do guaranazeiro, correspondendo a 1,67% do teor médio. Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

De acordo com a prevalência do nutriente de reserva, as sementes são classificadas como oleaginosas ou amiláceas, pois geralmente, o acúmulo de uma dessas reservas resulta em pouco ou nenhum acúmulo da outra (Desai et al., 1997). Com base nesta classificação, os resultados obtidos permitem sugerir que as sementes do guaraná podem ser classificadas como amiláceas.

Tabela 1. Teor dos metabólitos primários na matéria seca (MS) de sementes de guaraná.

Metabólitos Primários	Teor na Semente (g/100g)
Proteínas	8,5
Amido	52,1
Açúcares Solúveis	6,8
Óleos	1,7

A análise eletroforética do extrato protéico, revelou que as proteínas com massa molecular aparente entre 33 e 19,5 kDa, apareceram mais evidentes quando submetidas à coloração, sugerindo que ocorrem em maior concentração nas

sementes. Baú et al. também demonstraram que as sementes de café possuem como principal proteína de reserva uma legumina, constituída por duas subunidades com aproximadamente 35 e 20 kDa. Adicionalmente, as proteínas com maior massa molecular aparente (a partir de 59 kDa até 103,5 KDa) apresentaram-se menos evidentes nas sementes do guaraná.

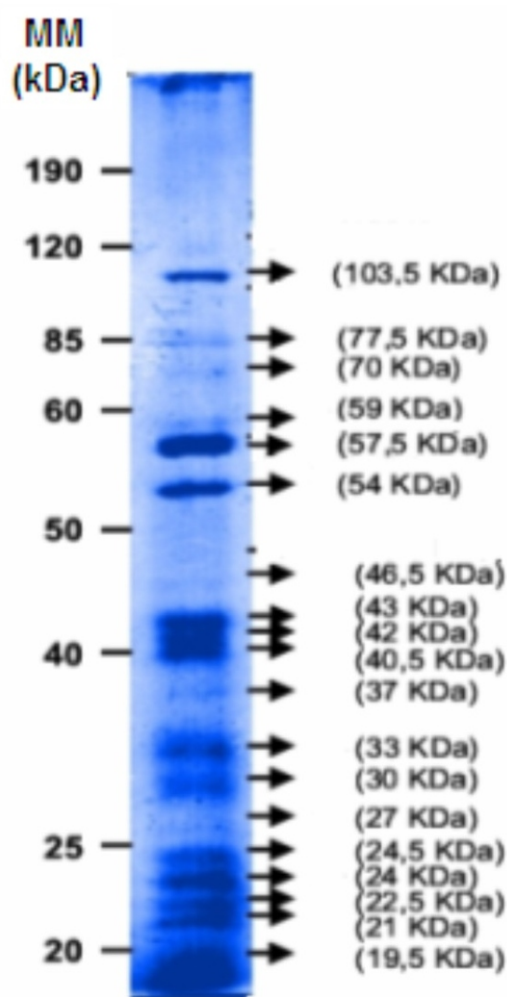


Figura 1. Perfil eletroforético a partir do extrato protéico de sementes de guaraná. As proteínas foram separadas em gel de poliacrilamida 10% (p/v), em condições desnaturantes. As bandas protéicas foram visualizadas com Coomassie Brilliant Blue G-250 e estão identificadas à direita do gel. Os padrões de massas moleculares (MM) são mostrados à esquerda da figura.

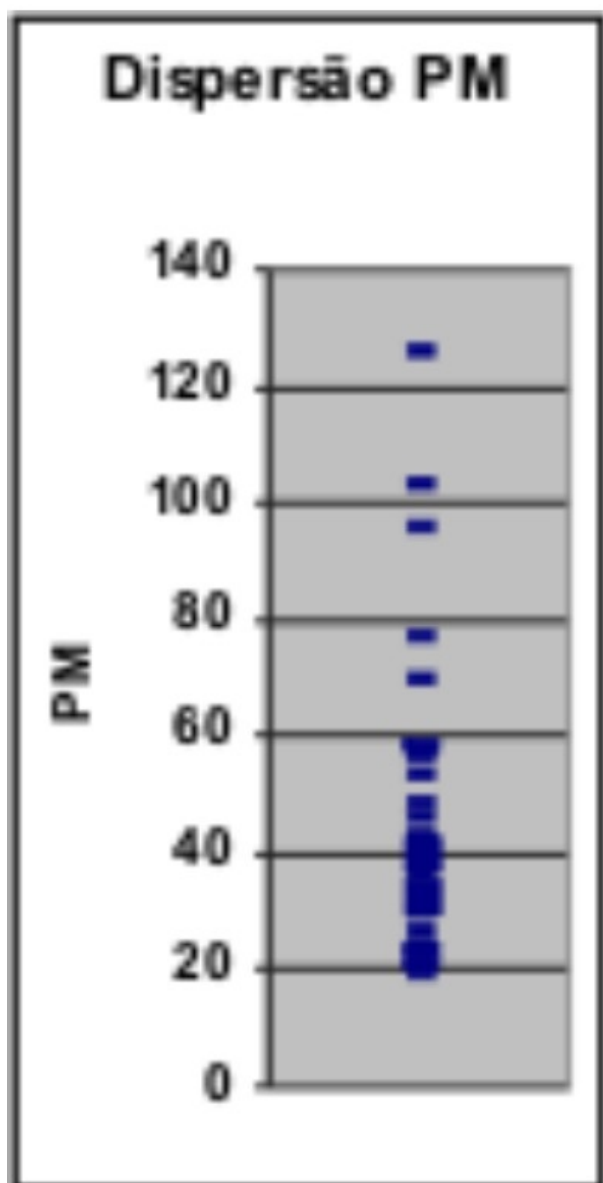


Figura 2. Distribuição das proteínas de sementes de guaraná em função de suas massas moleculares (MM).

Conclusão

As reservas energéticas em sementes de guaraná são predominantemente carboidratos com teor relativamente baixo de proteínas e de óleos.

O perfil eletroforético revelou que cerca de 25% das proteínas apresentam massa molecular aparente entre 40,5 e 45 kDa.

Referências Bibliográficas

ALBERTIS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS; RAFF; ROBERTS; WALTER, P. **Biologia molecular da célula**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 1584p.

A.O.A.C. **Official methods of analysis**. 15th edn. Association of Official Analytical Chemists: Washington, D. C. 1990.

BAÚ, S.M.T.; MAZZAFERA, P. SANTORO, L.G. Seed storage proteins in coffee. *Rev. Bras. Fisiol. Veg.*, v. 13(1), p. 33-40, 2001.

BRADFORD, K. J. Water relations in seed germination. *In: Kigel, J.; Galili, G. Seed development and germination*. New York: Marcel Dekker. 1976. p. 351-396.

BUCKERIDGE, M. S.; TINÉ, M. A. S. ; SANTOS, P. H. DOS ; LIMA, D. U. Polissacarídeos de parede celular em sementes. Estrutura, metabolismo, funções e aspectos ecológicos. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12 (Edição Especial), p. 137-162. 2000.

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas: Editora da Unicamp, 2001. 212p.

DESAI, B.B.; KOTTECHA, P.M.; SALUNKHE, D.K. **Seeds handbook**. New York: Marcel Dekker, INC. 1997. 627p.

FARIA, J. J. P. **Manual de Produção do Guaraná**. Edição SEBRAE. Cuiabá MT. 2000.

PASSOS L. P. Métodos analíticos e laboratoriais em fisiologia vegetal. *In*: **Proteínas Análise quantitativa**. EMBRAPA-CNPGL. 1996. p. 41-48.

SOUZA, A. G. C.; SOUSA, N. R. ; SILVA, S. E. L.; NUNES, C. D. M.; CANTO, A. C. & CRUZ, L. A. A. Fruteiras da Amazônia. Ed. EMBRAPA/SPI: Brasília-DF. 1996.

MORRIS, D.L. Quantitative determination of carbohydrates with Dreywood's anthrone reagent. **Science**, n.107, p. 254-255. 1948.

PONTES, A. C.; BORGES, E. E. DE L. E; BORGES, R DE. C. G.; SOARES, C. P. B. Mobilização de reservas em sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. (garpa) durante a embebição. **Revista Árvore**, v.26, n.5, p. 593-601. 2002.

Variação do Teor de Cafeína e Associação com Conteúdos Químicos nas Sementes de Guaranazeiro

Nelcimar Reis Sousa¹, Firmino José do Nascimento Filho¹, Manoel da Silva Cravo¹, André Luiz Atroch¹

Introdução

O guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke, Sapindaceae) é uma espécie de particular importância para o agronegócio amazônico devido a produção de sementes com elevados teores de cafeína, alcalóide de reconhecido valor por suas propriedades medicinais e estimulantes. A cafeína independente de sua finalidade é um componente de interesse restrito a poucas espécies cultivadas café, erva-mate, cola, guaraná e cacau.

A cultura do guaranazeiro é genuinamente brasileira, sendo o município de Maués, o principal produtor no Estado do Amazonas. A produção nacional de guaraná está estimada em 3.744 toneladas de sementes por ano (IBGE, 2003) e atende desde a demanda seleta de produtos naturais de origem amazônica a mercados sem fronteiras como os de matérias-primas para as indústrias de refrigerantes, medicamentos e cosméticos. A expansão progressiva da área plantada de guaranazeiro representa a necessidade de inovações tecnológicas que predominantemente depende dos conhecimentos sobre a variabilidade genética disponível para o melhoramento, da identificação de caracteres potenciais para agregar valor a espécie e definição de descritores botânicos para a proteção dos clones selecionados pela pesquisa.

A espécie encontra-se em fase inicial do processo de aproveitamento da variabilidade genética para a seleção de clones produtivos e resistentes a doenças e pragas. O Programa de Melhoramento da Embrapa Amazônia Ocidental mantém um Banco Ativo de Germoplasma (BAG) com 270 clones de guaranazeiro coletados em Manaus, Iranduba e Maués, no Estado do Amazonas. A utilização do germoplasma conservado vem sendo realizada com base nos resultados acumulados nas pesquisas envolvidas na caracterização e avaliação de caracteres morfológicos, agrônômicos, moleculares e químicos. Este trabalho foi desenvolvido com objetivo de dar prosseguimento a avaliação da variabilidade conservada no Banco de germoplasma de guaraná, especificamente para a característica teor de cafeína nas sementes secas.

¹Embrapa Amazônia Ocidental. Caixa Postal 319, CEP 69011-970, Manaus-AM. e-mail:nelcimar@cpaa.embrapa.br

Material e Métodos

A variação do teor de cafeína foi avaliada em 116 clones do BAG de guaraná, mantido em condições de cultivo *in vivo*, no campo experimental da sede da Embrapa Amazônia Ocidental, localizado no km 29 da Rodovia AM010 (Manaus-Itacoatiara), em área com altitude de 50m, em relação ao nível do mar, latitude de 02°52" S e longitude de 59°52" W Gr, com temperatura média anual de 26°C e uma precipitação superior a 60mm no mês mais seco do ano. As amostras de sementes foram coletadas de frutos maduros, secas em estufa a 70° C e trituradas em moinho a ponto de "pó de guaraná" para a análise do teor de cafeína, conforme (Kazi, 1987). A análise dos dados foi com base na média de dois anos de determinações expressas em mg/100 g.

O estudo de correlações foi restrito a 50 clones do BAG de guaraná, sendo as amostras submetidas ao mesmo processo de preparo e análise do teor de cafeína. Parte da amostra foi destinada a determinações do teor elementos químicos inorgânicos (N, P, K, Ca, Mg, Fe). As correlações lineares simples foram estimadas considerando somente a variável teor de cafeína em relação aos elementos químicos analisados.

Resultados e Discussão

A variação entre clones foi evidenciada pelas freqüências relativas distribuídas em quatro classes de teores de cafeína com intervalo de 1,05%. A amplitude de variação foi de 2,85% a 6,0% e, a maioria dos clones (40,5%) concentraram teores de cafeína na faixa de 4,44% - 5,23%. A minoria dos clones representou as classes extremas, com 12% na classe de menor valor (2,84- 3,63) e 10% na classe de maior valor (5,24 - 6,03)% (Figura 1). Os clones CMU (853, 725, 623, 915 e 932) apresentaram os teores de cafeína mais elevados (respectivamente 6,00; 5,60; 5,45; 5,40 e 5,40), enquanto os clones CMU (601, 612, 604, 369 e 708) foram os que tiveram menos cafeína nas sementes (respectivamente 2,85; 3,01; 3,19; 3,22 e 3,29).

Os teores de cafeína mais elevados são comparáveis aos registrados por Escobar et al. (1985), que encontraram uma amplitude de variação de 0,6% e 6,2% em sementes secas de progênies de polinização aberta de guaranazeiro. No geral, os clones tiveram teores de cafeína próximos aos resultados apresentados por Garcia et al. (1991) ao estudarem 67 genótipos em duas safras consecutivas, com valores médios (4,26% - 4,30%), mínimos (3,31% - 3,43%) e máximos (4,92% - 4,89%).

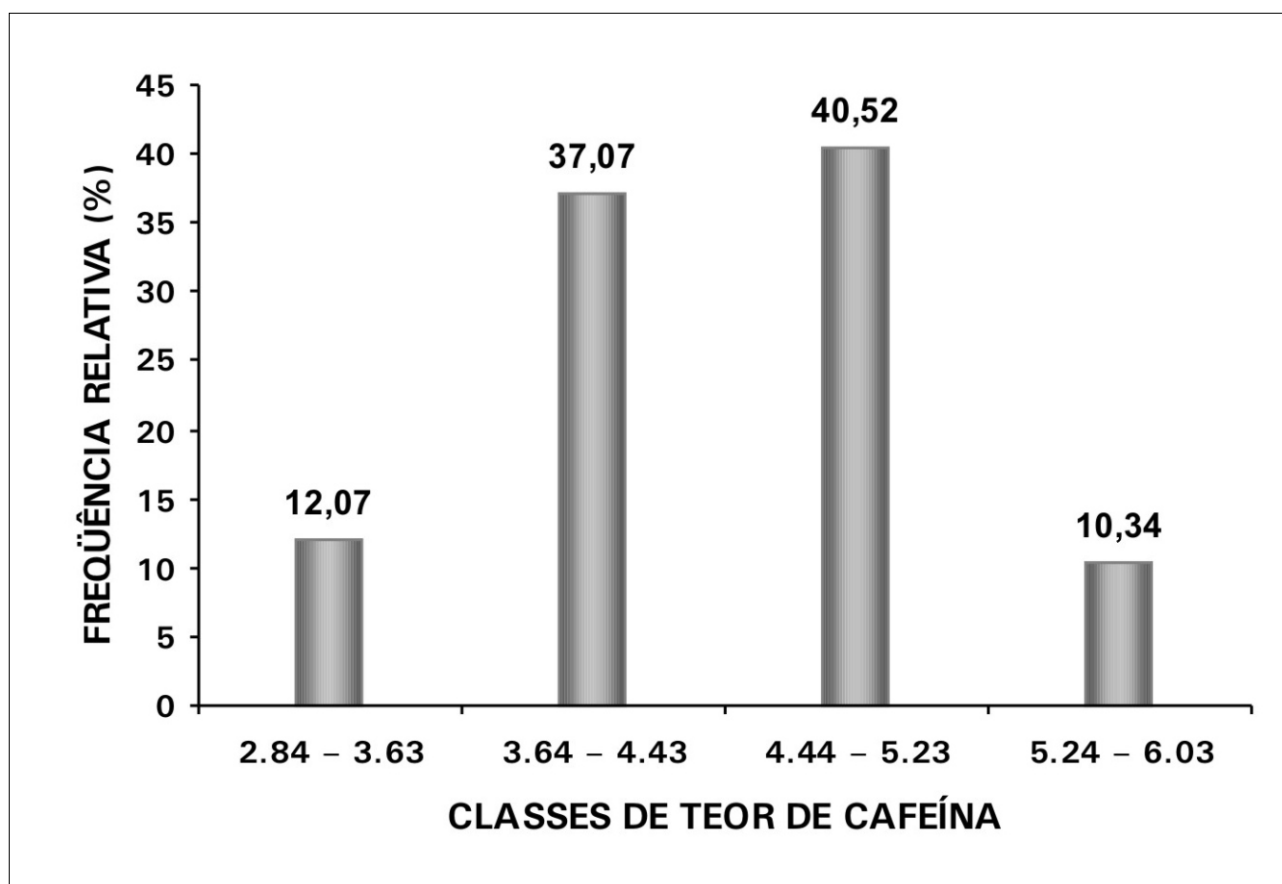


Figura 1. Distribuição de freqüências dos teores médios de cafeína em sementes secas de 116 clones da coleção de germoplasma de guaranazeiro da Embrapa Amazônia Ocidental.

Somente as variáveis teor de cafeína e conteúdo de nitrogênio nas sementes secas de guaraná apresentaram correlação elevada e com probabilidade significativa ($p < 0,01$). O resultado sugere que a variação do teor de cafeína nas sementes dos clones de guaranazeiro pode aumentar em função da disponibilidade de nitrogênio (Tabela 1). A associação entre o teor de cafeína e elementos químicos tem sido mais estudada em outras espécies. A relação entre o teor de cafeína e nitrogênio foi observada em café (Beaudin-dufour & Miuller, 1971) e erva-mate (Borille et al., 2005).

Tabela 1. Correlações entre o teor de cafeína e componentes químicos determinados em amostras de sementes secas de 50 clones da coleção de germoplasma de guaranazeiro da Embrapa Amazônia Ocidental.

Variáveis	r	Variáveis	r
Cafeína x Nitrogênio	0,68	Cafeína x Cálcio	0,13
Cafeína x Fósforo	0,26	Cafeína x Magnésio	0,12
Cafeína x Potássio	0,04	Cafeína x Ferro	-0,05

Conclusões

Os resultados preliminares são indicativos de que os clones avaliados apresentam variações para teor de cafeína, o que reflete no potencial dessa característica para agregar valor aos clones selecionados no programa de melhoramento de guaranazeiro.

A correlação positiva e significativa entre o teor de cafeína e nitrogênio sugere que a variação do teor de cafeína também pode ser influenciada pelo conteúdo de nitrogênio nas sementes secas de guaraná.

Literatura Citada

BEAUDIN-DUFOUR, D.; MIULLER, L.E. Effet de la radiation solaire et de l'âge sur le contenu en caféine et en azote des feuilles et des fruits de trois espèces de caféiers. **Turrialba**, v.21, p.387-392, 1971.

BORRILE, A.M.W.; REISSMANN, C.B.; FREITAS, R.J.S. de. Relação entre compostos fitoquímicos e o nitrogênio em morfotipos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **B. CEPPA**, v.23, n.1, p.183-198, 2005.

ESCOBAR, J.R.; COSTA, P.R.C da; CORRÊA, M.P.F. **Variação do teor de cafeína na semente de guaraná, em progênies de polinização aberta**. Manaus: EMBRAPA-UEPAE de Manaus, 1985. 17p. (EMBRAPA-UEPAE de Manaus. Boletim de Pesquisa, 5).

GARCIA, T.B.; NASCIMENTO FILHO, F.J.; COSTA JÚNIOR, R.C.; AQUINO, C.T. de. **Teor de cafeína em sementes secas de guaraná (*Paullinia cupana var. sorbilis*)**. Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1991. 3p. (EMBRAPA-CPAA. Pesquisa em Andamento, 9).

IBGE. **Produção agrícola municipal 2003**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 30 mai. 2005.

KAZI, T. Rapid quality control method for the determination of caffeine in coffee products. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LA CHIMIE DU CAFÉ, XII, Montreux, 1987. **Proceedings...** of XII Colloque Scientifique International sur la Chimie du Café, 1987, p.216-220.

Enraizamento de Estacas de Clones de Guaranazeiro Tratados com Ácido Indol-3-Butírico (Aib)

André Luiz Atroch¹, Manoel da Silva Cravo², Jackson Araújo dos Santos²

Rooting of Guarana Clones Cuttings Treated With Indole-3-butyric Acid (iba)

Abstract - Vegetative propagation of guarana crop is very important for the breeding program because to allow the fixation of the superior genotype in any program phase independent of the breeding method used. Guarana cuttings treated with IBA is the rooting method used for the several clones. This work was carried out with objective to evaluate the guarana clones behavior submitted to several doses of IBA. The experiment was carried out by Embrapa Amazônia Ocidental during 1999 year on nurseries of the Experimental Fields of Manaus and Maués in randomized complete design in factorial arrangement with 11 guarana clones and 6 IBA doses, 4 repetitions and 10 plants per plot. The results allow to conclude to genetic variability is present for the carater rooting percentage and it is possible to cluster tha guarana clones in 4 different classes by the rooting facility; the IBA effect was linear and negative.

Index terms: Vegetative propagation, cutting, *Paullinia cupana*.

Introdução

O guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) pode ser propagado pelas vias sexuada e assexuada, por estaquia. Segundo Carvalho et al. (1982), a propagação do guaranazeiro por sementes é dificultada devido às suas características de perder rapidamente a viabilidade, não suportando desidratação acentuada nem baixa temperatura, enquadrando-se no grupo de sementes recalcitrantes. Além disso, a constituição genética altamente heterozigótica do guaranazeiro faz com que as características desejáveis sejam perdidas imediatamente, se forem propagadas por sementes, devido à segregação dos genes. Daí a importância da propagação vegetativa por estaquia, que apresenta como vantagens, sob o ponto de vista agrônomo, segundo Fachinello et al. (1995), a obtenção de muitas plantas a partir de uma única planta matriz em curto espaço de tempo; é uma técnica de baixo custo e de fácil execução. Afirmam, inclusive, que a propagação por estacas praticamente não apresenta problemas.

¹Eng. Agr., M.Sc., Embrapa Amazônia Ocidental, Caixa Postal 319, CEP69011-970, Manaus, AM. atroch@cpaa.embrapa.br

²Eng. Agr., Dr., Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP66095-100, Belém, PA.

Entretanto, Almeida et al. (1979), relatam que a estaquia produz plantas menos vigorosas do que as de pé franco ou enxertados, em consequência do sistema radicular fasciculado, o qual é inadequado a algumas condições climáticas, como por exemplo em regiões de seca prolongada.

Sob o ponto de vista do melhoramento genético, a propagação vegetativa oferece uma série de vantagens, por exemplo, as plantas que apresentam características desejáveis podem ser selecionadas e fixadas geneticamente (clonadas) e reproduzidas indefinidamente em qualquer fase do programa de melhoramento genético, seja qual for o método de melhoramento utilizado, com expressivo ganho de tempo, principalmente nas espécies de ciclo longo. Outra vantagem é a exploração do vigor heterótico de híbridos artificiais ou naturais, pois essas combinações genéticas são fixadas pelo processo de propagação vegetativa.

A principal desvantagem da propagação vegetativa, sob o ponto de vista genético, é a tendência de redução da variabilidade genética, pela não utilização de níveis intermediários de variabilidade genética, pois o melhorista procura sempre o máximo de expressão dos caracteres em uma única planta para fazer a clonagem.

A ação das auxinas nas estacas é descrita por Tizio (1980) e Chaussat & Courduroux (1980), em duas etapas: estimulação do crescimento e, com o aumento das auxinas, haveria síntese de etileno que inibe o enraizamento. Para uma estaca emitir raízes são necessários fatores endógenos e condições ambientais

adequadas. Dentre os fatores endógenos os reguladores de crescimento são os mais importantes. Nesse caso as auxinas apresentam maior efeito na formação de raízes em estacas. Algumas auxinas são comuns nas plantas, como o ácido indol-3-acético (AIA), outras substâncias são de origem exógena (sintéticas), como o ácido indolbutírico (AIB), que apresenta uma eficiência maior do que o AIA. Entretanto, o excesso de auxina exógena pode inibir a formação de raízes (Fachinello et al., 1995).

Desse modo, a utilização do AIB no enraizamento de estacas é bastante controverso. Resultados obtidos por Shiembo et al. (1996) concluíram que não houve efeito do AIB na percentagem de enraizamento e no número de raízes em *Irvingia gabodensis*, embora o desenvolvimento radicular tenha sido mais rápido em altas concentrações de AIB. Biasi et al. (1997), com videira, indicam que não é necessário o uso de auxinas para estimular o enraizamento. Pasinato et al. (1998) concluíram que o AIB não aumentou o percentual de enraizamento de estacas de ameixeira (*Prunus spp.*). Negash (2002) relata que, em *Juniperus procera*, a percentagem de estacas enraizadas e o número de raízes declina rapidamente quando as estacas são tratadas com AIB a 0,4%. Por outro lado, Rufato & Kersten (2000) assinalaram efeitos benéficos do AIB no enraizamento de estacas de pessegueiro. E Biasi et al. (2000) indicam que o AIB aumentou o enraizamento de estacas das cultivares de pessegueiro Coral e Ouro e de nectarina Sun Red, mas não foi eficiente para a estaquia semilenhosa do pessegueiro Ágata.

No guaranazeiro Correa & Stolberg (1981) justificam a propagação por estaquia com uso de fitormônio (AIB) pela facilitação da seleção de indivíduos superiores e manutenção dos caracteres desejados.

Esse trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento quanto ao enraizamento de clones de guaranazeiro submetidos a diversas concentrações do ácido indolbutírico.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no ano de 1999 pela Embrapa Amazônia Ocidental, nos viveiros do Campo Experimental de Manaus e do Campo Experimental de Maués. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em um arranjo fatorial de 11 clones de guaranazeiro e 6 doses do fitormônio AIB, com 4 repetições. A parcela foi formada por 10 estacas herbáceas oriundas do ramo do ano, com duas gemas e um par de meio folíolos, retiradas de matriz sadia e de bom desenvolvimento vegetativo. Foram utilizados, os clones de guaranazeiro CMU619, BRS-Amazonas, BRS-CG611 (Testemunha), CIR196, BRS-CG608, CMU723, CMU375, CMU606, BRS-CG505, CMA514 e CIR203. As doses de ácido indolbutírico (AIB) foram 0, 2.000, 4.000, 6.000, 8.000 e 10.000 ppm. As estacas foram coletadas e preparadas conforme Embrapa (1998) e ficaram em viveiro sob irrigação intermitente por nebulização e tela sombrite, com 70% de sombreamento. Após 90 dias foi realizada a avaliação da percentagem de enraizamento. Os dados foram

transformados segundo $\sqrt{x + 0,5}$. O software SANEST foi utilizado para realização das análises de variância e de regressão polinomial. A fonte de variação local foi confundida com o erro, que foi estimado por meio da testemunha comum, similarmente à análise de variância com alguns tratamentos comuns.

Resultados e Discussão

A Tabela 1 contém o resumo da análise de variância para a característica percentagem de enraizamento de clones de guaranazeiro submetidos a diferentes concentrações de AIB.

Houve variação genética para o caráter percentagem de enraizamento. O efeito do AIB foi linear, sendo o modelo de regressão adequado para explicar a variação entre os níveis de AIB. A interação entre clones e doses de AIB foi não significativa, indicando que os clones se comportam da mesma forma de um nível para outro de AIB, ou seja, não existe troca de classificação entre os clones quando se muda o nível do hormônio. Devido à interação clones x doses de AIB ter sido não significativa, não existe necessidade de realizar uma regressão dos níveis de AIB para cada clone.

A Figura 1 contém a linha de tendência da resposta da percentagem de enraizamento das estacas dos clones de guaranazeiro em função do aumento dos níveis de AIB. Verifica-se que a percentagem de enraizamento diminui com o aumento das doses de AIB. O ajuste linear foi de média magnitude ($R^2=0,4605$), mostrando que somente 46% da variação

na percentagem de enraizamento observada deveu-se à variação dos níveis de AIB, porém os desvios da regressão não foram significativos, indicando que os pontos podem ser ajustados de acordo com o modelo linear.

A Tabela 2 contém as médias transformadas segundo $\sqrt{x} + 0,5$ e médias originais da percentagem de enraizamento dos clones, independente da dose de AIB, bem como o teste de Scott & Knott (1974) a 5% de probabilidade, agrupando os clones em quatro classes, de acordo com a facilidade de enraizamento, em classe 1, de fácil enraizamento; classe 2, de enraizamento mediano; classe 3, de difícil enraizamento e classe 4 de péssimo enraizamento.

Um dos principais fatores de sucesso na implantação de um plantio com espécies perenes é a disponibilidade de mudas de alto padrão genético e fitossanitário. No caso da utilização de hormônios estimuladores do enraizamento, de custo elevado, deve-se ter o máximo de cuidado para não inviabilizar o empreendimento, além disso, a utilização de materiais genéticos que possuem dificuldades de enraizamento, mesmo submetidos a elevadas doses de hormônios deve ser evitada, pois esses dois fatores ocorrendo juntos levaria à falência qualquer viveirista.

Na cultura do guaranazeiro a utilização do hormônio AIB em escala comercial é recente, porém, a quantidade de mudas formadas anualmente vem aumentando significativamente.

As pesquisas com a cultura do guaranazeiro em relação a utilização do AIB na formação de mudas são poucas e não

conclusivas. Castro & Ferreira (1973) afirmaram que, nada poderiam concluir sobre as vantagens ou não do uso do AIB. Correa & Stolberg (1981) também não concluíram nada sobre a utilização do AIB, apenas afirmaram ser possível a obtenção de mudas de guaranazeiro pelo processo de estaquia, e que os tipos de estacas e matrizes influenciaram no percentual de enraizamento. Rodrigues & Lucchesi (1987) citam que estacas herbáceas de guaranazeiro capeadas sem a utilização de AIB apresentaram maior percentual de enraizamento, entretanto a adição de AIB aumentou o número de raízes nessas estacas.

Aidade das estacas é fator de grande importância para o enraizamento. Correa e Stolberg (1981), trabalhando com estacas de guaranazeiro herbáceas, semi-lenhosas e lenhosas oriundas do ramo do ano, com duas gemas e um par de meio folíolos, tratadas por via seca com uma mistura de Seradix (com 2% de ácido indolbutírico) e captam 50%, em proporção de 1:2, concluíram preliminarmente que as estacas dos tipos herbáceas e semi-lenhosas enraizaram mais que as do tipo lenhosa, sendo mais apropriadas para a propagação vegetativa do guaranazeiro. Kato et al. (1983), utilizando a mistura de ácido indolbutírico com Captam 50% na proporção de 1:2, obtiveram 66% de enraizamento com estacas herbáceas. Correa et al. (1983), utilizando ácido indolbutírico nas concentrações de 2000, 4000 e 6000ppm em estacas herbáceas de guaranazeiro com uma e duas gemas obtiveram 100, 87 e 90% de enraizamento, para as estacas com uma gema e, 93, 80 e 87% de enraizamento, para as estacas com duas gemas.

Depreende-se então que a utilização de AIB na formação de mudas de guaranazeiro ainda não foi esclarecido pelas pesquisas realizadas e que mais trabalhos têm que ser desenvolvidos para a total compreensão da propagação vegetativa do guaranazeiro por estaquia.

De acordo com os resultados obtidos nesse trabalho é possível afirmar que o uso do AIB em altas dosagens inibe o enraizamento de estacas de clones de guaranazeiro. Também é possível afirmar que clones que apresentam dificuldades de enraizamento não respondem ao aumento da dosagem de AIB, e clones de fácil enraizamento dispensam a utilização de AIB.

Conclusões

Existe variabilidade genética para o caráter percentagem de enraizamento, sendo possível agrupar os clones de guaranazeiro em 4 classes, de acordo com a facilidade de enraizamento.

Os clones se comportam da mesma forma, quanto ao enraizamento, independente do nível de AIB utilizado;

O aumento das doses de AIB inibe o enraizamento de estacas de clones de guaranazeiro.

Literatura Citada

ALMEIDA, J.I.L.; BARROS, L.M.; LIMA, V.P.M.S. Estaquia como método de propagação vegetativa para o cajueiro *Anacardium occidentale* L. In: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará. **RELATÓRIO ANUAL DE PESQUISA**, Fitotecnia, Fortaleza, 1978. p.199-204.

BIASI, L.A.; POMMER, C.V.; PINO, P.A.G.S. Propagação de porta-enxertos de videira mediante estaquia semilenhosa. **Bragantia**, Campinas, v.52, n.2, 1997.

BIASI, L.A.; STOLTE, R.E.; SILVA, M.F. Estaquia de ramos semilenhos de pessegueiro e nectarina. . **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, n.3, p.421-425, dez., 2000.

CARVALHO, J.E.U.; FRAZÃO, D.A.C.; FIGUEIREDO, F.J.C.; OLIVEIRA, R.P. **Conservação da viabilidade de sementes de guaranazeiro *Paullinia cupana* var. *sorbilis* (MART.) DUCKE**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1982.12p. (EMBRAPA-CPATU, Circular Técnica, 35).

CASTRO, A.M.G.; FERREIRA, M.A. **Enraizamento de estacas de guaranazeiro**. Manaus: Serviço de Extensão Rural Associação de Crédito e Assistência Rural do Amazonas, 1973. 25p.

CHAUSSAT, R.; COURDUROUX. Régulateurs de croissance et multiplication végétative. In: Chaussat, R.; Bigot, B. **La multiplication végétative des plants supérieures**. Paris: Gauthiers Villars, 1980. P..31-50.

CORREA, M.P.F.; STOLBERG, A.G.Z. **Propagação vegetativa do guaranazeiro**. Manaus: EMBRAPA-UEPAE DE MANAUS, 1981.4p. (EMBRAPA-UEPAE DE MANAUS, Pesquisa em Andamento, 23).

- CORREA, M.P.F.; ESCOBAR, J.R.; FONSECA, C.E.L.; DANTAS, J.C.R. Propagação vegetativa do guaranazeiro (*Paullinia cupana* (Mart.) Ducke). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO GUARANÁ, 1, Manaus, outubro, 1982. **Resumos**. Manaus: EMBRAPA UEPAE DE MANAUS, 1983.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental. **SISTEMA DE PRODUÇÃO PARA GUARANÁ**. 3. ed. Manaus, 1998. 34p. (EMBRAPA-CPAA, Documentos, 13).
- FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E.; FORTES, G.R.L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2.ed. Pelotas: Editora UFPEL, 1995. 179p.
- KATO, A. K.; MULLER, C.H.; CARVALHO, J.E.U. Efeito da planta matriz no enraizamento de estacas de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO GUARANÁ, 1, Manaus, outubro, 1982. **Resumos**. Manaus: EMBRAPA UEPAE DE MANAUS, 1983.
- NEGASH, L. Successful vegetative propagation techniques for the threatened African pencil cedar (*Juniperus procera* Hochst. ex Endl). **Forest Ecology and Management**, n.161, p.53-64, 2002.
- PASINATO, V.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E. Enraizamento de estacas lenhosas de cultivares de ameixeira (*Prunus* spp.), em condições de campo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n.2, May/Aug., 1998.
- RODRIGUES, J.E.L.F.; LUCCHESI, A.A. Propagação vegetativa do guaranazeiro (*Paullinia cupana* (Mart.) Ducke) através de estacas induzidas (capeadas) e com ácido indolilbutírico. In: E.S.A. "Luiz de Queiroz". **Anais...**, Piracicaba: : E.S.A. "Luiz de Queiroz", 1987. v.54, p.1-21.
- RUFATO, L.; KERSTEN, E. Enraizamento de estacas de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch, cvs Esmeralda e BR2, submetidas à estratificação e ao ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, n.2, p.191-194, ago., 2000.
- COTT, A.J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, n. 30, p.507-512, Sep., 1974.
- SHIEMBO, P.N.; NEWTON, A.C.; LEAKEY, R.R.B. Vegetative propagation of *Irvingia gabodensis*, a West African fruit tree. **Forest Ecology and Management**, n.87, p.185-192, 1996.
- TIZIO, R.M. Aplicaciones agronómicas de los reguladores de crecimiento. In: Sívori, E.M.; Montaldi, E.; Caso, O. **Fisiología vegetal**. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 1980.p. 553-559.

Tabela 1. Resumo da análise de variância conjunta para a característica percentagem de enraizamento de clones de guaranazeiro submetidos a diferentes concentrações de AIB. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2002.

Fonte de Variação	GL	QM
Clones Ajust.	10	58,3799**
AIB Ajust.	5	2,9736NS
- Regressão Linear	1	14,1442**
- Regressão Quadrática	1	0,3411NS
- Desvios da Regressão	3	5,4114NS
Clones x AIB Ajust.	50	2,5225NS
Resíduo	216	2,4148
CV(%)		21,56

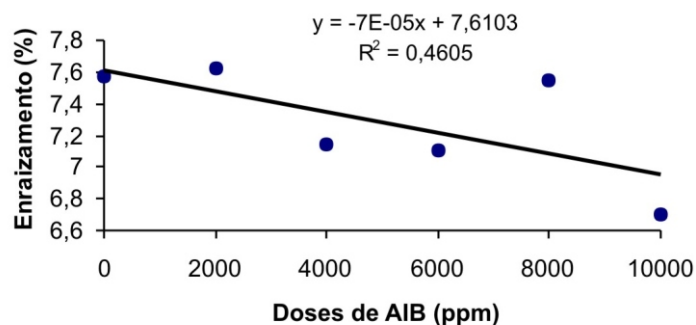


Figura 1. Regressão linear para a variável percentagem de enraizamento em estacas de guaranazeiro em função dos níveis de AIB. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2002.

Tabela 2. Médias transformadas para $\sqrt{x + 0,5}$ e médias originais da percentagem de enraizamento de estacas de guaranazeiro e agrupamento dos clones segundo a facilidade de enraizamento. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2002.

Clones	Médias Transf.	Médias Orig.	Scott e Knott a 5%*	Classe
CMU619	9,26	85,17	A	1
BRS-Amazonas	9,05	81,41	A	1
BRS-CG611	8,27	67,89	B	2
CIR196	7,85	61,15	B	2
BRS-CG608	7,75	59,65	B	2
CMU723	7,63	57,78	B	2
CMU375	7,28	52,51	B	2
CMU606	6,26	38,77	C	3
BRS-CG505	6,14	37,18	C	3
CMA514	5,61	31,02	C	3
CIR203	4,14	16,63	D	4

*Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

Produção de Mudanças de Guaranazeiro em Tubetes Plásticos

André Luiz Atroch¹, Firmino José do Nascimento Filho¹, Jackson Araújo dos Santos²

Guaraná Seedling Production in Plastic Tubes

ABSTRACT The recommendation by Embrapa Amazônia Ocidental of 12 guaraná clones of high productivity and resistant to antracnose generated the necessity of the seedling production with high genetic and fitosanitary quality. This work had the objective to verify the guaraná adaptation to the production plastic tubes system. The trial were carried out in the Embrapa nursery in Manaus, in the september 2001 to march 2002 period. The design utilized were the completely randomized with three treatments: 15 tubes per board, 27 tubes per board (half board) and 54 tubes per board (full board) in four replications. The clone BRS-Amazonas were utilized like indicator cultivar. The regression analysis were realized with the support of Microsoft Excel software. The guaraná seedling formation in plastic tubes is strongly affected by the density of the plastic tubes in the boards. It is possible to suggest the seedling management in the boards wich to beginning with the 35 plastic tubes per board to the formation of one composite leaf per plant, after, to complete the boards (full board) for the formation of the second composite leaf and then remove the plastic tubes of the boards to produce half board (27 plastic tubes per board) for the formation of the third composite leaf, wich is the ideal period to plant the seedlings in the field.

Index terms: Vegetative propagation, seedling production, plastic tubes, cutting, *Paullinia cupana*.

Introdução

O programa de melhoramento genético do guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) coordenado pela Embrapa Amazônia Ocidental disponibilizou, em 1999 e 2000, para plantio comercial os clones BRS-Amazonas, BRS-Maués, BRS-CG372, BRS-CG648, BRS-CG189, BRS-CG505, BRS-CG610, BRS-CG612, BRS-CG850, BRS-CG882, BRS-CG608 e BRS-CG611, os quais foram amplamente testados e aprovados quanto ao potencial produtivo e tolerância a antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum guaranicola*, principal doença do guaranazeiro.

¹ Embrapa Amazônia Ocidental. Caixa Postal 319, CEP 69011-970, Manaus-AM. e-mail: nelcimar@cmaa.embrapa.br

A produção de mudas de alta qualidade desses materiais faz-se necessária para o sucesso dos plantios comerciais. Atualmente as mudas são formadas em sacos plásticos com as dimensões 28 cm X 20 cm, o que acarreta em altos custos de produção, pois necessitam grande quantidade de substrato e de espaço nos viveiros, além de maior quantidade de mão-de-obra para sua formação. Existem no mercado diversos recipientes utilizados na formação de mudas que podem reduzir bastante o custo de produção, dentre eles estão os tubetes.

Os tubetes são utilizados na produção em larga escala de diversas mudas frutíferas e industriais como café, cacau, maracujá, caju, etc, além de mudas florestais como pinus e eucalipto. As principais vantagens do sistema de produção em recipientes, segundo Tessarioli Neto (1995), são: maior precocidade na formação das mudas; menor possibilidade de contaminação fitopatogênica; melhor controle ambiental; melhor aproveitamento das sementes e da área de produção de mudas; menor “stress” no transplante para o campo de produção comercial. Entretanto, segundo São José (1994), no que se refere aos tubetes, alguns problemas relacionados principalmente com o substrato, cujos nutrientes são reduzidos ou totalmente esgotados em poucas semanas, por ação de lavagem. Desse modo, deve-se regar as mudas com adubo solúvel e também pulverizar com adubo líquido, além de fazer um tratamento preventivo contra doenças fúngicas e, quando necessário, poderão ser usados inseticidas. Esses cuidados permitirão um

melhor desenvolvimento e uma melhor qualidade das mudas formadas.

A utilização de recipientes com paredes rígidas para produção de mudas tem mostrado que esses recipientes provocam, pelo pequeno volume de substrato que comportam, deformações no sistema radicular, refletindo no crescimento e desenvolvimento das mudas, as quais persistem no campo (Barroso, 1999; Morgado et al., 2000).

Uma boa muda de guaraná proveniente de estacas deve conter, ao final de sete meses, um par de folhas compostas bem formadas e desenvolvidas, além de apresentar bom vigor e estar livre do ataque de pragas e doenças.

A utilização de tubetes na formação de mudas de guaranazeiro, clonadas ou por via sexuada, pode proporcionar grande economia de insumos e mão-de-obra na produção em larga escala. O objetivo desse trabalho foi verificar a adaptação do guaranazeiro, com mudas provenientes de estacas com um par de meio folíolos, ao sistema de produção de tubetes em diferentes densidades de tubetes nas bandejas de suporte.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de setembro de 2001 a março de 2002 pela Embrapa Amazônia Ocidental, no viveiro do Campo Experimental de Manaus. Foram utilizados tubetes plásticos de cor preta com 6 cm de diâmetro e 19 cm de comprimento tendo sido alojados em bandejas de suporte N° 54, ou seja, com 54 alojamentos para os tubetes. O

delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com três tratamentos: 15 tubetes por bandeja, 27 tubetes por bandeja (meia bandeja) e 54 tubetes por bandeja (bandeja completa), e quatro repetições.

O clone BRS-Amazonas foi utilizado como cultivar indicador. As estacas foram coletadas e preparadas conforme Embrapa (1998) e ficaram em viveiro sob irrigação intermitente por nebulização e tela sombrite, com 70% de sombreamento. O substrato utilizado nos tubetes foi 1/3 de Plantimax e 2/3 de casca de coco, adicionado de 1 kg de superfosfato triplo para cada m³ de substrato. Após o enraizamento, por volta de 45 dias após o plantio, iniciou-se adubações líquidas com Ouro Verde quinzenalmente direcionado para a folhagem e para o substrato, até o final do experimento. Após 210 dias foi realizada a avaliação da percentagem de mudas com uma, duas e três folhas compostas formadas e da percentagem de mudas que apresentavam somente brotação e que não apresentavam brotação. As análises de regressão foram realizadas com auxílio do software Microsoft EXCEL.

Resultados e Discussão

A mortalidade de mudas nesse sistema de produção é muito elevada (35,5%) (Tabela 1), entretanto, considerando-se a redução nos custos de produção e que a mortalidade no sistema de produção de mudas tradicional, em sacos plásticos, em determinadas situações também chega a 30% - 40%, então esse sistema deve ser melhor estudado com vistas a sua melhoria e economicidade.

Analisando-se a Tabela 1 observa-se que, de um modo geral, a maior mortalidade de mudas ocorreu nos tubetes na densidade de bandeja completa (51,4%). Por outro lado, a maior sobrevivência foi observada na densidade de meia bandeja (81,5%). Um aspecto que foi observado, mas que não foi quantificado, é a ocorrência de fungos secundários nos meio folíolos e nas folhas mais velhas das mudas, atribuído à alta umidade a que as mudas ficaram submetidas, quase o tempo todo em irrigação por nebulização. Somente no final do experimento é que as mudas foram transferidas para um ambiente com irrigação por aspersão duas vezes ao dia e sombreamento de 50%.

Foi observado uma maior variação nos dados no que se refere a mudas que não apresentaram brotação, mas estavam vivas, com coeficiente de variação de 39,26% e nas mudas mortas, com 46,42%.

Em relação à formação das mudas, considera-se uma muda de guaraná apta para o plantio quando esta apresentar duas folhas compostas completamente desenvolvidas, fato que não foi observado em nenhum dos tratamentos, pois apesar das folhas terem surgido elas não se desenvolveram adequadamente, sendo de tamanho reduzido. Isto pode ser explicado de duas formas: a primeira, segundo é devido a lavagem dos nutrientes do substrato; a outra é que o tamanho dos tubetes utilizado nesse trabalho parece ter sido pequeno para a formação de mudas de guaranazeiro. Nesse caso, o aumento do tamanho dos tubetes aliado a uma adubação mais frequente no substrato podem contornar esse problema.

Outro fato que pode ser observado na Tabela 1 é que a formação das mudas com 01 folha composta foi maior do que com 02 ou 03 folhas compostas, sendo que a densidade de meia bandeja atingiu 35,1% de mudas nesse estágio.

Foi realizada uma regressão para os níveis de densidade de tubetes nas bandejas em relação ao percentual de formação de mudas (gráfico 1). Observa-se que a formação de mudas é fortemente influenciada pela densidade de tubetes nas bandejas. Para a emissão de uma folha composta (A) o efeito é quadrático com um ponto máximo da curva em 35 tubetes por bandeja. Em relação a formação de mudas com 02 folhas compostas (B) o efeito é linear em que o aumento da densidade de tubetes nas bandejas proporcionou maior emissão de folhas, entretanto quando observa-se o gráfico relativo à formação de mudas com 03 folhas compostas (C), esse efeito é inverso. Na fases iniciais de desenvolvimento (D e E), a bandeja com 35 tubetes é indicada para emissão de brotação.

Pelos resultados expostos é possível sugerir o manejo das mudas nas bandejas em que inicia-se com a densidade de 35 tubetes por bandeja até a formação de 01 folha composta por planta, após, completa-se (54 tubetes) as bandejas para a formação da segunda folha composta e depois remove-se os tubetes das bandejas para a quantidade de meia bandeja (27 tubetes) para a formação da terceira folha composta, que seria o estágio ideal para as mudas formadas em tubetes irem direto para o plantio no campo. Apesar dessa sugestão, a utilização dos tubetes plásticos

tem se mostrado inadequada para a produção de mudas de alta qualidade. Em maracujazeiro amarelo, as mudas formadas em tubetes e bandejas de isopor comparadas com a utilização de saquinhos plásticos mostraram-se inferiores (Verdial et al., 2000). Em eucalipto as mudas produzidas em blocos prensados apresentaram maiores índices de regeneração de raízes e maior crescimento do que as mudas produzidas em tubetes plásticos (Barroso et al., 2000). O crescimento das mudas de goiabeira também foi melhor em blocos prensados do que nos tubetes (Schiavo e Martins, 2002).

Os resultados obtidos nesse trabalho são preliminares e só são válidos para as condições em que o experimento foi conduzido, sendo necessário que mais pesquisas sejam realizadas para determinar o tamanho ideal dos tubetes, os níveis e frequências de adubações no substrato e foliares, bem como o tipo de substrato que deve ser utilizado para maximizar a eficiência na produção de mudas de guaraná em tubetes, para determinar a viabilidade técnica e econômica da utilização de tubetes plásticos na cultura do guaranazeiro.

Conclusões

- A formação de mudas de guaranazeiro em tubetes é fortemente influenciada pela densidade dos tubetes nas bandejas de suporte;
- O manejo dos tubetes nas bandejas de suporte em várias densidades de acordo com o estágio de desenvolvimento das plantas é imprescindível para concluir a formação das mudas de guaranazeiro até o ponto de plantio no campo definitivo.

Literatura Citada

BARROSO, D.G. **Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla* produzidas em tubetes e em blocos prensados com diferentes substratos.** 71p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 1999.

BARROSO, D.G.; CARNEIRO, J.G.A.; LELES, P.S.S.; MORGADO, I.F. Regeneração de raízes de mudas de eucalipto em recipientes e substratos. **Scientia Agricola**, v.57, n.2, p.229-237, abr./jun. 2000.

MORGADO, I.F.; CARNEIRO, J.G.A.; LELES, P.S.S.; BARROSO, D.G. Nova metodologia de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden utilizando resíduos prensados como substrato. **Revista Árvore**, Viçosa, v.24, n.1, p.27-33, 2000.

SÃO JOSÉ, A.R. **A cultura do maracujazeiro: produção e mercado.** Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1994. 255p.

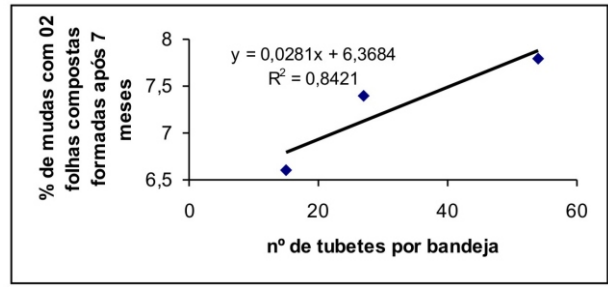
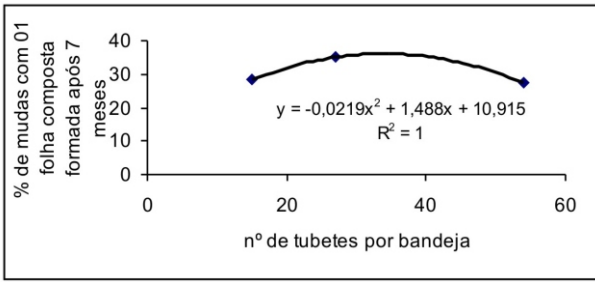
SCHIAVO, J.A.; MARTINS, M.A. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) inoculadas com fungo micorrízico arbuscular *Glomus clarum*, em substrato agro-industrial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.519-523, agosto 2002.

TESSARIOLI NETO, J. Recipientes, embalagens e acondicionamentos de mudas de hortaliças. In: MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura.** São Paulo: T.A. QUEIROZ, 1995. cap.4, p.59-64.

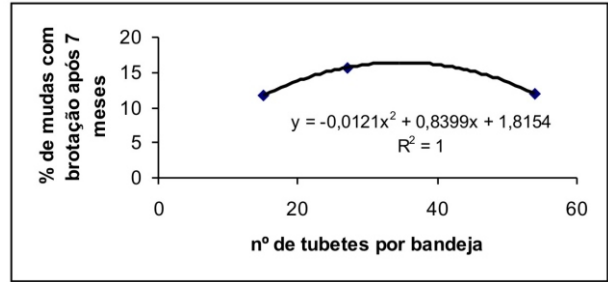
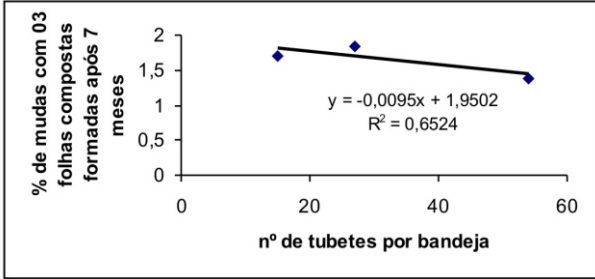
VERDIAL, M.F.; LIMA, M.S. de; TESSARIOLI NETO, J.; DIAS, C.T. dos S.; BARBANO, M.T. Métodos de formação de mudas de maracujazeiro amarelo. **Scientia Agricola**, v.57, n.4, p.795-798, out./dez. 2000.

Tabela 1. Percentagem de mudas formadas de acordo com o estágio de desenvolvimento, após sete meses de viveiro, submetidas à diferentes densidades de plantio em tubetes plásticos. Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus, 2002.

Número de Tubetes por Bandeja	Mudas sem brotação de folhas novas	Mudas apresentando brotação de folhas novas	Mudas com 1 folha composta jovem	Mudas com 2 folhas compostas jovens	Mudas com 3 folhas compostas jovens	Mudas mortas	Mudas vivas
15	15,0	11,7	28,3	6,6	1,7	36,7	63,3
27 (meia bandeja)	21,2	15,7	35,1	7,4	1,85	18,5	81,5
54 (bandeja completa)	32,8	12,0	27,3	7,8	1,39	51,4	48,6
Média	23,0	13,1	30,2	7,3	1,64	35,5	64,5
Desvio Padrão	9,03	2,23	4,24	0,61	0,23	16,48	16,48
C.V. (%)	39,26	17,02	14,04	8,36	14,02	46,42	25,55



C



E

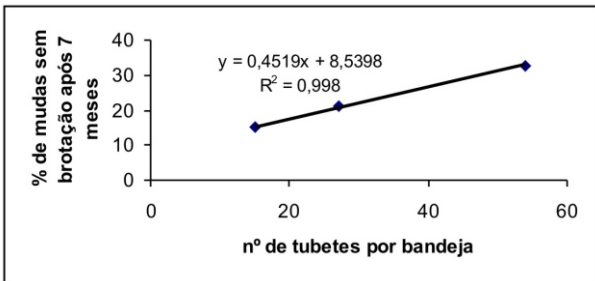


Figura 1. Efeito da densidade de tubetes nas bandejas de suporte na formação de mudas clonadas de guaranazeiro.

Desempenho de mudas de pimenta de macaco em função do tipo de substrato

Isabel Oliva Valério Lima Costa¹, Francisco C. M. Chaves², Elder de A. Pena¹

ABSTRACT - Development of pimenta de macaco seedlings in different substrata. The objective of this research was to evaluate the effect of substrata in the development of pimenta de macaco (*Piper aduncum* L.) seedlings. In order to do that, an experiment was carried out in Embrapa Amazônia Ocidental, in 2004/2005, with the following treatments: T1 Plantimax, T2 - Turfa, T3 - ¼ terriço (superficial layer of the soil, topmost 10 cm, rich in organic material) + ¾ charcoal, T4 - ¼ terriço + ¾ husk from guarana fruits, T5 - ¼ terriço + ¼ cow manure + 2/4 husk from guarana fruit, T6 - ¼ terriço + ¼ cow manure + 2/4 carbonized rice chaff, T7 - ¼ terriço + ¼ cow manure + ¼ charcoal + ¼ husk from guarana fruit, T8 - ¼ terriço + ¼ cow manure + ¼ carbonized rice chaff + ¼ husk from guarana fruit. The experimental design was completely randomized entirely, with 04 repetitions and 16 seedlings in each. Height (cm), stem diameter (mm), number of leaves e biomass (g/plant aerial parts and roots) wer evaluted. It was verified that the substrate with husk from guarana fruit in the composition promoted better seedlings development.

Key-words: *Piper aduncum* L., husk of amazon fruits, propagation, charcoal, medicinal plant.

Introdução

Piper aduncum (Piperaceae) conhecida como pimenta-longa, distribui-se através da América do Sul e em toda Amazônia. Ocorre em áreas abertas, em capoeiras ou em bordas de florestas, é heliófila e classificada como planta pioneira (YUNKER, 1975). Seu fruto é útil internamente como incisivo (anti-blenorrágico e estimulante digestivo) e externamente como resolutivo para o tratamento de úlceras crônicas. As raízes são usadas externamente no combate à erisipela e internamente como desobstruente do fígado e estimulante. As folhas são adstringentes e tônicas do útero, eficazes na cura do prolapso uterino (CORRÊA, 1984).

Em 2002, a empresa EcoSiema Essências da Amazônia, em ManausAM, lançou no mercado o fitoterápico Dermodilapiol, que tem ação dermatológica contra agentes fúngicos e bacterianos que agem sobre a pele. Mas mesmo com essa iniciativa e os vários laboratórios de fitocosméticos e fitoterápicos existentes na região, não existe relato de cultivo dessa planta medicinal nas condições Amazônicas.

¹Graduandos de Agronomia, Universidade Federal do Amazonas.

²Eng Agr, Embrapa Amazônia Ocidental, AM 010, km 29, Zona Rural, 69011-970, Manaus - AM celio@cpaa.embrapa.br

Segundo FACHINELLO *et al.* (1995) a fase de germinação e emergência da planta merece uma atenção especial, principalmente na hora da escolha do substrato, pois as características físicas, químicas e biológicas, devem oferecer as condições para que favorecer a germinação e o desenvolvimento das mudas. Diversos materiais estão disponíveis no mercado na forma de substratos, mas a utilização de materiais disponíveis na região é mais acessível e tende a ser economicamente vantajoso (MINAMI & PUCHALA, 2000). O objetivo foi comparar substratos constituídos de diversos materiais da Região Amazônica em comparação com dois produtos comerciais, na produção de mudas de *Piper aduncum* L., nas condições de Manaus AM.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Embrapa Amazônia Ocidental (Manaus AM), entre outubro de 2004 e janeiro de 2005. Os tratamentos foram: T1 -

Plantimax, T2 - Turfa, T3 - ¼ terriço (solo da camada superficial do solo, até 10 cm, rico em matéria orgânica) + ¾ carvão, T4 - ¼ terriço + ¾ casca de guaraná (da safra agrícola do ano anterior), T5 - ¼ terriço + ¼ esterco de gado curtido + 2/4 casca de guaraná, T6 - ¼ terriço + ¼ esterco de gado curtido + 2/4 casca de arroz carbonizada, T7 - ¼ terriço + ¼ esterco de gado curtido + ¼ carvão + ¼ casca de guaraná, T8 - ¼ terriço + ¼ esterco de gado curtido + ¼ casca de arroz carbonizada + ¼ casca de guaraná. O experimento foi delineado inteiramente ao acaso em bandejas de poliestireno expandido de 72 células, com 04 repetições e 12 plantas/parcela. As sementes estavam armazenadas em câmara fria, e tinham umidade em torno de 7,2. Semeou-se em 18/10/2004 em viveiro com de 50% de sombreamento, germinando em 30/01/2004, recebendo irrigação diária até a avaliação (06/01/2005). Foram avaliadas: altura média (cm), diâmetro médio (mm), número médio de folhas, biomassa (g/planta - parte aérea e raiz). As médias foram comparadas através do Teste Tukey a 1 % de probabilidade.

Resultados e Discussão

Tabela 1. Quadrados médios das variáveis altura média (cm), diâmetro médio (mm), número médio de folhas e biomassa (g/planta - parte aérea e raiz) em mudas de pimenta de macaco (*Piper aduncum*) cultivadas em diferentes substratos. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus AM, 2005.

Causa de variação	G.L.	Q.M.				
		Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Número de folhas	Biomassa (g/pl)	
					Parte aérea	Raiz
Tratamentos	07	4,6847**	1,8749**	3,5863**	0,0399**	0,0956**
Resíduo	24	0,2293	0,0322	0,1696	0,0008	0,0019
Total	31					
DMS		1,1205	0,4197	0,9637	0,0668	0,1008
CV (%)		22,76	10,02	7,85	23,54	22,09

**Significativo ao nível de 1% pelo Teste F.

Observa-se pela Tabela 2, que houve diferença estatística para a altura entre os substratos que continham casca de guaraná em sua composição (T4, T5, T7 e T8) com destaque para T7. Neste tratamento pode-se perceber que o diferencial além da casca de guaraná, foi a adição de esterco de gado curtido e carvão, embora este componente quando da composição do T3 não diferiu dos dois substratos comerciais. Mas mesmo onde o substrato apresentou casca de arroz carbonizada mais o esterco de gado curtido (T6), esses não foram capazes de promover

desenvolvimento que refletisse na altura suficiente, demonstrando apenas um crescimento acima das duas testemunhas e onde entrou carvão. Para a variável diâmetro, resposta semelhante foi observada. Em relação ao número de folhas, com exceção dos substratos comerciais (T1 e T2) e daquele que continha terriço e carvão (T3), não houve diferença entre os demais, embora no T7 tenha ocorrido superioridade numérica. O acúmulo de matéria seca na parte aérea das plantas foi maior no T5 e T7.

Tabela 2. Médias das variáveis altura média (cm), diâmetro médio (mm), número médio de folhas, peso seco (parte aérea e raiz) em mudas em mudas de pimenta de macaco (*Piper aduncum*) provenientes de diferentes substratos. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus AM, 2005.

Tratamentos	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Número de folhas	Peso seco	
				Parte aérea	Raiz
T1	0,94c	1,12c	4,02b	0,012e	0,010b
T2	0,88c	0,89c	4,08b	0,012e	0,012b
T3	0,90c	0,96c	4,35b	0,012e	0,010b
T4	2,83ab	2,31a	5,67a	0,192bc	0,275a
T5	2,99ab	2,42a	5,85a	0,207ab	0,327a
T6	1,90bc	1,86b	5,69a	0,125d	0,255a
T7	3,50 ^a	2,40a	6,50a	0,267a	0,340a
T8	2,87ab	2,34a	5,79a	0,140cd	0,340a
Media	2,10	1,79	5,24	0,121	0,195

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente, ao nível de 1 % de probabilidade pelo Teste Tukey.

Novamente o esterco não foi capaz de dar suporte às plantas em relação à nutrição, pois o T6 evidenciou muito bem isso quando a média ficou apenas em 0,125 g/pl, superando apenas os dois comerciais e o T3. Na raiz, embora esse tratamento não tenha diferido dos demais, com exceção para o T1, T2 e T3, o seu valor ficou abaixo dos outros. BEZERRA et al. (2004) verificaram que no substrato Plantmax, as plantas de moringa (*Moringa oleifera*) desenvolveram-se melhor que na

vermiculita. Testando várias proporções de bio sólidos com casca de arroz carbonizada, GERRINI & TRIGUEIRO (2004) constataram que nenhum substrato, incluindo o comercial, apresentaram valores ideais em todas as propriedades (atributos físicos e químicos) estudadas. Para tomateiro (*Lycopersicon esculentum*), Silveira et al. (2002) concluíram que a mistura entre os tratamentos Plantmax+pó de coco+húmus de minhoca foi a mais favorável à produção de mudas para esta

espécie. Nas condições em que esta pesquisa foi realizada, conclui-se que para *P. aduncum*, aos 68 dias, as mudas desenvolvidas nos substratos que continham em sua composição casca de guaraná, apresentaram melhores atributos.

Literatura Citada

BEZERRA, A.M.E.; MOMENTE, V.G.; MEDEIROS FILHO, S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). *Hortic. Bras.*, v.22, n.2, abr-jun. 2004.

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

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; KLUGE, R.A. *Propagação de plantas frutíferas de clima temperado*. 2 ed. Pelotas: UFPel, 1995. 178p.

GUERRINI, I.A.; TRIGUEIRO, R.M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por bio sólidos e casca de arroz carbonizada. *Rev. Bras. Ci. Solo*, v.28, 2004, p. 1069-1076.

MINAMI, K.; PUCHALA, B. Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade. *Hortic. bras.*, v.18, 2000, suplemento Julho. 162-163p.

SILVEIRA, E. B.; RODRIGUES, V.J.L.B.; GOMES, A.M.A.; MARIANO, R.L.R.; MESQUITA, J.C.P. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. *Hortic. Bras.*, v.20, n.2, p.211-216, jun. 2002.

YUNCKER, T.G. *Separata de Hoehnea The Piperaceae of Brazil*. São Paulo: Instituto de Botânica, v.2, p.99,102, 1975.

Produção de mudas de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dun.) em função do tipo de substrato

Francisco Celio Maia Chaves¹, Sebastião E. L. da Silva¹, Rodrigo F. Berni¹, Elder de A. Pena², Isabel O. V. L. Costa², Marcelo de Q. Rocha³

ABSTRACT - Development of seedlings peach tomato in different substrata.

Evaluated the effect of substrata in the development of seedlings peach tomato (*Solanum sessiliflorum* Dun.). However the experiment was carry out in Western Amazonian Embrapa, in 2004/05, with the following treatments: T1 $\frac{1}{4}$ terriço (superficial layer of the soil, topmost 10 cm, rich inorganic material) + $\frac{3}{4}$ charcoal, T2 $\frac{1}{4}$ terriço + $\frac{3}{4}$ husk from guarana fruits, T3 - $\frac{1}{4}$ terriço + $\frac{1}{4}$ chicken manure + $\frac{2}{4}$ husk from guarana's fruits, T4 - $\frac{1}{4}$ terriço + $\frac{1}{4}$ chicken manure + $\frac{2}{4}$ charcoal, T5 comercial substrata Plantimax®. The experimental design was randomized entirely, with 04 repetitions and 16 seedlings/repetitions. Height (cm), number of leaves, biomass (g/pl - aerial parts and roots) was evaluted. The non-comercial substrata proporcioned more heigth and dry weight of aerial and roots parts than comercial substrate. The use of husk from guarana fruits was more efficient than the use of charcoal, because the seedlings were heighest and showed better dry weight of aerial and roots parts. The substitution of $\frac{1}{4}$ of husk froom guaraná fruits or of charcoal for manure in too cases, was benefical to development of plant height and leaves number, but to charcoal substitution was benefical too for gain of the dry weight of aerial and roots parts.

Key-words: *Solanum sessiliflorum*, husk of amazon fruit, charcoal, vegetable.

Introdução

Várias espécies vegetais nativas ou introduzidas são utilizadas na região amazônica como hortaliças. Essas espécies são chamadas de hortaliças não convencionais, e em muitos casos apresentam extraordinário valor nutritivo, mas são praticamente desconhecidas pelas populações urbanas da região (Cardoso, 1997). Atualmente, algumas dessas hortaliças têm despertado interesse agrônômico, como é o caso do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dun.), hortaliça-fruto nativa da Amazônia, pertencente à família Solanaceae. O cubiu é propagado exclusivamente por sementes, sendo que estas, na sua maioria, provêm de populações cultivadas por produtores rurais que vêm mantendo há vários anos (Cardoso, 1997).

¹Embrapa Amazônia Ocidental, AM 010, km 29, Zona Rural, 69011-970 Manaus -- AM celio@cpaa.embrapa.br

²Graduandos de Agronomia, Universidade Federal do Amazonas.

³Engº. Agrº, Bolsista DCTA - Fapeam.

O objetivo deste trabalho foi avaliar diversos substratos na produção de mudas de cubiu. Dentre esses materiais com essa finalidade estão alguns produtos de origem amazônica, como é o caso da casca de guaraná (*Paullinia cupana*) e carvão comparados com um substrato comercial, além de materiais de uso difundido na olericultura.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Plantas Mediciniais e Hortaliças da Embrapa Amazônia Ocidental (Manaus AM). Utilizou-se como tratamentos as seguintes combinações: T1 $\frac{1}{4}$ terriço + $\frac{3}{4}$ carvão, T2 $\frac{1}{4}$ terriço + $\frac{3}{4}$ casca de guaraná, T3 - $\frac{1}{4}$ terriço + $\frac{1}{4}$ esterco bovino curtido + $\frac{2}{4}$ casca de guaraná, T4 - $\frac{1}{4}$ terriço + $\frac{1}{4}$ esterco bovino curtido + $\frac{2}{4}$ carvão, T5 substrato comercial Plantimax®.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com 04 repetições e 16 plantas/parcela. Utilizou-se bandejas de poliestireno expandido de 128 células. A semeadura foi realizada utilizando-se sementes obtidas de produtores da região. As bandejas permaneceram em viveiro coberto com sombrite de 50% de sombreamento, recebendo irrigação diária até a data de avaliação (64º dia). A germinação iniciou a partir do 5º dia após a semeadura. Avaliou-se nas plantas as seguintes variáveis: altura média (cm), número médio de folhas e biomassa (g/planta- parte aérea e raiz). A análise de variância e desdobramento dos graus de liberdade foi realizada conforme metodologia proposta por Banzatto & Kronka (1989).

Resultados e Discussão

Observou-se que os tratamentos em todos os parâmetros avaliados apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si (Tabela 1). Para objetivar a discussão, estabeleceram-se contrastes entre os tratamentos: substrato comercial (T5) vs. substratos alternativos (T1, T2, T3 e T4), substratos com casca de guaraná (T2 e T3) vs. substratos com carvão (T1 e T4), substrato com casca de guaraná (T2) vs. substrato com guaraná + esterco (T3) e substrato com carvão (T1) vs. substrato com carvão + esterco (T4).

A utilização de casca de guaraná nos substratos superou a alternativa de uso do carvão, as plantas apresentaram maior altura (7,74 cm vs. 4,87 cm), ganho de biomassa na parte aérea (0,31g vs. 0,089 g) e no sistema radicular (0,14 g vs 0,02 g).

A substituição de $\frac{1}{4}$ de guaraná ou de $\frac{1}{4}$ de carvão por esterco bovino curtido, em ambos os casos, foi benéfica no desenvolvimento da altura e número de folhas, apresentando no caso do guaraná um acréscimo de 22% (6,98 cm vs. 8,53 cm) e 20% (3,6 vs. 3,0), respectivamente. Quanto ao carvão o efeito do esterco foi mais significativo, com acréscimos de 341% (7,95cm vs. 1,8cm) e 31% (3,8 vs. 2,9) para os mesmos parâmetros. A substituição de parte do carvão por esterco proporcionou ganhos significativos para as biomassas aéreas (0,17 g vs. 0,01g) e radiculares (0,05 g vs. 0,002).

O substrato que apresentou melhores resultados para a cultura do cubiu foi o T3 - $\frac{1}{4}$ terriço + $\frac{1}{4}$ esterco bovino curtido + $\frac{2}{4}$ casca de guaraná.

Literatura Citada

BANZATTO, D.A. & KRONKA, S. do N. *Experimentação agrícola*. Jaboticabal, FUNEP, 1989. 247p.

BEZERRA, A.M.E.; MOMENTÉ, V.G.; MEDEIROS FILHO, S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.22, n.2, p.295-299, abril-junho 2004.

CARDOSO, M.O. (Coord.). *Hortaliças não convencionais da Amazônia*. Brasília: Embrapa-SPI: Manaus: Embrapa-CPAA, 1997, 150p.

CHAVES, F.C.M.; BERNI, R.F.; PENA, E. de A.; BOMFIM NETO, J.V. do; COSTA, I.O.V.L. Produção de mudas de bertalha em diferentes substratos. *Horticultura Brasileira*, v.22, n.2. 2004. Suplemento CD-ROM.

GAMBASSI, J.R.G.; RESENDE, F.V.; GUALBERTO, R. Produção de mudas de hortaliças no sistema flutuante e convencional, utilizando diferentes composições de substratos. *Horticultura Brasileira*, v.20, n.2, julho, 2002. Suplemento 2.

Tabela 1. Análise de variância com o desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos com diferentes substratos na produção de mudas de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dun.). Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus AM, 2005.

Altura (cm)			
Causa da Variação	GL ¹	S. Q ²	F ³
Substrato Comercial vs. Substratos alternativos	1	25,281	27,171**
Casca de guaraná vs. Carvão	1	41,530	44,635**
Casca de guaraná vs. Casca de guaraná + esterco	1	6,006	6,455*
Carvão vs. Carvão + esterco	1	94,679	101,759*
Tratamentos	4	(167,496)	45,0**
Resíduo	20	18,609	
Total	24		
Número de folhas/planta			
Causa da Variação	GL	S. Q ²	F
Substrato Comercial vs. Substratos alternativos	1	0,053	0,490ns
Casca de guaraná vs. Carvão	1	0,040	0,375ns
Casca de guaraná vs. Casca de guaraná + esterco	1	0,784	7,259*
Carvão vs. Carvão + esterco	1	2,025	18,750**
Tratamentos	4	(2,902)	6,72*
Resíduo	20	0,108	
Total	24		
Biomassa (g/planta parte aérea)			
Causa da Variação	GL	S. Q ²	F
Substrato Comercial vs. Substratos alternativos	1	0,093	54,640**
Casca de guaraná vs. Carvão	1	0,248	145,941**
Casca de guaraná vs. Casca de guaraná + esterco	1	0,007	4,071*
Carvão vs. Carvão + esterco	1	0,062	36,730**
Tratamentos	4	(0,410)	60,4**
Resíduo	20	0,002	
Total	24		
Biomassa (g/planta raiz)			
Causa da Variação	GL	S. Q ²	F
Substrato Comercial vs. Substratos alternativos	1	0,017	52,17**
Casca de guaraná vs. Carvão	1	0,063	196,21**
Casca de guaraná vs. Casca de guaraná + esterco	1	0,00001	0,061ns
Carvão vs. Carvão + esterco	1	0,005	15,31**
Tratamentos	4	(0,085)	65,9**
Resíduo	20	0,006	
Total	24		

¹Graus de liberdade, ² Soma de quadrados e ³ Teste de F.
**Significativo (P0,01) e * (P0,05).

Produção de Mudanças de Bertalha em Diferentes Substratos

Francisco Célio Maia Chaves¹, Rodrigo Fascin Berni¹, Elder de Araújo Pena², João Vieira do Bomfim Neto²,
Isabel Oliva Valério Lima Costa²

Resumo

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito de vários substratos no desenvolvimento de mudas de bertalha (*Basella rubra*). Para tanto foi instalado um experimento na Embrapa Amazônia Ocidental, em 2004, com os seguintes tratamentos: : T1 ¼ Terriço (solo da camada superficial, até 10 cm, rico em matéria orgânica) + ¾ Carvão, T2 - ¼ Terriço + ¾ Casca de Guaraná (*Paullinia cupana*), T3 - ¼ Terriço + ¾ Casca do Fruto de Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), T4 - ¼ Terriço + ¼ Esterco de Aves Curtido + 2/4 Casca de Guaraná, T5 ¼ Terriço + ¼ Esterco + 2/4 Casca de Cupuaçu, T6 ¼ Terriço + ¼ Esterco + 2/4 Carvão e T7 - Plantmax. O delineamento foi inteiramente casualizado, com 04 repetições e 16 sementes em cada. Avaliou-se emergência (%), Índice de velocidade de emergência, altura média (cm), diâmetro (mm), número de folhas, biomassa (parte aérea e raiz). Verificou-se que para emergência (%) e IVE não diferença significativa, enquanto os melhores substratos para as demais variáveis foram o Plantmax e ¼ Terriço + ¾ Casca de Guaraná.

Palavras-chave: *Basella rubra* L., cascas de frutos amazônicos, propagação, carvão.

Abstract

Development of seedlings bertalha in different substrata. The aim of this research was to evaluate the effect of substrata in the development of bertalha seedlings (*Basella rubra*). However the experiment was carry out in Western Amazonian Embrapa, in 2004, with the following treatments: : T1 - ¼ Terriço (superficial layer of the soil, up to 10 cm, rich in organic matter) + ¾ charcoal, T2 - ¼ Terriço + ¾ husk from guarana's fruit (*Paullinia cupana*), T3 - ¼ Terriço + ¾ husk from Cupuaçu's fruit (*Theobroma grandiflorum*), T4 - ¼ Terriço + ¼ Chicken's manure + 2/4 husk from guarana's fruit, T5 - ¼ Terriço + ¼ Chicken manure's + 2/4 husk from Cupuaçu's fruit, T6 - ¼ Terriço + ¼ Chicken's manure + 2/4 charcoal and T7 - Plantmax®. The experimental design was randomized entirely, with 04 repetitions and 16 seeds in each. Emergency (%), Index of emergency speed, height (cm), stem diameter (mm), number of leaves, biomass (aerial parts and roots) was evaluated. For emergency (%) and IVE the substrata don't differentiate significant, while the best substrata for the other variables were Plantmax and ¼ Terriço + ¾ husk from guarana's fruit.

Key-words: *Basella rubra* L., husk of amazon fruits, propagation, charcoal.

¹Embrapa Amazônia Ocidental, AM 010, km 29, Zona Rural, 69011-970, Manaus - AM celio@cmaa.embrapa.br,

²Graduandos de Agronomia, Universidade Federal do Amazonas.

A bertalha (*Basella rubra* L.) pertencente a família das baseláceas, é uma planta utilizada como hortaliça por apresentar folhas carnosas. Nas condições na Região Norte do Brasil produz folhas praticamente o ano todo e também é conhecida como couve. É uma planta rústica, rica em vitamina A, sendo um importante recurso alimentar para as populações das Regiões Norte e Nordeste. É ainda cultivada nos Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais (Cardoso, 1997). Para uma boa produção de folhas exige solos ricos em matéria orgânica. A sua propagação ocorre tanto por semente quanto por estaquia, mas é grande produtora de sementes. A produção de mudas na atividade agrícola se constitui um fator importante pois a partir daí pode depender toda a resposta da planta em relação aos seus atributos. Diversos materiais estão disponíveis no mercado na forma de substratos, mas a utilização de materiais disponíveis na região se constitui uma estratégia importante, pois além de ser mais acessível leva em consideração o aspecto econômico (Minami & Puchala, 2000). Segundo Fachinello *et al.* (1995), a fase de germinação e emergência da planta merece uma atenção especial, principalmente na hora da escolha do substrato, pois as características físicas, químicas e biológicas devem oferecer as melhores condições para que haja uma excelente germinação e favorecimento do desenvolvimento das mudas (Hoffmann *et al.*, 1995; Gonçalves, 1994; Nascimento *et al.*, 2003). O objetivo deste trabalho foi avaliar substratos constituídos de diversos materiais disponíveis na Região Amazônica

comparando com um comercial, na produção de mudas de bertalha.

Metodologia

O experimento foi conduzido no Setor de Plantas Medicinais e Hortaliças da Embrapa Amazônia Ocidental (Manaus AM), durante os meses de fevereiro a abril de 2004. Utilizou-se como tratamentos as seguintes combinações: T1 $\frac{1}{4}$ Terriço (solo da camada superficial do solo, até 10 cm, rico em matéria orgânica) + $\frac{3}{4}$ Carvão, T2 - $\frac{1}{4}$ Terriço + $\frac{3}{4}$ Casca de Guaraná (*Paullinia cupana*), T3 - $\frac{1}{4}$ Terriço + $\frac{3}{4}$ Casca de Fruto de Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), T4 - $\frac{1}{4}$ Terriço + $\frac{1}{4}$ Esterco de Aves Curtido + $\frac{2}{4}$ Casca de Guaraná, T5 $\frac{1}{4}$ Terriço + $\frac{1}{4}$ Esterco + $\frac{2}{4}$ Casca de Cupuaçu, T6 $\frac{1}{4}$ Terriço + $\frac{1}{4}$ Esterco + $\frac{2}{4}$ Carvão e T7 - Plantmax.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com 04 repetições e 16 plantas/parcela. Utilizou-se bandejas de poliestireno expandido de 128 células. A semeadura foi realizada utilizando-se sementes colhidas em novembro de 2003 de matrizes de um ano de idade. Estas estavam armazenadas em câmara fria e por ocasião da montagem do experimento (27/02/2004) apresentavam a umidade de 9,27 %.

As bandejas permaneceram em viveiro coberto com sombrite de 25% de sombreamento, recebendo irrigação diária até a data de avaliação (30/03/2004). A germinação iniciou a partir do 04/03/2004. Avaliou-se nas plantas as seguintes variáveis: emergência (%), índice de velocidade de emergência (Popinigis,

1977), altura média (cm), diâmetro médio (mm), número médio de folhas, biomassa (parte aérea e raiz). As médias foram analisadas através do Teste Tukey a 5 % de probabilidade (Gomes, 1970).

Resultados e Discussão

Pelos dados expostos na Tabela 1

Tabela 1. Quadrados médios das variáveis emergência (%), índice de velocidade de emergência (IVE), altura média (cm), diâmetro médio (mm), número médio de folhas, biomassa (parte aérea e raiz) em mudas de bertalha provenientes de diferentes substratos. Embrapa Amazônia Ocidental/Manaus AM, 2004.

Causas de variação	G.L.	Q.M.						
		Emergência	IVE	Altura	Diâmetro	Número de folhas	Biomassa	
							Parte aérea	Raiz
Tratamentos	06	218,09ns	0,1565ns	11,8897**	0,7202*	2,8586**	0,0108**	0,0001**
Resíduo	21	118,12	0,0608	0,8556	0,1284	0,0976	0,0005	0,000019
Total	27							
DMS		24,98	0,57	2,13	0,8238	0,7179	0,0501	0,0101
CV		13,91	20,37	13,10	25,31	15,81	20,55	22,81

*, ** - significativos ao nível de 5% e 1% pelo Teste F, respectivamente;
ns não significativo.

Observando-se os dados expostos na Tabela 2 verifica-se que a percentagem de emergência não diferiu estatisticamente para nenhum dos substratos analisados, embora numericamente T2, T3 e T7 tenham superado o tratamento com a adição de carvão e esterco de aves curtido, mesmo quando estes estavam na presença de casca de guaraná ou cupuaçu que foram os melhores além do substrato comercial. O IVE da mesma forma da variável anterior também não apresentou diferença estatística, mas a resposta seguiu o mesmo desempenho para a emergência, mas aqui o maior valor foi obtido para o Plantmax. Em relação à altura da planta houve diferença estatística pois o T2 e T7 diferiram daqueles em que houve a presença de carvão (T1 e T6) embora o T6 tenha a adição de esterco

verifica-se que as variáveis altura da planta, diâmetro, número de folhas e biomassa de parte aérea e de raiz foram significativas ao nível de 1% com exceção para o diâmetro que só foi a 5%, enquanto as variáveis emergência e índice de velocidade de emergência não foram para nenhum dos níveis citados.

de aves. Embora o menor valor encontrado tenha sido para o T1, o carvão por si só não é capaz de fornecer nutrientes para o desenvolvimento das mudas, ocasionando desta forma um reduzido crescimento em altura. Oliveira *et al.* (2003) recomendam que alguns substratos como bagaço de cana, acículas de *Pinus*, maravalha, borra de café solúvel fina e borra de café solúvel grossa (que apresentaram os mais baixos valores de pH 4,3 e 5,1) devem ser misturados com outros materiais para serem utilizados como substratos. O diâmetro foi maior quando as mudas se desenvolveram no substrato comercial, diferindo dos demais, com exceção daquele substrato que recebeu esterco e casca de cupuaçu. O número de folhas é considerado um indicativo de bom desempenho dos

substratos para o desenvolvimento das mudas pois quanto maior número de folhas maior área fotossintética. A avaliação do número de folhas demonstrou que o melhor substrato foi quando utilizou-se a casca de guaraná (T2), depois o comercial (T7) e em seguida o que foi acrescido o esterco (T4). Pode-se verificar também que mesmo onde houve a adição de esterco, mas o carvão estava presente, o desenvolvimento das plantas, quanto ao número de folhas, foi prejudicado (T1 e T6). Considerando-se que a biomassa é a variável que mais reflete o efeito dos substratos no desenvolvimento das mudas, pois é o resultado direto da fertilidade e condições físicas destes, observa-se que os melhores substratos para as variáveis de biomassa foram o comercial (T7) e aquele que recebeu casca de guaraná (T2). Este efeito benéfico do

enriquecimento de substratos com matéria orgânica foi observado por Lopes *et al.* (2001) ao verificarem que o crescimento das mudas de alface no adubo orgânico (esterco de curral e esterco de galinha) foi melhor do que no lodo de esgoto e para mudas de alface, tomate e maracujá o substrato Plantmax teve desempenho abaixo dos outros substratos artificiais (Hortimix folhosas e Hortimix solanáceas). Em função do exposto pode-se concluir que o substrato comercial favoreceu um bom desempenho ao desenvolvimento de mudas de beralha, mas o uso de substrato que tenha na sua composição casca de guaraná também pode ser utilizado, se constituindo portanto em uma alternativa para os horticultores da Amazônia.

Tabela 2. Médias das variáveis emergência (%), índice de velocidade de emergência (IVE), altura média (cm), diâmetro médio (mm), número médio de folhas, biomassa (parte aérea e raiz) em mudas de beralha provenientes de diferentes substratos. Embrapa Amazônia Ocidental/Manaus AM, 2004.

Tratamentos	Emergência	IVE	Altura	Diâmetro	Número de folhas	Peso seco	
						Parte aérea	Raiz
T1	79,69	1,23	4,19c	0,96b	0,71e	0,04e	0,011c
T2	82,81	1,39	9,14a	1,25b	3,22a	0,16ab	0,022ab
T3	85,94	1,32	5,96bc	1,13b	1,45d	0,07de	0,016bc
T4	79,69	1,06	7,61ab	1,32b	2,26bc	0,12bc	0,019bc
T5	70,31	1,08	7,72ab	1,54ab	1,90cd	0,09cd	0,018bc
T6	65,62	0,92	6,40b	1,42b	1,53d	0,07cde	0,017bc
T7	82,81	1,47	8,88a	2,28a	2,74ab	0,18a	0,031a
Media	78,12	1,21	7,13	1,41	1,97	0,11	0,019

Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúscula) não diferem significativamente, ao nível de 5 % de probabilidade pelo Teste Tukey.

Literatura Citada

- CARDOSO, M.O. (Coord.). *Hortaliças não convencionais da Amazônia*. Brasília: Embrapa-SPI; Manaus: Embrapa-CPAA, 1997, 150p.
- FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; KLUGE, R.A. *Propagação de plantas frutíferas de clima temperado*. 2 ed. Pelotas: UFPel, 1995. 178p.
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 4 ed. Piracicaba: Nobel, 1970. 430p.
- GONÇALVES, A. L. Substratos para produção de mudas de ornamentais. In: Minami, K.; Tessarioli Neto, J.; Penteado, S.R.; Scarpere Filho, J.A. *Produção de mudas hortícolas de alta qualidade*. Piracicaba: ESALQ/SEBRAE, 1994. 156p.
- HOFFMANN, A.; RAMOS, D.; PASQUAL, M. *Substratos na produção de mudas frutíferas*. Lavras: UFLA, 1995. (Circular Ano IV, n.37).
- LOPES, J.C.; RODRIGUES, C.; RIBEIRO, L.G.; ARARÚJO, M.G.; BERALDO, M.R.B.S. Caracterização de diferentes substratos para a produção de alface. *Hortic. bras.*, v.19, n.2, jul. 2001. P.271.
- MINAMI, K.; PUCHALA, B. Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade. *Hortic. bras.*, v.18, 2000, suplemento Julho. 162-163p.
- NASCIMENTO, W.M.; SILVA, J.B.C.; CARRIJO, O.A. Germinação de sementes de hortaliças em diferentes substratos para produção de mudas. *Hortic. bras.*, v.21, n.2, jul. 2003. Suplemento 1, p.311.
- OLIVEIRA, V.R.; FREIRE, F.M.; VENTURI, R.; CARRIJO, O.A.; MASCARENHAS, M.H.T. Caracterização química de substratos para produção de hortaliças. *Hortic. bras.*, v.21, n.2, jul. 2003. Suplemento 1. P.288.
- POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p.

Produção de Mudanças de Caapeba em Diferentes Substratos

Elder de Araújo Pena¹, Francisco C. M. Chaves², Isabel O. V. L. Costa¹, Ana C. da S. Pinto³, Adrian M. Pohlit⁴

ABSTRACT - Caapeba (*Pothomorphe peltata* Miq.) seedling production in different substrates. Evaluated the effect of different substrates on the development of caapeba seedlings (*Pothomorphe peltata* Miq.). The experiment was carried out at Embrapa Amazônia Ocidental, in 2004/2005, with the following treatments: T1: Plantimax; T2: Turfa; T3: ¼ terriço (superficial layer of the soil, topmost 10 cm, rich in organic material) + ¾ charcoal; T4: ¼ terriço + ¾ husk from guarana fruit; T5: ¼ terriço + ¼ cow manure + ½ husk from guarana fruit; T6: ¼ terriço + ¼ cow manure + ½ carbonized rice chaff; T7: ¼ terriço + ¼ cow manure + ¼ charcoal + ¼ husk from guarana fruit; T8: ¼ terriço + ¼ cow manure + ¼ carbonized rice chaff + ¼ husk from guarana fruit. The experimental design was entirely randomized, with 4 repetitions and 16 seedlings in each repetition. Height (cm), stem diameter (mm), number of leaves, biomass (g/pl aerial parts and roots) were evaluated. Was verified that the substrate with terriço+cow manure+husk from guarana fruit+charcoal answered better in seedling development.

Keywords: *Pothomorphe peltata*, husk of amazon fruits, propagation, medicinal plant.

Introdução

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 o seu potencial de recursos genéticos, principalmente de plantas medicinais, das quais apenas 5 % do total de espécies tem sido objeto de pesquisa (Matos, 1990), em sua maioria na área química e farmacológica. Isso vale para espécies nativas e introduzidas, sem levar em conta um devido suporte da área agrônômica, que pode aliviar a pressão extrativista desorganizada sobre o ecossistema e permitir a obtenção de material de qualidade superior.

¹Graduandos de Agronomia, Universidade Federal do Amazonas (Ufam), Av. General Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 3.000, Campus Universitário, Bairro Coroado I, 69077-000, Manaus-AM.

²Eng. Agrôn., D.Sc., Embrapa Amazônia Ocidental, AM 010, km 29, Zona Rural, 69011-970, Manaus-AM, celio@cpaa.embrapa.br

³Doutoranda em Biotecnologia, Ufam.

⁴Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Av. André Araújo, 2936, Campus I, Bairro Petrópolis, 69083-000, Manaus-AM.

Dentre as espécies nativas encontra-se a capeba, *Pothomorphe peltata* Miq. (Piperaceae), pequena erva bianual ou perene, usada na medicina popular de quase todo o Brasil, onde são empregadas suas folhas, hastes e raízes. Já foram identificados alguns metabólitos secundários, tais como óleos essenciais, esteróides, mucilagens, pigmentos, 4-nerolidilcatecol (substância mista formada de uma cadeia lateral terpênica ligada a um anel aromático) e dímeros desse último obtidos por oxidação aromática, chamados de “peltatóis”. É considerada diurética, antiepiléptica, antipirética, usada contra doenças do fígado, inchaços e inflamações das pernas, contra erisipela e filariose (Lorenzi e Matos, 2002). Somente para o composto 4-nerolidilcatecol, foi demonstrado atividade antimalárica, antitumoral, prevenção espontânea de peroxidação de lipídios do cérebro e também potencial antioxidante através de aplicação em formulações cosméticas (Pinto, 2002).

A produção de mudas na atividade agrícola é uma etapa importante pois pode afetar toda a resposta da planta na sua fase de produção. Diversos materiais estão disponíveis no mercado na forma de substratos, mas a utilização desses na região se constitui uma estratégia importante, pois além de serem mais acessíveis, freqüentemente representam alternativa bastante econômica (Minami & Puchala, 2000). Segundo Fachinello *et al.* (1995), a fase de germinação e emergência da planta merece atenção especial, principalmente na hora da escolha do substrato, pois as características físicas,

químicas e biológicas devem oferecer condições ideais para favorecer a germinação e o desenvolvimento das mudas (Hoffmann *et al.*, 1995; Gonçalves, 1994; Nascimento *et al.*, 2003). O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de substratos constituídos de diversos materiais disponíveis na região Amazônica e dois substratos comerciais, na produção de mudas de capeba, *Pothomorphe peltata*.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Embrapa Amazônia Ocidental (Manaus AM), no período de novembro de 2004 a janeiro de 2005. Utilizou-se como tratamentos as seguintes combinações: T1: Plantimax; T2: Turfa; T3: ¼ terriço (solo da camada superficial, até 10 cm, rico em matéria orgânica) + ¾ carvão; T4: ¼ terriço + ¾ casca de guaraná; T5: ¼ terriço + ¼ esterco de gado curtido + ½ casca de guaraná; T6: ¼ terriço + ¼ esterco de gado curtido + ½ casca de arroz carbonizada; T7: ¼ terriço + ¼ esterco de gado curtido + ¼ carvão + ¼ casca de guaraná; T8: ¼ terriço + ¼ esterco de gado curtido + ¼ casca de arroz carbonizada + ¼ casca de guaraná. O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições, com 12 plantas/parcela. Utilizou-se bandejas de poliestireno expandido de 72 células. A semeadura foi realizada com sementes colhidas em setembro de 2004 de matrizes com um ano de idade. Estas estavam armazenadas em câmara fria, com umidade de 7,6 %. As bandejas, após semeadura que foi realizada no dia 27/10/2004 (data do início do experimento),

permaneceram em viveiro coberto com sombrite de 50 % de sombreamento, recebendo irrigação diária até a data de avaliação (05/01/2005). A germinação iniciou a partir de 07/11/2004. Avaliou-se nas plantas as seguintes variáveis: altura média (cm), diâmetro médio (mm), número médio de folhas e biomassa (parte aérea e raiz). As médias foram submetidas à análise

de variância e Teste Tukey a 5 % de probabilidade (Gomes, 1970).

Resultados e Discussão

A análise de variância (Tabela 1) indica a existência de diferenças significativas entre as médias em todas as variáveis avaliadas

Tabela 1. Quadrados médios das variáveis altura média (cm), diâmetro médio (mm), número médio de folhas, biomassa (g/pl - parte aérea e raiz) em mudas de caapeba (*Pothomorphe peltata*) provenientes de diferentes substratos. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus AM, 2005.

Causas de variação	G.L.	Q.M.				
		Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Número de folhas	Biomassa (g/pl)	
					Parte aérea	Raiz
Tratamentos	7	1,3571**	5,7074**	2,0061**	0,0501**	0,0642**
Resíduo	24	0,0293	0,0453	0,1859	0,0008	0,0011
Total	31					
DMS		0,4003	0,4979	1,0088	0,0653	0,0782
CV (%)		16,07	9,65	13,34	25,14	28,45

**Significativo ao nível de 1% pelo Teste F.

Os resultados obtidos (Tabela 2) indicam que a adição de casca de guaraná e esterco de gado curtido associados com carvão (T7) ou casca de arroz carbonizada (T8) apresentou um aumento significativo para a variável altura. Por outro lado, apenas terriço + carvão (T3) não diferiu dos dois produtos comerciais. Na resposta da variável diâmetro, percebe-se que novamente T3 e os substratos comerciais tiveram desempenho semelhante estatisticamente. Os demais tratamentos apresentaram diâmetros 3 a 4 vezes superiores aos já citados, embora o número de folhas definitivas tenha sido significativamente maior nos tratamentos T3 e T6 em relação aos outros tratamentos (T4, T5, T7 e T8). Para os produtos comerciais, o número de folhas definitivas

ficou abaixo dos valores encontrados para os tratamentos T4, T5, T7 e T8, demonstrando que a presença de carvão e casca de arroz carbonizada possivelmente podem fornecer uma maior aeração ao substrato, visto que esses constituintes associados com esterco e casca de guaraná proporcionaram aos substratos nutrientes e condições de aeração para as plantas.

Guerrini e Trigueiro (2004) ao testar diferentes níveis de casca de arroz carbonizada + biossólido, constataram que menores proporções de casca de arroz carbonizada aumentam a densidade aparente, mas diminuem a aeração dos substratos.

Embora o T3 tenha apresentado a segunda melhor média para o número de folhas, o peso da matéria seca de parte aérea e raiz não diferiu estatisticamente dos produtos comerciais, apresentando as menores médias. A junção dos constituintes terriço, esterco, carvão e casca de guaraná, com quantidade igual desses constituintes,

demonstrou ser a de melhor resposta. Esse resultado difere de Carvalho Filho et al. (2002) que demonstraram que as maiores concentrações de esterco bovino na composição dos substratos foram favoráveis ao desenvolvimento de mudas de manjeriço doce (*Ocimum basilicum*).

Tabela 2. Médias das variáveis altura média (cm), diâmetro médio (mm), número médio de folhas, biomassa (parte aérea e raiz) em mudas de caapeba (*Pothomorphe peltata*) provenientes de diferentes substratos. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus AM, 2005.

Tratamentos	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Número de folhas	Peso seco	
				Parte aérea	Raiz
T1	0,38c	0,64b	2,42c	0,002c	0,001c
T2	0,44c	0,82b	2,58bc	0,002c	0,001c
T3	0,41c	0,87b	4,12a	0,006c	0,002c
T4	1,30b	3,21a	3,02bc	0,149b	0,092b
T5	1,31b	3,20a	2,77bc	0,136b	0,145b
T6	1,19b	2,76a	4,35a	0,125b	0,157b
T7	1,56ab	3,19a	3,52ab	0,334a	0,376a
T8	1,91a	2,96a	3,06bc	0,133b	0,163b
Media	1,06	2,20	3,23	0,11	0,12

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente, ao nível de 1 % de probabilidade pelo Teste Tukey.

Para tomate (*Lycopersicon esculentum*), o substrato comercial mais casca de arroz carbonizada (1:1) acrescidos de 20 g/L NPK 4-14-8 mostrou-se mais adequado, enquanto para alface (*Lactuca sativa*), além da composição anterior uma mistura de terra, esterco curtido, casca de arroz carbonizada (2:2:1) mais 0,5 g/L de super fosfato simples e 1,5 g/L de NPK 4-14-8, também apresentou bom resultado (Gambassi et al., 2002). Nas condições em que esta pesquisa foi realizada, conclui-se que para *P. peltata*, o melhor substrato foi os que continham em sua composição casca de guaraná.

Literatura Citada

- CARVALHO FILHO, J.L.S.; AMÂNCIO, V.F.; BLANK, A.F.; ARRIGONIBLANK, M.F.; SILVA, P.A.; SNTOS NETO, A. L.; MANN, R. S. Efeito de recipientes e composições de substratos na produção de mudas de manjeriço doce (*Ocimum basilicum* L.). Hort. Bras., v.20, n.2, julho, 2002. Suplemento 2.
- FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; KLUGE, R.A. *Propagação de plantas frutíferas de clima temperado*. 2 ed. Pelotas: UFPel, 1995. 178p.

GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 4 ed. Piracicaba: Nobel, 1970. 430p.

GONÇALVES, A. L. Substratos para produção de mudas de ornamentais. In: Minami, K.; Tessarioli Neto, J.; Penteado, S.R.; Scarpere Filho, J.A. *Produção de mudas hortícolas de alta qualidade*. Piracicaba: ESALQ/SEBRAE, 1994. 156p.

GAMBASSI, J.R.G; RESENDE, F.V.; GUALBERTO, R. Produção de mudas de hortaliças no sistema flutuante e convencional, utilizando diferentes composições de substratos. *Hortic. Bras.*, v.20, n.2, julho, 2002, suplemento 2.

GUERRINI, I.A.; TRIGUEIRO, R.M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. *Rev. Bras. Ci. Solo*, v.28, 2004, p. 1069-1076.

HOFFMANN, A.; RAMOS, D.; PASQUAL, M. *Substratos na produção de mudas frutíferas*. Lavras: UFLA, 1995. (Circular Ano IV, n.37).

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

MATOS, F.J.A. Plantas medicinais brasileiras um desafio para nossos químicos orgânicos. **Desafio**, v.3, p.9, 1990.

MINAMI, K.; PUCHALA, B. Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade. *Hortic. bras.*, v.18, 2000, suplemento Julho. 162-163p.

NASCIMENTO, W.M.; SILVA, J.B.C.; CARRIJO, O.A. Germinação de sementes de hortaliças em diferentes substratos para produção de mudas. *Hortic. bras.*, v.21, n.2, jul. 2003. Suplemento 1, p.311.

PINTO, A.C.S. Estudos fitoquímico e biológico de *Pothomorphe peltata* (L.) Miquel (Piperaceae). 2002. **Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Química de Produtos Naturais, Universidade Federal do Amazonas, UFAM, Manaus AM, 156p., 2002.**

Controle de Plantas Daninhas com Herbicidas em Guaranazal no Município de Maués - AM

José Ferreira da Silva¹, Enilton Fick Coutinho², Manoel da Silva Cravo³, André Luiz Atroch⁴

Introdução

Dentre os fatores que causam grandes problemas à agricultura, especialmente nos trópicos, destaca-se a infestação de plantas daninhas. Estas plantas, além, de competirem com a cultura por água, luz, nutrientes e por produzirem compostos alelopáticos, também podem ser hospedeiras de pragas e doenças.

Nos plantios de guaraná têm sido verificado que as plantas daninhas exercem forte concorrência, aumentando substancialmente o custo de produção e diminuindo a produtividade. Essa situação foi constada nos plantios mais expressivos de guaraná como os da Ambev e da Embrapa em Maués, da Santa Cláudia e da Jayoro em Presidente Figueiredo e em áreas de pequenos produtores.

Os métodos tradicionais de controle de plantas daninhas em guaranazal são o roçado e a capina com enxada. O controle mecânico com o uso de trator ainda pode causar compactação do solo, causando danos ao sistema radicular e diminuir drasticamente a produtividade das culturas.

Em razão destas dificuldades, o controle químico para eliminação dessas plantas daninhas pode tornar-se uma alternativa viável para o guaranicultor.

Em levantamento realizado em guaranazais da Bahia foi observado que os agricultores eliminavam as plantas daninhas duas vezes por ano, com enxada ou com terçado, enquanto os guaranicultores de Maués, segundo Castro (1971) faziam só limpeza, uma vez ao ano, nos plantios de guaraná, sendo esta a principal razão que explica o baixo rendimento do guaraná na região (330 g planta/ano). Devido a isso, este último autor sugere a realização de capinas a cada intervalo de três ou quatro meses nos guaranazais na região para melhorar o desempenho produtivo da cultura. Além do controle das plantas daninhas, os herbicidas apresentam a vantagem de deixar uma cobertura morta que protege contra a erosão e conserva a umidade do solo, nos períodos mais secos do ano e não danificam o sistema radicular das plantas como quando se faz a capina. Devido a esses fatores e, em face de importância da cultura do guaraná na economia do Estado e do País é que se justifica a execução do presente trabalho.

¹Prof. Adjunto, Dr. Universidade Federal do Amazonas. Av. Gen. Octávio Rodrigues J.Ramos, 3000. Campus Universitário. 69077-000, Manaus, AM. jfsilva@ufam.edu.br

^{2,4}Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa Amazônia Ocidental. Cx. Postal 319, 69011-970. Manaus, AM.

³Eng. Agrôn. D.Sc. Embrapa Ocidental., Cx. Poatal 319, 69011-970, Manaus, AM.

Material e Métodos

O experimento foi instalado na área do Jardim clonal da estação experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, em Maués, AM. O solo, do local do experimento, foi classificado como areno-argiloso com 28 g/kg de matéria orgânica.

Adotou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com três blocos e três plantas de guaraná na área útil, espaçadas entre si de 5 x 5 m e com dez anos de idade.

Os herbicidas usados foram aplicados em pós-emergência. Os tratamentos consistiram de testemunhas com e sem capina e da aplicação de uma dose dos seguintes herbicidas: 1 Testemunha sem capina; 2 Testemunha com capina; 3 Atrazine 3,0 kg/ha de i.a.; 4 Ametrine 1,6 kg/ha de i.a.; 5 Sethoxydim 0,23 kg/ha de i.a.; 6 Ametrine + simazine (1,6 + 3,0) kg/ha de i.a.; 7- Ametrine + sulfosate (1,6 + 3,0) kg/ha de i.a.; 8 Atrazine + metribuzin (3,0 + 0,72) kg/ha de i.a.; 9 Atrazine + nicosulfuron (3,0 + 0,05) kg/ha de i.a.; 10 Nicosulfuron + sulfosate (0,05 + 3,0) kg/ha de i.a.; 11- Sethoxydim + sulfosate (0,23 + 0,05) kg/ha de i.a.

Usou-se um pulverizador costal, com pressão constante de 40 lb/pol², mantida com uma válvula de pressão constante e barra de aplicação ponteiros XR80.03. A quantidade de calda herbicídica usada na aplicação dos herbicidas foi de 240 L/ha. Adicionou-se o adjuvante Assist na calda dos herbicidas na proporção de 0,5% v/v.

Para a amostragem das plantas daninhas foi utilizado um retângulo de 0,012 m² atirado, aleatoriamente, na área útil de cada parcela. As plantas dentro do retângulo foram cortadas rentes à superfície do solo e levadas para laboratório, onde foram classificadas por família, gênero, espécie e em seguida colocadas para secar em estufa de ventilação forçada a 75 °C até peso constante.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$). As análises foram realizadas com o auxílio do programa Sanest.

Resultados e Discussão

O Ametrine e a mistura nicosulfuron + sulfosate foram efetivos no controle das plantas daninhas dicotiledôneas, mantendo livre o guaranazeiro destas plantas até aos 90 dias após a aplicação dos produtos (Tabela 1).

O número de plantas daninhas dicotiledôneas, em cada época, dentro dos herbicidas, foi inferior ao número de monocotiledôneas, exceto nos tratamentos com ametrine, ametrine + simazine e testemunha capinada. Já aos 90 dias para todos os tratamentos o número de plantas daninhas dicotiledoneas foi inferior ao de monocotiledônea. Isto evidencia que havia uma predominância de plantas monocotiledônea na área do experimento, como de fato 78% do número total de plantas daninhas eram desta classe.

Tabela 1. Efeitos de herbicidas sobre o número médio de plantas daninhas monocotiledônea (mono), dicotiledônea (dico) e médias/m² na cultura do guaraná.

Tratamentos	Dose kg/ha i.a.	Número médio de plantas daninhas/m ²⁽¹⁾			
		45 DAA ⁽²⁾		90 DAA	
		Mono	Dico	Mono	Dico
Ametrine	1,6	8,91Aabb	0,00ABa	195,34Aabcda	0,00ABa
Ametrine + Simazine	1,6 +3,0	55,89Aabb	12,74ABa	115,79Aabcda	18,24ABa
Ametrine + Sulfosate	1,6 +3,0	107,79Aabb	7,33ABa	136,78Aabcda	2,25ABa
Atrazine	3,0	120,95Aabb	0,00ABa	263,23Aabcda	45,40ABa
Atrazine + Metribuzin	3,0 + 0,72	44,32Aabb	0,00ABa	123,62Aabcda	4,08ABa
Atrazine + Nicosulfuran	3,0 + 0,05	5,00Aabb	0,00ABa	131,11Aabcda	2,25ABa
Nicosulfuran + Sulfosate	0,05 + 3,0	88,88Aabb	8,91ABa	524,79Aabcd	0,00ABa
Sethoxydim	0,23	42,82Aabb	5,75ABa	360,69Aabcd	7,33ABa
Sethoxydim + Nicosulfuran	0,23 + 0,05	108,62Aabb	0,00ABa	394,59Aabcda	36,90ABa
Testemunha com capina	0,00	0,00Aabb	0,00ABa	0,00Aabcda	0,00ABa
Testemunha sem capina	0,00	125,37Aabb	35,99ABa	372,52Aabcda	39,32ABa
C.V.(%)					14,87

⁽¹⁾Letras minúsculas iguais na vertical e maiúsculas na horizontal não diferem os tratamentos entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tuckey. ⁽²⁾Dias após a aplicação dos herbicidas.

A mistura ametrine + simazine não apresentou efeitos fitotóxicos visuais nas avaliações realizadas.(Tabela2). Para todos os herbicidas usados a fitotoxicidade diminuiu na segunda avaliação, exceto o atrazine que não mostrou diminuição dos sintomas de clorose.

O mais alto nível de sintoma foi causado pela mistura atrazine+ metribuzin na primeira avaliação, mas reduziu na segunda avaliação, o que evidencia a destoxificação da planta de guaraná.

Tabela 2. Valores médios da avaliação visual da fitotoxicidade de herbicidas sobre as plantas de guaraná em duas avaliações após a aplicação, no município de Maués, AM.

Tratamentos	Dose kg/ha i.a.	Fitotoxicidade ⁽¹⁾	
		45 DAA(2)	90 DAA
Ametrine	1,6	2,33	1,33
Ametrine + Simazine	1,6 +3,0	1,00	1,00
Ametrine + Sulfosate	1,6 +3,0	2,66	2,00
Atrazine	3,0	1,66	1,66
Atrazine + Metribuzin	3,0 + 0,72	3,00	2,00
Atrazine + Nicosulfuran	3,0 + 0,05	2,00	1,00
Nicosulfuran + Sulfosate	0,05 + 3,0	1,66	1,33
Sethoxydim	0,23	1,33	1,00
Sethoxydim + Nicosulfuran	0,23 + 0,05	1,66	1,33
Testemunha com capina	0,0	1,00	1,00
Testemunha sem capina	0,0	1,00	1,00
C.V.(%)		32,57	

⁽¹⁾ (1= sem efeito) (2=sintoma muito leve) (3=sintoma leve) (4=sintomas não Refletido na produção) (5= médio) (6= dano regular) (7=dano forte) (8=dano muito forte) (9= morte da planta). Escala segundo EWSC (19...).

⁽²⁾Dias após a aplicação dos herbicidas



Figura 1. Controle de plantas daninhas aos 45 (esquerda) e 90(direita) dias após a aplicação da mistura atrazine (6 L pc/ha) + Nicosulfuron (2,5 L pc/ha).

Literatura Citada

BATISTA, M. de F. Plantas silvestres hospedeiras de *Colletotrichum guaranicola*. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DO GUARANÁ**, 1. ANAIS. Manaus, EMBRAPA-UEPAE de Manaus, 1984. p. 409-411.

Efeitos de Herbicidas no Controle de Plantas Daninhas e sua Influência nas Características do Guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke).

Luciana Souza de Aguiar e Souza¹, José Ferreira da Silva², Sonia Maria Figueiredo Albertino³, Líbia de Jesus Mileo⁴, José Francisco Gonçalves de Carvalho⁵

Introdução

O guaranazeiro é cultivado no interior do Amazonas com baixo nível tecnológico, sendo a remoção das plantas daninhas feita com enxada ou terçado. Este método é ineficiente em épocas chuvosas, e inviável em áreas extensas, pelo alto custo e escassez de mão-de-obra na região (SILVA & COUTINHO, 2000).

Para a cultura do guaraná recomendam-se, por ano, duas a quatro capinas no coroamento das plantas e duas roçagens nas entrelinhas (CAMPOS, *s.d.*). Na prática, os agricultores realizam uma roçagem e uma capina por ano, em face do alto custo da operação. Nos sete primeiros anos de cultivo, o custo do controle das plantas daninhas pode chegar a 33,2% do custo total, com uma capina anual e produtividade de 300 g/planta/ano, e da ordem de 20,3% para a realização de três capinas anuais e produtividade de 1 kg/planta/ano (CASTRO, 1971).

O uso de herbicidas é o método mais eficiente, porque reduz o custo de produção em áreas extensas, soluciona o problema de escassez de mão-de-obra no meio rural e proporciona controle mais rápido e eficiente, comparado aos procedimentos de capina (DEUBER, 1992).

A mistura de herbicidas é uma prática consagrada mundialmente, propicia redução nos custos de produção, menor exposição dos aplicadores aos produtos e amplia o espectro de ação dos produtos (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998).

O Glifosate é um dos herbicidas mais usados em misturas pelo seu mecanismo de ação e propriedades físico-químicas que permitem esta técnica. Uma das estratégias de controle para evitar a seleção de espécies tolerantes/resistentes é a mistura do Glifosate com outros herbicidas, que aumenta o espectro de ação (CHRISTOFFOLETI *et al.*, 1994).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia de herbicidas isolados e em mistura com glifosate no controle de plantas daninhas em cultivos de guaraná; no e seus e sobre a produção desta cultura.

¹Ufam, Eng. Agrônoma, Doutoranda em Biotecnologia, saslu@click21.com.br;

²Ufam, Eng. Agrônomo, Dr, Professor Adjunto.

³Ufam, Engenheira Agrônoma, MSc. Professora.

⁴Ufam, Eng. Agrônoma, Mestre em Ciências Agrárias;.

⁵Inpa, Eng. Agrônomo, Dr.

Material e Métodos

O experimento foi instalado numa área de cultivo de guaraná de três anos de idade, no Município de Presidente Figueiredo, AM. O espaçamento entre as plantas de guaraná foi de 5 x 5 m. Antes da aplicação dos herbicidas retirou-se amostras de solo para análise (Tabela 1)

Para uniformizar a população de plantas daninhas, antes da aplicação dos tratamentos foi realizada uma capina.

O delineamento experimental usado foi de blocos ao acaso, com três repetições e dez tratamentos (Tabela 2). Cada bloco mediu 10 x 240 m, a parcela foi constituída de 12 plantas, com duas plantas na área útil e bordadura dupla.

Tabela 1. Valores médios da análise química e granulométrica do solo do local do experimento.

pH	Al	H + Al	Ca	Mg	P	K	C.O. ¹	M.O. ²	Areia	Argila	Silte
	(cmol _e /kg)				(mg/kg)		(g/kg)		(g/100 g)		
4,68	1,5	9,3	0,3	0,1	1,0	32	24,7	42,6	13,7	81,0	5,30

¹Carbono orgânico; ²matéria orgânica.
Análises realizadas no Laboratório de Solos da Ufam.

Tabela 2. Tratamentos usados no experimento de controle de plantas daninhas em guaranazal.

Tratamento	Dose (kg i.a./ha)	Nome comercial do herbicida
1. Testemunha sem capina (TSC)	0	-
2. Testemunha com capina (TCC)	0	-
3. Testemunha com roçado roçagem (TCR)	0	-
4. Glifosate (1)	1,44	Radar
5. Ametrina (2)	4,00	Ametrex
6. Isoxaflutole (3)	0,26	Provence
7. Flumioxazin (4)	0,05	Flumyzin
8. Glifosate + Isoxaflutole	1,44 + 0,26	Radar + Provence
9. Glifosate + Flumioxazin	1,44 + 0,05	Radar + Flumizyn
10. Glifosate + Ametrina	1,44 + 4,00	Radar + Ametrex

⁽¹⁾N-(fosfometil) glicina; ⁽²⁾N2-etil-N4-isopropil-6-metilto-1,3,5-triazina-2,4-diamina; ⁽³⁾ 5-ciclopropil-1,2-oxazol-4-il alfa, alfa, alfa-trifluoro-2-metil-p-tolil cetona; ⁽⁴⁾N- (7-fluoro-3, 4-diidro-3-oxo-4-prop-2-inil-2H-1, 4-benzoxazin -6-il) ciclohex-1-ene-1,2-dicarboxamide (AHRENS, 1994).

Os herbicidas foram aplicados com um pulverizador costal, de 20L de capacidade com pressão constante (40 lb/pol²) acoplado a uma haste com 5 pontas de pulverização do tipo teejet XR80.03. A quantidade de calda herbicídica usada na aplicação dos produtos foi de 224 L/ha, adicionada com adjuvante Agral (0,5% v/v). Após aplicação de cada produto, o pulverizador foi submetido à tríplice lavagem.

A amostragem das plantas daninhas foi feita aos 28, 56, 84, 112, 140 e 168 dias após a aplicação dos herbicidas, com um retângulo de madeira medindo 0,06 m² de área, atirado ao acaso quatro vezes na área útil da parcela. As espécies de plantas daninhas dentro do retângulo foram cortadas rentes ao solo, contadas, separadas e identificadas por espécie, gênero e família com o auxílio da literatura especializada ou de especialistas.

Após a identificação, estas foram secas à temperatura de 75°C em estufa de ventilação forçada até peso constante da matéria seca, e em seguida, colocadas em dessecadores e pesadas.

A cobertura das parcelas pelas plantas daninhas foi avaliada visualmente e estimada em porcentagem (BRAUN-BLANQUET, 1932 adaptado).

A eficácia das misturas de herbicidas foi avaliada através da seguinte fórmula:

$$E = 100 \left[\frac{((100 X) \times (100 Y))}{100} \right]$$

(COLBY, 1967).

Onde: E = redução de crescimento esperada, indicado como porcentagem de controle da mistura; X e Y representam a redução de crescimento do peso da matéria seca da parte aérea, em relação a porcentagem de controle dos herbicidas aplicados isoladamente (MONQUERO *et al.*, 2001).

A avaliação da eficácia do controle foi realizada pela redução das plantas daninhas nos tratamentos, estimada através da redução no peso da matéria seca das mesmas, a infestação nas parcelas foi calculada e subtraída da testemunha sem capina (TSC), considerada como 100% de infestação.

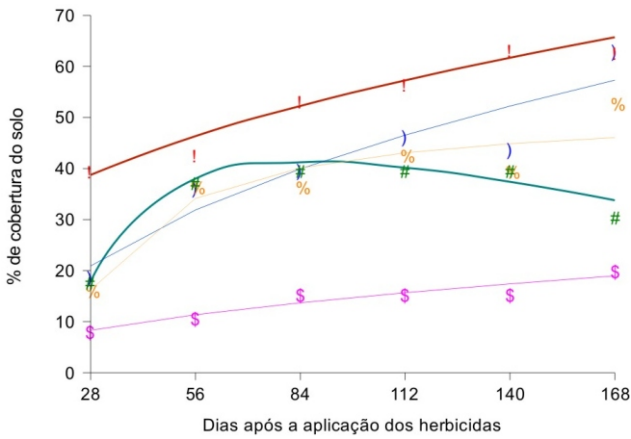
A coleta dos frutos de guaranazeiro para avaliar a produção foi feita duas vezes por semana. Os frutos foram levados ao laboratório, despolidos, lavados e submetidos à secagem em estufa à 75° C por 48 horas e em seguida pesados.

Resultados e Discussão

A redução do número de espécies de plantas daninhas em relação à TSC, nos tratamentos com herbicidas e suas misturas foi a seguinte: Glifosate 20,83%; Ametrina 75%; Isoxaflutole 0%; Flumioxazin 16,67%; Glifosate + Isoxaflutole 41,67%; Glifosate + Flumioxazin 29,17% e no tratamento com Glifosate + Ametrina de 45,83%.

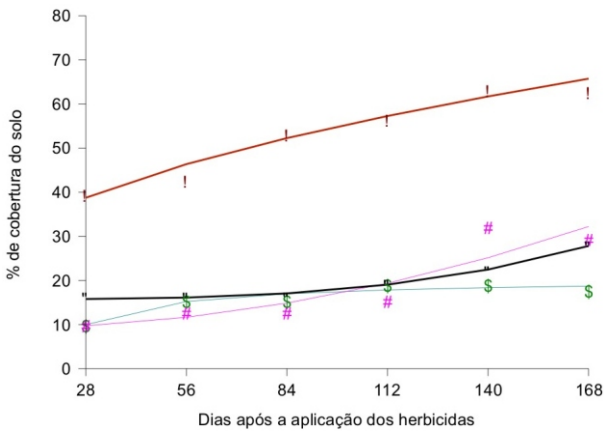
As menores porcentagens de cobertura visual foram obtidas nos tratamentos com Ametrina e nas misturas de herbicidas (Figuras 1 e 2), o que corrobora com os resultados obtidos por Freire *et al.* (1988) e Freire *et al.* (1990), no controle de plantas daninhas na cultura do guaranazeiro na Bahia, onde a Ametrina (3,2 kg/i.a/ha) isolada e em mistura com Paraquat (3,2 + 0,3 kg./ha i.a.) obtiveram controle eficiente das plantas daninhas.

Os herbicidas Isoxaflutole e Flumioxazin obtiveram as maiores porcentagens de cobertura dentre os herbicidas avaliados (Figura 1).



Tratamento	Equação	R2
▪ Test. s/ capina (TSC)	$Y = 21,20 + 3,10x0,51$	0,95*
* Glifosate	$Y = 74,22 + (-0,19x) + (1431,37/x)$	0,96*
□ Ametrina	$Y = 0,96 + 1,39x0,5$	0,90*
* Isoxaflutole	$Y = 52,01 + (-1000,89/x)$	0,87*
• Flumioxazin	$Y = -11,59 + 8,05x0,41$	0,88*

Figura 1. Porcentagem de cobertura vegetal, na testemunha sem capina e nos tratamentos com herbicidas isolados avaliada a cada 28 dias após a aplicação dos herbicidas, na cultura do guaraná. Presidente Figueiredo, 2003.



Tratamento	Equação	R2
▪ Test. s/ capina (TSC)	$Y = 21,20 + 3,10x0,51$	0,95*
* Glifosate + Flumioxazin	$Y = 9,07 + 0,00082x2$	0,83*
□ Glifosate + Isoxaflutole	$Y = 15,74 + (8,67x10^{-7})x3,20$	0,99*
* Glifosate + Ametrina	$Y = 20,45 + (-293,39/x)$	0,91*

Figura 2. Porcentagem de cobertura vegetal, na testemunha sem capina e nos tratamentos com misturas de herbicidas avaliada a cada 28 dias após a aplicação dos herbicidas, na cultura do guaraná.

O herbicida Ametrina obteve controle acima de 80% das plantas daninhas e os herbicidas Ametrina e Isoxaflutole em mistura com o Glifosate resultaram em controle médio, enquanto os herbicidas Glifosate, Isoxaflutole e Flumioxazin isolado e em mistura com Glifosate apresentaram controle deficiente (Tabela 3).

A produção das plantas de guaraná não mostrou diferença significativa segundo a análise de variância, entre os tratamentos testados (Tabela 4). Isto, provavelmente, ocorreu porque os herbicidas foram aplicados no mês de setembro, quando o guaraná já havia iniciado a floração e portanto já estava com

a produção potencial definida, porém este dado comprova também que os herbicidas foram metabolizados pelas plantas de guaraná e não interferiram negativamente na produção.

Tabela 3. Avaliação da eficácia do controle de herbicidas isolados e em misturas usados no controle de plantas daninhas na cultura do guaraná. Presidente Figueiredo, AM. 2003.

Herbicidas	Controle (%)	Eficácia do controle
Glifosate	44,66	NC
Isoxaflutole	32,06	NC
Flumioxazin	15,00	NC
Ametrina	81,60	C
Glifosate + Isoxaflutole	68,76	CM
Glifosate + Flumioxazin	59,97	NC
Glifosate + Ametrina	65,67	CM

C - controle acima de 80%; CM - controle médio entre 60 e 80%; NC - controle inferior a 60%.

Tabela 4. Valores médios da produção de grãos de guaraná (g/planta) por tratamento, após a aplicação dos herbicidas. Presidente Figueiredo, AM. 2003.

Tratamentos	Dose kg/ha i.a.	Produção de grãos ¹ g/planta)
Testemunha sem capina	0	747,79 a
Testemunha com capina	0	887,25 a
Testemunha com roçagem	0	1226,40 a
Glifosate	1,44	901,59 a
Ametrina	4,00	1498,17 a
Isoxaflutole	0,26	1435,44 a
Flumioxazin	0,05	1692,52 a
Glifosate + Isoxaflutole	1,44 + 0,26	982,44 a
Glifosate + Flumioxazin	1,44 + 0,05	1309,82 a
Glifosate + Ametrina	1,44 + 4,00	1084,07 a
C.V. (%)	39,83	
F =0,05	0,58955*	

¹Médias seguidas de letras distintas diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Conclusão

Nenhum dos herbicidas testados causou injúria grave ou morte das plantas de guaraná.

Os herbicidas reduziram o número de espécies de plantas daninhas.

A Ametrina e as misturas de herbicidas propiciaram uma menor cobertura do solo pelas plantas daninhas.

O herbicida Ametrina proporcionou controle das plantas daninhas acima de 80%, enquanto Glifosate misturado com Ametrina e Isoxaflutole e o Flumioxazin apresentaram controle de médio a deficiente, respectivamente.

Literatura Citada

Ahrens, W. H. **Herbicide handbook**. 7. Ed. Champaign, 1994. 352 p.

BRAUN-BLANQUET, J. The study of plant communities *in: Plant sociology*. New York: McGraw Hill Books Company, 1932. 45 p.

CAMPOS, V.G. (Comp.). Adequação de tecnologia básica para a cultura do guaraná, aos diversos níveis de produtores. Manaus: ACAR-AM, s.d. 26p.

CASTRO, A.M.G. Diagnóstico da cultura do guaraná em Maués; subsídios para o seu desenvolvimento. Manaus: ACAR-AM, p. 1-33, 1971.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; VICTORIA FILHO, R.; SILVA, C. B. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, v. 12, n. 1, p. 13-20, 1994.

DEUBER, R. **Ciência das plantas daninhas: fundamentos**. Jaboticabal: FUNDEP, 1992. 431 p.

FREIRE, A. da S.; PEREIRA, R. C.; SACRAMENTO C. K. do. Controle de plantas daninhas com misturas de herbicidas na cultura do guaranazeiro. **Rev. Agrotropica**, v. 2, n. 1, p. 43-55, 1990.

FREIRE, A. da S.; PEREIRA, R.C. & SACRAMENTO, C.K. Efeito de herbicidas em plântulas de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart) Ducke) e sobre as principais plantas daninhas ocorrentes na cultura. **Rev. Theobroma**, v. 18, n.11, p. 67-81, 1988.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; SANTOS, C. I. D. Glifosate em mistura com herbicidas alternativos para o manejo de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 19, n. 3, p. 375-380, 2001.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. DE. Misturas em tanque de produtos fitossanitários in: **Guia dos Herbicidas**. Ed. Londrina, 4^a. edição, 1998. p. 635-637.

SILVA, J. F.; COUTINHO, E. F. **Controle de plantas daninhas na cultura do guaraná por meios físicos, químicos e mistos**. Pesquisa em andamento, n. 07.2000.002.04. Embrapa, CPAA, 2000. p. 1-2.

Enraizamento de Estacas Herbáceas de Clones de Guaranazeiro em Diferentes Substratos

Murilo Rodrigues de Arruda¹, José Clério Rezende Pereira¹, Adônis Moreira¹

Introdução

O guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) pode se constituir em fonte de renda alternativa para populações amazônicas interioranas e desta forma contribuir para a redução do êxodo rural. A produtividade do guaranazeiro ainda é incipiente devido à elevada heterogeneidade do material plantado originado de sementes, como consequência da alogamia, e a existência de guaranazais antigos e decadentes (Corrêa, 1984). Além disso, as mudas obtidas de sementes são também severamente atacadas pela antracnose, doença causada por *Colletotrichum guaranicola* que contribui para alta mortalidade das plantas, reduzindo consideravelmente os estandes (Araújo et al., 2002).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2005), a produtividade do Município de Maués, maior produtor do Estado do Amazonas, foi de 151 kg ha⁻¹ de sementes secas de guaraná, o que representa 25% da produção esperada quando se cultivam os clones BRS 871 ou BRS 300, por exemplo, os quais produzem, em média, 1,5 kg planta⁻¹ ou 600 kg ha⁻¹ (Atroch, 2001).

A utilização de sementes na propagação do guaranazeiro, além de propiciar alta variabilidade com relação aos caracteres produtividade e suscetibilidade à antracnose, apresenta mais uma restrição, pelo fato de as sementes perderem rapidamente o poder germinativo, uma vez que, segundo Carvalho et al. (1982), elas não suportam desidratação acentuada. Dessa forma, a propagação do guaranazeiro tem sido processada basicamente por meio do enraizamento de estacas herbáceas (Embrapa, 1998). Entretanto, como mencionado por Atroch et al. (2002), existe um forte componente genético com relação à capacidade e/ou habilidade para o enraizamento entre os diferentes clones de guaranazeiro, o que pode inviabilizar a produção de determinado material em larga escala, mesmo que tenha bom potencial produtivo.

¹Pesquisador Embrapa Amazônia Ocidental, Caixa Postal 319, 69011-970, Manaus AM. E-mail: murilo@cmaa.embrapa.br

Por não se tratar de um problema exclusivo do guaranazeiro, vários substratos comerciais e vermiculita têm sido estudados na produção de mudas de diferentes culturas (Salvador et al., 1999; Silva et al., 2001). Em regra, os maiores ganhos na produção de mudas e/ou enraizamento de estacas têm sido obtidos com a utilização de substratos constituídos por restos vegetais ou compostos orgânicos, tais como casca de pinus associada a vermiculita, bagaço de cana-de-açúcar, torta de filtro, vermicomposto, casca de coco, entre outros (Mourão Filho et al., 1998; Salvador et al., 1999), que apresentam como características em comum elevada porosidade, o que possibilita o escoamento rápido da água de irrigação, impedindo que as raízes e/ou radículas sejam submetidas a baixa oxigenação.

Desta forma, montou-se um experimento com o objetivo de determinar a porcentagem de sobrevivência das mudas de clones de guaranazeiro recomendados para as condições edafoclimáticas do Amazonas, em três diferentes substratos.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas do Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, localizado no km 29 da Rodovia AM010, nas coordenadas 3°8'S e 59°52'W, Município de Manaus (AM). As estacas foram coletadas, plantadas e conduzidas de acordo com as técnicas recomendadas pela Embrapa (1998).

Avaliaram-se os seguintes substratos: solo (textura argilosa, corrigido de acordo com análise química, até que os níveis de cálcio, magnésio e fósforo fossem considerados adequados (Ribeiro et al., 1999)) e esterco de aves, na proporção de 50% e 50% (v/v); esterco de aves + carvão vegetal moído em peneira de 2 mm, na proporção de 50% e 50% (v/v) e substrato comercial.

Utilizaram-se estacas herbáceas dos clones de guaranazeiro provenientes da Embrapa Amazônia Ocidental (Atroch, 2001): BRS 300, BRS 871, BRS CG372, BRS CG648, BRS CG189, BRS CG505, BRS CG610, BRS CG612, BRS CG850, BRS CG882, BRS CG608, BRS Cg611.

Foram coletadas estacas herbáceas lançadas no ano, em abril de 2003. Logo após a coleta, as estacas foram plantadas, utilizando-se o fitormônio ácido indol-3-butírico (AIB) na concentração de 2.000 mg L⁻¹ (Atroch, 2002), em tubetes com volume de 250 cm³.

Cinco meses após o plantio, quantificou-se o número de mudas enraizadas, considerando-se viável a que possuísse ao menos um par de folhas completamente desenvolvido.

O delineamento foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x12 (três substratos e doze clones), com três repetições. Cada repetição possuía 18 estacas, 54 por tratamento, totalizando 1944 estacas plantadas. Os dados obtidos foram transformados para $\sqrt{+ 0,5}$. As médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de significância (Ferreira, 1996).

Resultados e Discussão

Pela análise de variância dos tratamentos, houve diferenças significativas entre os clones, entre os substratos e interação clone e substrato. Considerando-se as médias de sobrevivência das estacas entre os clones de guaranazeiro, independente do substrato, percebe-se que o clone BRS 300 foi o que apresentou as maiores taxas de pegamento, apesar de não diferir estatisticamente dos clones BRS 610 e BRS 871 (Tabela 1). O menor índice de pegamento foi o do clone BRS 372, com apenas 15% das estacas viáveis. Além desse, os clones BRS 612, 850, 189, 611, 505, 608 e 882 obtiveram taxa de sobrevivência inferior a 60%, tornando sua multiplicação onerosa, por ocuparem uma grande área no viveiro e exigirem a implantação e manutenção de elevado número de matrizes no campo para coleta de estacas.

Tabela 1. Médias originais e médias transformadas da porcentagem de enraizamento de estacas de 12 clones de guaranazeiro, cinco meses após o plantio.

Clone	Médias Originais %	Médias Transformadas $\sqrt{x + 0,5}$
BRS – 300	88,1	9,4 a
BRS – 610	84,9	9,2 ab
BRS – 871	75,7	8,7 ab
BRS – 648	69,0	8,3 b
BRS – 612	53,6	7,3 c
BRS – 850	52,8	7,3 c
BRS – 189	47,8	6,9 c
BRS – 611	41,4	6,4 c
BRS – 505	27,3	5,2 d
BRS – 608	26,2	5,1 d
BRS – 882	23,3	4,9 d
BRS – 372	15,0	3,9 e

Letras distintas na mesma coluna indicam que houve diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Corrêa & Stolberg (1981) observaram que o percentual de enraizamento de estacas de guaranazeiro retiradas de diferentes plantas variou de 14,3% a 100%. Atroch et al. (2002) verificaram que o índice de enraizamento de onze clones de guaranazeiro variou de 16,6% a 85,2% e que existe variabilidade genética para o caráter porcentagem de enraizamento.

O substrato comercial e o esterco de aves + carvão proporcionaram os melhores resultados, com 55,9% e 49,3% de índice médio de pegamento dentro dos clones, respectivamente. O substrato esterco de aves + solo se mostrou pouco eficiente, com 37,9% de sobrevivência de estacas.

No caso das mudas de guaranazeiro, nota-se que as plantas são sensíveis ao excesso de água, em qualquer estágio do enraizamento, causando mortalidade, se houver encharcamento. Os solos utilizados como substratos, além de serem pobres em nutrientes são, na maioria das vezes, argilosos, dificultando a drenagem da água da irrigação, que deve ser constante no viveiro, pelo menos nos quatro primeiros meses após o plantio das estacas, seja em tubetes ou em sacos plásticos, afetando negativamente o índice de pegamento, em consequência da desidratação das mudas. No caso da mistura do solo + esterco de aves, obteve-se um substrato denso, que se encharcava com facilidade, e assim permanecia por horas, podendo ter induzido as estacas à morte por falta de oxigenação dos tecidos que dariam origem ao sistema radicular.

Não houve interação significativa para os clones BRS 648, 300, 610 e 648 e os substratos, mostrando que esses clones independem do substrato utilizado para seu enraizamento. O contrário ocorreu com os clones BRS 612, 850, 189, 505, 608, 882, e 372, que, no caso de propagação destes materiais, não se deve utilizar o substrato esterco de aves + solo, que teve os menores índices de pegamento.

Outrossim, sugere a necessidade de avaliar novos substratos preocupando-se com a capacidade de retenção e velocidade de escoamento de água, de forma a permitir níveis ótimos de umidade e de aeração do substrato e, em adição, prevenir a compactação do substrato em benefício da emissão e crescimento de raiz e radículas, principalmente para os clones de guaranazeiro que apresentam baixa capacidade de enraizamento.

Conclusões

1. O substrato comercial e o esterco de aves + carvão proporcionaram a maior porcentagem de enraizamento, com 55,9% e 49,3%, respectivamente.

2. O clone BRS 300 obteve o maior percentual de enraizamento (88,1%), enquanto o clone BRS 372, o menor (15%).

Literatura Citada

ARAÚJO, J. C. A. et al. Surto de antracnose (*Colletotrichum guaranicola*) do guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) no Estado do Amazonas In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 35., 2002, Recife. Anais... Brasília: Sociedade Brasileira de Fitopatologia. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, p. S78. 2002. Suplemento.

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. **Resumos...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. 42 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 16).

ATROCH, A. L.; CRAVO, M. S.; SANTOS, J. A. Enraizamento de clones de guaranazeiro tratados com ácido indol-3-butírico (AIB). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17, 2002, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. CD-ROM. Resumo 025.

CARVALHO, J. E. U. et al. **Conservação e viabilidade de sementes de guaraná *Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1982. 12 p. (EMBRAPA-CPATU. Circular Técnica, 35).

CORRÊA, M. P. F.; STOLBERG, A. G. Z. **Propagação vegetativa do guaranazeiro (*Paullinia cupana* var *Sorbilis* (Mart. Ducke))**. Manaus: EMBRAPA-UEPAE de Manaus, 1981. 4 p. (EMBRAPA-UEPAE de Manaus. Pesquisa em Andamento, 23).

CORRÊA, M. P. F. A pesquisa do guaraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO GUARANÁ, 1., 1983, Manaus. **Anais...** Manaus: EMBRAPA-UEPAE de Manaus, 1984. p. 43-67.

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

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. Maceió: Edufal, 1996. 606 p.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA)**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 15 dez. 2004.

MOURÃO FILHO, F. A. A.; DIAS, C. T. S.; SALIBE, A. A. Efeito da composição do substrato na formação de mudas de laranja 'Pera'. **Scientia Agricola**, v. 55, n. 1, p. 35-42. 1998.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ VENEGAS, V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

SALVADOR, J. O., MOREIRA, A. Efeito da composição do substrato na formação de mudas de goiabeira. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO, 14., 1999, Pucon. **Resúmenes...** Temuco, Chile: Universidad de La Frontera, 1999. p. 322.

SILVA, R. P.; PEIXOTO, J. R. ; JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos sustratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* DEG). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 2, p. 377-381, 2001.

Características Fisiológicas de Leguminosas de Cobertura e do Guaranazeiro em Consórcio¹

Rinaldo Sena Fernandes², José Ferreira da Silva³, Sônia Maria Figueiredo Albertino⁴, Luciana Aguiar Souza e Souza⁵

Introdução

As variáveis ecofisiológicas exercem grande influência, não somente no comportamento vegetativo das plantas cultivadas, mas sobretudo no seu desempenho em relação às características produtivas (NOGUEIRA & SILVA Jr., 2001).

Várias características têm sido estudadas na avaliação da resposta das espécies ao déficit hídrico, com destaque para resistência difusiva e transpiração (ECKSTEIN & ROBISON, 1996) e a temperatura foliar (CASCARDO et al., 1993).

O plantio de leguminosas de cobertura, além de proteger o solo contra a evaporação da água retida, melhora as suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Embora essas informações sejam encontradas de forma generalizada, não foram encontrados registros de estudos envolvendo as trocas gasosas e relações hídricas com o guaranazeiro. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da cobertura do solo com quatro espécies de leguminosas plantadas em diferentes densidades, sobre a temperatura foliar, resistência difusiva e transpiração destas e em guaranazeiro.

Material e Métodos

O experimento foi instalado na área da Agropecuária Jayoro Ltda, cujos tratamentos consistiram de quatro espécies de leguminosas: *Calopogonium mucunoides*, *Mucuna aterrina*, *Desmodium ovalifolium* e *Crotalaria spectabilis* plantadas em cinco densidades de semeadura 0, 5, 10, 20, 40 plantas.m⁻²; com e sem capina. Aos 70 dias após a semeadura das leguminosas, em cada subparcela foi selecionada uma planta com a rama exposta diretamente a radiação solar com folhas sadias e maduras. Foram avaliadas das 10 às 11 horas da manhã; a temperatura foliar (Tf), resistência difusiva (Rs) e transpiração (E) das plantas de guaraná e das leguminosas, utilizando-se um porômetro de equilíbrio dinâmico marca LICOR, modelo LI 1600. A umidade relativa do ar atingiu valores médio máximos de 99% e médio mínimos de 89%.

¹Parte da dissertação de Mestrado em Ciências Agrárias do primeiro autor.

²Prof., M.Sc., Escola Agrotécnica Federal de São Gabriel da Cachoeira. 69000-000 São Gabriel da Cachoeira, AM.

³Prof., Dr., Universidade Federal do Amazonas. FCA-DPAV. Av. Gal. Rodrigo Octávio Ramos, 3000. 69077-000 Manaus, AM. jfsilva@ufam.edu.br

⁴Eng. Agr., Mestre em Ciências Agrárias. UF AM. FCA. Av. Gal. Octávio R. J. Ramos, 3000. 69077-000. Manaus, AM.

⁵Profa. M.Sc., Universidade Federal do Amazonas. FCA-DPAV. Av. Gal. Rodrigo Octávio Ramos, 3000. 69077-000 Manaus, AM.

Resultados e Discussão

A temperatura foliar das plantas de guaraná diferiu significativamente entre os tratamentos com leguminosas, porém não houve diferença significativa entre as densidades de plantio (Tabela 1). As plantas de guaraná nos tratamentos com calopogônio apresentaram os maiores valores médios de temperatura foliar (33,2 °C) seguido pelo tratamento com crotalária (32,9 °C) (Tabela 1). Por outro lado, nos tratamentos com desmódio e mucuna preta as plantas de guaraná apresentaram os menores valores de temperatura foliar, não diferindo entre si.

Esse comportamento parece estar influenciado pela resistência difusiva. Deste modo, as plantas de guaraná em todos os tratamentos com leguminosas independentemente da densidade de plantio apresentaram temperaturas foliares com valores superiores a temperatura média do ar. Essa diferença alcançou 5°C nos tratamentos com calopogônio.

A diferença entre a temperatura foliar e a temperatura média do ar (Figura 1), que no início da manhã é pequena,

aumentou ao longo do dia e decaiu ao final da tarde. Segundo SALINAS, et al.,(1996) e NOGUEIRA et al.,(1998) a temperatura foliar é uma característica importante para avaliar o comportamento estomático e perda de calor latente através da transpiração.

A baixa precipitação no período (57 mm), em relação a normal, contribuiu para a menor disponibilidade de água no solo e assim, a cobertura com leguminosas pode expressar seus efeitos sobre as plantas de guaraná.

Quanto a resistência difusiva, nos tratamentos com calopogônio, as plantas de guaraná apresentaram o maior valor médio de R_s (2,29 $s.cm^{-1}$), diferindo do tratamento com mucuna preta, porém não apresentou diferença entre os tratamentos com crotalária e desmódio (Tabela 1).

Dentre os valores médios de transpiração, crotalária apresentou a maior média, não diferindo de desmódio e mucuna preta. Por outro lado, as plantas de guaraná no tratamento com calopogônio apresentaram o menor valor de transpiração (10,35 $mmol.m^{-2}.s^{-1}$) o que pode estar relacionado com a maior resistência difusiva e maior temperatura foliar.

Tabela 1. Valores médios de temperatura foliar (Tf), resistência difusiva (R_s) e transpiração (E) de plantas de guaraná cultivadas em consórcio com espécies de leguminosas.

Tratamentos	Temperatura foliar Tf (°C)	Resistência difusiva R_s (s.cm-1)	Transpiração E (mmol.m-2.s-1)
Calopogônio	33,2 a	10,35 b	2,29 a
Crotalária	32,9 b	11,81 a	2,10 ab
Desmódio	32,7 c	11,43 ab	1,95 ab
Mucuna preta	32,7 c	11,40 ab	1,92 b
Médias	32,9	11,27	2,07
CV (%)	0,74	15,90	24,60

As médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

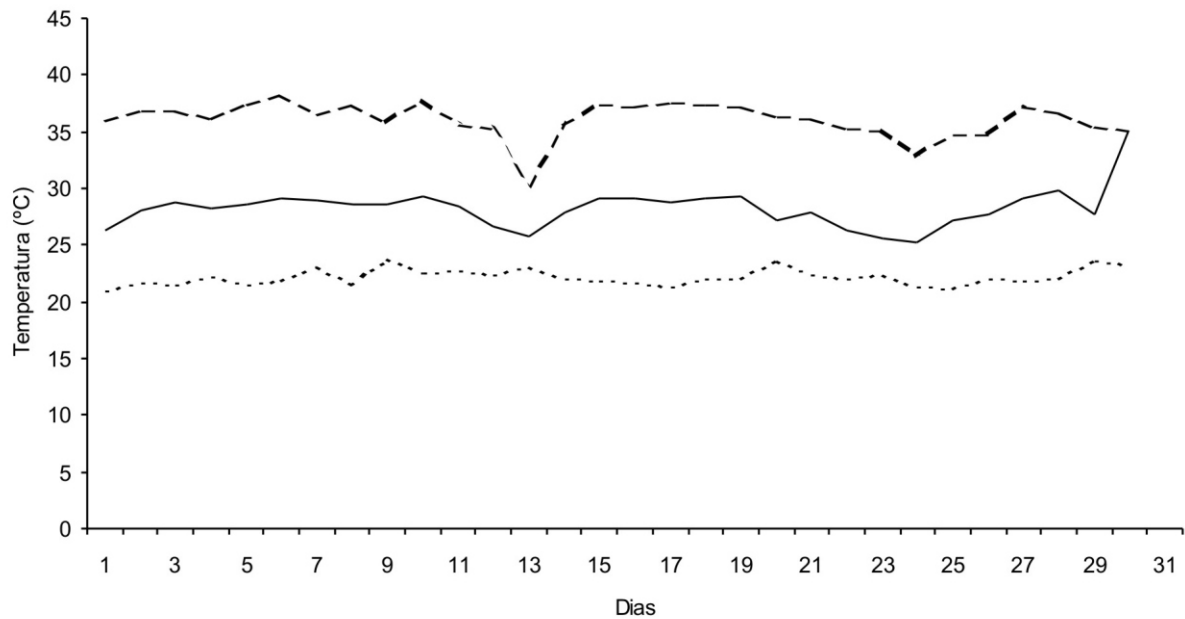


Figura 1. Temperaturas máximas, médias e mínimas diárias no local do experimento com leguminosas de cobertura durante o período de avaliação.

Os maiores valores de temperatura foliar apresentado pelas plantas de guaraná no tratamento com calopogônio foram seguidos também pelos maiores valores de resistência difusiva e menor transpiração. De maneira análoga, as plantas de guaraná nos tratamentos com desmódio apresentaram os menores valores de temperatura foliar, seguido de menor resistência difusiva porém a maior transpiração foi registrada para o tratamento com crotalária.

Comparativamente, as médias de temperaturas foliares das leguminosas foram inferiores as apresentadas pelas plantas de guaraná (Tabela 2). As maiores médias foram do calopogônio e mucuna preta, porém não diferiram entre si.

Com relação a resistência difusiva, não houve diferença significativa entre as espécies de leguminosas (Tabela 2). Entretanto, verificou-se o mesmo comportamento apresentado pelas

plantas de guaraná, ou seja, o aumento da temperatura foliar seguido de aumento na resistência difusiva.

Seguindo essa tendência, esperava-se que os menores valores médios de temperatura foliar e menor resistência difusiva das leguminosas em relação às plantas de guaraná, correspondessem a maiores médias de transpiração das leguminosas, que não se verificou.

O déficit hídrico tem efeito em diversos processos fisiológicos das plantas e a água o fator ambiental de maior importância para a produtividade das culturas (SALISBURY e ROSS, 1991), portanto a resistência difusiva aumentou (Tabela 2) e deve ter provocado o fechamento dos estômatos, reduzindo a transpiração e, conseqüentemente, o suprimento de CO_2 para a fotossíntese (SUBBARAO et al.; 1995; NOGUEIRA et al., 1998).

Tabela 2. Valores médios de temperatura foliar (Tf), resistência difusiva (Rs) e transpiração (E) de espécies de leguminosas de cobertura cultivadas em guaranazeiro.

Espécies	Temperatura foliar Tf (°C)	Resistência difusiva Rs (s.cm ⁻¹)	Transpiração E (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)
Calopogônio	26,40 a	1,51 a	10,03 ab
Crotalária	26,20 b	1,31 a	11,45 ab
Desmódio	25,91 c	1,27 a	11,87 a
Mucuna preta	26,45 a	1,34 a	12,18 a
Médias	26,24	1,36	11,38
CV (%)	0,71	31,66	20,80

As médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Conclusão

O guaranazeiro consorciado com calopogônio e crotalária apresentou as maiores temperaturas foliares, enquanto desmódio e mucuna preta as menores.

A resistência difusiva do guaranazeiro cultivado com calopogônio foi maior que aquela apresentada pela mucuna preta, enquanto a transpiração da planta de guaraná cultivada com calopogônio foi menor que da crotalária.

A temperatura foliar do calopogônio e da mucuna preta foi superior as temperaturas foliares das demais leguminosas.

Literatura Citada

CASCARDO, J.C. de M.; OLIVEIRA, L.E.M. de; SOARES, A.M. **Disponibilidade de água e doses de gesso agrícola nas relações hídricas da seringueira.** *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 5:31-34, 1993.

ECKSTEIN, K.; ROBINSON, J.C. **Physiological responses of banana (*Musa cavendish*) in the subtropics.** VI Seasonal responses of leaf gas exchange to short-term water stress. *Journal of Horticultural Science*, 71:679-692, 1996.

NOGUEIRA, R.J.M.C.; SANTOS, R.C. dos; BEZERRA NETO, E.; SANTOS, V.P. dos. **Comportamento fisiológico de duas cultivares de amendoim submetidas a diferentes regimes hídricos.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 33:12, 1963-1969.1998.

NOGUEIRA, R.J.M.C.; SILVA JÚNIOR, J.F. **Resistência Estomática, tensão de água no xilema e teor de clorofila em genótipos de grão-de-bico.** *Scientia Agrícola*. 58,3:491-495.2001

SALINAS, A.P.R.; ZELENER, N.; CRAVIOTO, R.M.; BISARO, Z. **Respuestas fisiológicas que caracterizam el comportamiento de diferentes cultivares de soja a la diferencia hídrica en el suelo.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 31, 5:331-338.1996.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant physiology.** 4 ed., California: Wadsworth Publishing Company, 682 p. 1991.

SUBBARAO, G.V.; JOHANSEN, A.C.; SLINKARD, R.C.; RAO, N.; SAXENA, N.P.; CHAUHAN, Y.S. **Strategies for improving drought resistance in grain legumes.** *Critical Reviews in Plant Sciences*, Boca Raton, 14, 469-523, 1995.

Análise do Guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *Sorbilis*) por Citometria de Fluxo Revela Elevado Conteúdo de DNA

Danival Vieira de Freitas¹, Firmino José do Nascimento Filho², Spartaco Astolfi-Filho¹, Carlos Roberto de Carvalho³

Introdução

Este trabalho apresenta a análise do tamanho do genoma de *Paullinia cupana* var. *sorbilis*, por meio de citometria de fluxo, visando compreender a sua complexidade e auxiliar os estudos genômicos. A citometria de fluxo é um método conveniente e robusto, empregado extensivamente para estimar o conteúdo de DNA e o tipo de ploidia em plantas, sendo relevante para estudos de melhoramento genético, fisiologia vegetal, ecologia e evolução. A quantificação do tamanho do genoma é crucial para a compreensão global de um organismo e, diante dos avanços biotecnológicos, o conhecimento do conteúdo de DNA tem sido importante para avaliar a cobertura de uma biblioteca genômica, estimar o número de cópia de um gene no genoma, e desenvolver estratégias para a clonagem de genes baseado no mapeamento do genoma.

A espécie de guaraná, *P. cupana* var. *sorbilis*, tem atraído considerável interesse científico em virtude de sua grande importância socioeconômica, por exemplo, o transcriptoma dessa espécie está sendo estudado por um consórcio apoiado pelo CNPq/MCT: a “Rede da Amazônia Legal de Pesquisas Genômicas - REALGENE”.

Material e Métodos

Material Vegetal

Para estimar o conteúdo de DNA do guaranazeiro, sementes pré-germinadas foram transportadas para o laboratório de Citogenética e Citometria Vegetal na Universidade Federal de Viçosa onde foram acondicionadas em câmara de germinação a 28 °C durante o desenvolvimento do trabalho. Sementes de *Vicia faba*, espécie padrão recomendada para estimar o conteúdo de DNA, também germinaram nas mesmas condições de *P. cupana* var. *sorbilis*.

¹Instituto de Ciências Biológicas, Lab. de Tecnologias de DNA, Universidade Federal do Amazonas, 69.077-000 Manaus AM.

²Setor de Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa/CPAA, Caixa Postal 319, 69048- 660 Manaus AM.

³Departamento de Biologia Geral, Lab. de Citogenética e Citometria de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, 36.571-000 Viçosa MG

Mensuração do conteúdo 2C de DNA

Para o isolamento de núcleos, foi utilizado o método descrito por Saxena (1985), com modificações. Folhas jovens e vigorosas de guaranazeiro foram lavadas, acondicionadas em recipiente contendo água destilada e mantidas a 4 C. Após a assepsia, fragmentos de 2 cm² foram cortados em 1 mL de solução tampão de lise. A suspensão foi filtrada em uma tela com poros de 40 µm de diâmetro, e transferida para tubos. A suspensão nuclear foi corada com solução 15 µM de Iodeto de Propídio (IP), por 10 a 15 minutos, no escuro, e analisada por um citômetro de fluxo Partec II/III (Partec GmbH, Munster Germany), utilizando um laser de íon argônio de 480 nm (20 mW) com TK 560 e RG 610 filtros. Foi utilizado como padrão interno uma cultivar de *Vicia faba* (valor 2C = 26,6 pg DNA), cedidas pelo Dr Jaroslav Dolezel (Instituto de Botânica Experimental, Republica Tcheca).

Análise estatística dos dados

Em todo o experimento, aproximadamente, cerca de 10.000 núcleos

de cada amostra na fase G1 foram analisadas utilizando-se o programa FlowMax[®] Partec. Amostras com valores de coeficientes de variação acima de 3% foram desconsiderados. Os valores médios do conteúdo de DNA foram gerados como descrito acima, e os dados foram relatados como massa média de DNA (valor 2C) em picogramas.

Resultados e Discussão

A análise simultânea da suspensão de núcleos no citômetro de fluxo gerou histogramas com picos correspondentes à média dos núcleos em G1/G0 contendo DNA. Os resultados mostraram elevado conteúdo de DNA em *P. cupana* var. *sorbilis* (2C = 21,8 pg DNA) (Fig. 1), equivalente a cerca de $21,5 \times 10^9$ bp (o que corresponde a aproximadamente 3,5 vezes o tamanho do genoma humano). Este valor é muito superior ao conteúdo de DNA das demais espécies da família Sapindaceae analisadas, cujo valor 2C variam de 1,1 a 1,8 picogramas, o que indica ser uma planta de genoma mais complexo e com um maior nível de ploidia.

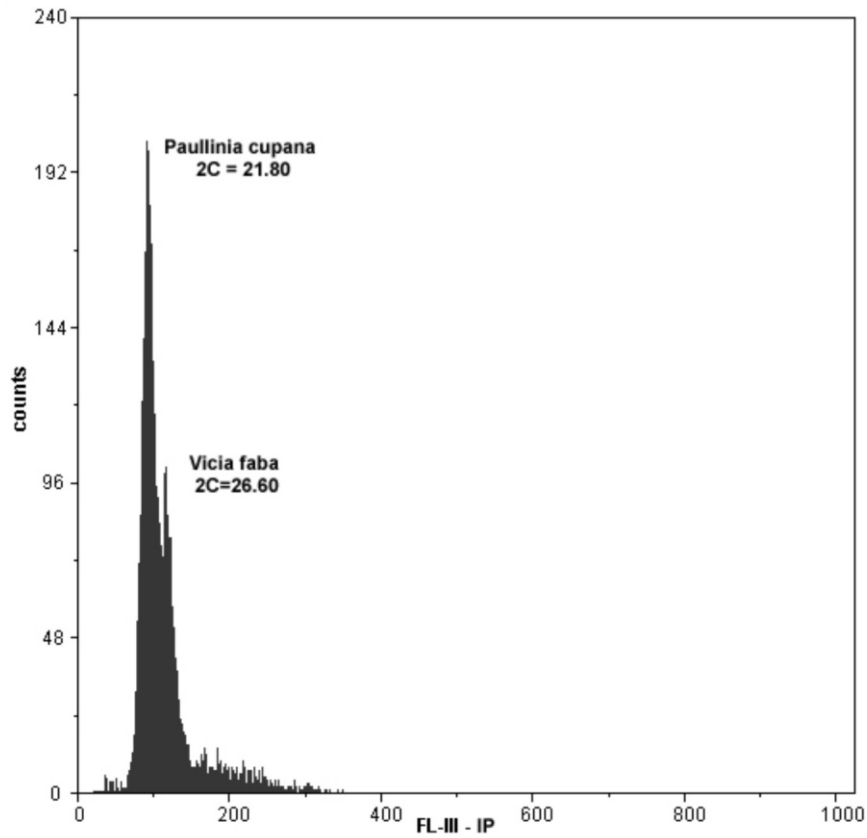


Figura 1. Histograma-DNA com picos G1/G0 resultado de processos simultâneos de suspensão nuclear de tecidos de folhas jovens de *Vicia faba* (padrão interno: 2C=26,60 pg) e *Paullinia cupana* var. *sorbilis* (2C=21,80 pg) corado com Iodeto de Propídio.

APOIO: MCT/CNPq - Projeto REALGENE.

Análise Preliminar de Marcadores Microssatélite para Guaranazeiro

Paula Cristina da Silva Angelo¹; Manuella Villar Amado²; Maria do Perpétuo Socorro Lira³; André Luiz Atroch¹; Izeni P. Farias⁴; Spartaco Astolfi Filho⁴

Introdução

O guaranazeiro é uma dicotiledônea, nativa da Amazônia e pertencente à família Sapindaceae. O gênero *Paullinia* possui aproximadamente 147 espécies, distribuídas pela América Tropical e Subtropical, das quais nove ocorrem na Amazônia brasileira, inclusive *P. cupana* (H.B.K.), sendo a variedade *sorbilis*, o guaraná verdadeiro, cultivado comercialmente. Os frutos são cápsulas e, após sofrerem beneficiamento primário (torrefação e limpeza), liberam as amêndoas, que são industrializadas. Estima-se que, da oferta nacional de sementes de guaraná, cerca de 70% seja absorvida pelos fabricantes de refrigerantes. A Embrapa Amazônia Ocidental mantém, em Manaus (AM), um Banco de Germoplasma com 250 acessos de guaranazeiro e um programa de melhoramento desta espécie, há mais de vinte anos.

Parte da variabilidade apresentada por plantas de guaranazeiro está disponível para a análise e o aproveitamento racional em projetos de pesquisa nos Bancos de Germoplasma da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus/AM. A manutenção dos Bancos de Germoplasma e o reconhecimento da diversidade genética existente entre as plantas lá preservadas é importante para seleção de acessos de coleção para os programas de melhoramento, para a construção de coleções nucleares, para realizar estudos básicos de evolução da espécie e para o planejamento eficiente da introdução de novos acessos na coleção (Moreira et al., 1994).

¹Pesquisador Embrapa Amazônia Ocidental. C.P. 319, CEP. 69011-970 Manaus, Amazonas. paula@cpaa.embrapa.br

²M.Sc., colaboradora eventual do Projeto Biotecnologias para o guaranazeiro/Fapeam.

³Professora Substituta, Universidade Federal do Amazonas.

⁴Professores, Universidade Federal do Amazonas.

Uma maneira de acessar a diversidade genética presente em um grupo de plantas é utilizando marcadores moleculares. Entre os marcadores moleculares, tendo em vista a expressão co-dominante e o multialelismo, os marcadores microssatélites possuem o mais elevado conteúdo de informação de polimorfismo, são abundantes, apresentam ampla distribuição no genoma e apresentam a possibilidade de detectar variações de seqüência por meio de um ensaio simples (Ferreira & Grattapaglia, 1996; Grattapaglia, 2001), com a vantagem de que podem ser realizados em laboratório e são independentes dos fatores ambientais (Souza, 2001). Os dados gerados pelo emprego dos marcadores microssatélites na caracterização do grau de diversidade genética entre as plantas dos Bancos de Germoplasma poderão ser correlacionados com dados morfológicos e fisiológicos para apoiar a seleção de acessos utilizados nos programas de melhoramento. Além disto, uma vez desenvolvidos, os marcadores microssatélites poderão ser empregados na identificação das cultivares desenvolvidas por melhoristas e ainda na verificação da pureza varietal de lotes de sementes (Grattapaglia, 2001; Souza, 2001). Dependendo do grau de polimorfismo encontrado em cada espécie, utilizando dados de poucos *loci* microssatélites é possível genotipar populações inteiras de plantas.

Objetivo

Avaliar o número de alelos informativos para a genotipagem de quatro microssatélites de guaranazeiro

Material e Métodos

Foram construídas quatro bibliotecas genômicas enriquecidas para dinucleotídeos CA, CT, CA + CT e AT, utilizando sondas com 12 repetições. O enriquecimento das bibliotecas genômicas e isolamento de microssatélites foi realizado conforme protocolo descrito por He et al. (2003), para a biblioteca enriquecida em AT e por Tenzer et al. (2003) modificado por Gautschi et al. (2001) e Farias et al. (2003) para as demais. Pares de "primers" específicos para quatro *loci* foram sintetizados com média de 20 bases cada "primer" e marcados com fluorocromo HEX. O padrão de tamanho para bandas amplificadas utilizado foi o ET400-ROX (Amersham - GE Healthcare). As genotipagens foram realizadas em seqüenciador automático MegaBASE (Amersham - GE Healthcare) e a análise dos genótipos foi realizada utilizando o aplicativo Fragment Profiler (Amersham - GE Healthcare).

Resultados e Discussão

Das 15 placas de seqüências clonadas com 96 poços cada uma, foram seqüenciadas 10. Entre as seqüências que apresentaram pelo menos 100 bases com qualidade acima de 20 (PHRED) não foi observado microssatélite com mais de 11 repetições. Das seqüências selecionadas da biblioteca enriquecida em CT, 6,1% continham microssatélites, sendo 75% deles do tipo esperado, ou seja, complementares a CT. Da biblioteca enriquecida por CT + CA, 7,3% das seqüências continham microssatélites, sendo 75% destes do tipo esperado. Nos dois casos, 25% dos arranjos eram de repetições AT, não esperadas.

O enriquecimento para CT e CA foi bem sucedido, por exemplo, para eucalipto (Brondani *et al.* 1998), "kiwi fruit" (Huang *et al.*, 1998), coqueiro (Perera *et al.*, 1999); oliveira (Carriero *et al.*, 2002), pequi (Collevatti *et al.*, 1999), carvalho (Hodgetts *et al.*, 2001) e para *Ophrys araneola*, uma Orchidaceae (Soliva *et al.*, 2000). Em eucalipto, "kiwi", coqueiro e oliveira foram encontrados microssatélites com números mínimos de 15, 8, 13 e 9 repetições do dinucleotídeo componente do "núcleo", respectivamente, e número máximo sempre superior a 20 repetições, em arranjos perfeitos e, também, arranjos compostos. Para plantas de arroz (*Oryza sativa*) os microssatélites que apresentaram maior diversidade genética tinham "núcleos" GA (Cho *et al.*; 2004). Para guaranazeiro, não houve diferença significativa entre o número de clones positivos selecionados pelas duas

estratégias de enriquecimento (utilização de sonda CT ou de sondas CT + CA em conjunto) e uma freqüência muito baixa de microssatélites com mais de sete repetições (tanto para arranjos perfeitos e quanto para arranjos compostos) foi encontrada.

Devido à aparente abundância de repetições AT nas bibliotecas enriquecidas para CA e CT, uma nova biblioteca foi enriquecida com sonda (AT)₁₂, foi construída com o objetivo de encontrar microssatélites com um maior número de repetições e perfeitos. No entanto, o resultado do seqüenciamento das primeiras placas desta última biblioteca revelou resultados semelhantes aos obtidos para as bibliotecas anteriores (CT e CA + CT): freqüência baixa de microssatélites "ideais" e alta freqüência daqueles constituídos de quatro repetições do dinucleotídeo AT ou de outros dinucleotídeos. Quando encontrados, os microssatélites mais extensos estavam freqüentemente interrompidos, com organização complexa das bases que constituem o "núcleo" propriamente dito e daquelas que o flanqueiam. Quatro microssatélites foram selecionados, embora não apresentem arranjos do "núcleo" comumente utilizados para genotipagem, pares de "primers" específicos foram sintetizados e utilizados para genotipar plantas de seis acessos do Banco de Germoplasma (Tabela I).

Quadro I. Denominação de quatro *loci* de microssatélites; composição do "núcleo"; tamanho, em pares de bases, das bandas amplificadas (candidatos a alelos - AL) e genótipo de plantas representantes de seis acessos do Banco de Germoplasma do Guaranazeiro (Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. 2005).

LOCUS	NÚCLEO	AL	CIR203	CMA372	CMU505	CMU609	CMU610	CMU902
GRN01	(CA) ₆ .(CA) ₃	122						
		124	x					x
		126	x	x	x	x	x	x
		128		x	x	x	x	
GRN03	(AC) ₄ t(TA) ₃ (TG) ₂	165	x	x	x	x	x	x
		203						
		204						
		207	x	x	x	x	x	x
		226						
		246	x	x	x	x	x	x
GRN04	ca(CCA) ₄ ca(CCA)	140						
		218						
		222						
		228						
		231						
		236						
		239						
		242	x	x	x	x	x	x
GRN05	(TA) ₅ .(AT) ₅	258	x					
		259						
		260						
		261						x
		262	x	x	x	x	x	
		263						

Obs.: os fragmentos amplificados que apresentaram os maiores picos de intensidade de fluorescência, com tamanho justificado pela localização dos sítios de anelamento dos "primers" na seqüência utilizada como modelo estão marcados com x.

Os alelos encontrados no genoma das seis plantas, que representam os dois maiores picos de fluorescência, ou o maior deles, com tamanho justificado pela localização dos sítios de anelamento dos "primers" (região de abrangência), na seqüência utilizada como modelo (clone da biblioteca enriquecida) estão indicados por "x" no Quadro I.

Há indícios de que o guaranazeiro é espécie poliplóide, com número de cromossomas por célula de ponta de raiz

estimado, preliminarmente, entre 168 e 210 (Nascimento-Filho, F.J., comunicação pessoal). Esta informação permitiu incluir no Quadro 1, como quadrículas coloridas, para cada *locus* um número de marcações para alelos maior que uma (o que seria verificado para homozigotos diplóides) ou duas (o que seria verificado para diplóides heterozigotos), para cada planta. O perfil do *locus* GRN01 da planta do acesso CMU902 é um dos que mais claramente suportam a hipótese de estarem sendo

detectados mais de dois alelos por *locus*: existem quatro picos (com 122, 124, 126 e 128 pares de bases) de fluorescência bem definidos (Figura 1), o que pode ser esperado para indivíduos poliplóides.

A detecção de quatro possíveis alelos neste *locus*, no entanto, não informa qual é o número de cópias de cada um deles. Para as plantas CIR203, CMU505 e CMU610 foram detectados apenas três tipos de alelos (124, 126 e 128 pares de bases) no mesmo *locus*. Para o *locus* GRN03 foram encontrados três picos de intensidade aproximada, na região de abrangência dos “primers” para cada uma das plantas genotipadas e existe a

possibilidade de existirem mais alelos no mesmo *locus*. Para o GRN04, um alelo de cerca de 140 pares de bases, fora da região de abrangência esperada para os “primers” específicos esteve presente como pico bem definido, nos perfis de genotipagem de todas menos uma (CMA372) das plantas. Dentro da região de abrangência dos “primers” para GRN04, a interpretação dos genótipos é dificultada pela diferença extrema de intensidade dos picos de fluorescência que indicam a amplificação de um mesmo fragmentos (alelo 239, por exemplo) em plantas diferentes (Figura 2).

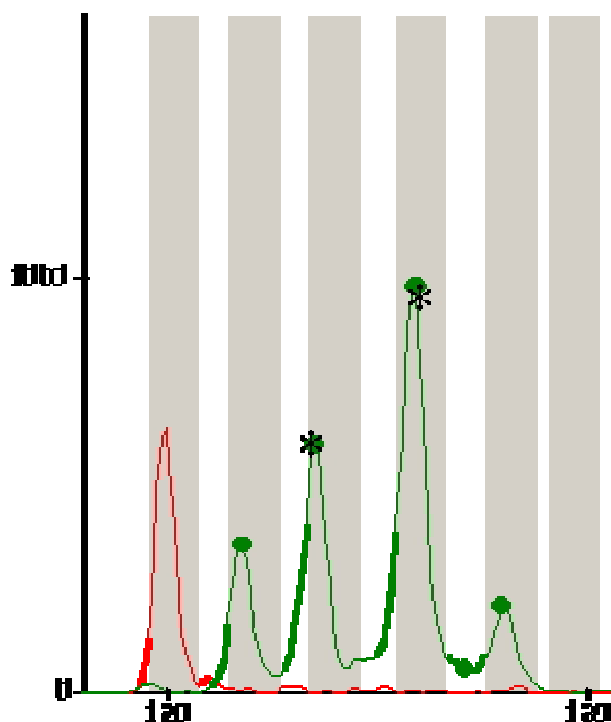


Figura 1. Perfil de genotipagem da planta do acesso CMU902 do Banco de Germoplasma da Embrapa Amazônia Ocidental para o *locus* de microssatélite GRN01. Os picos de fluorescência marcados com asteriscos são os alelos indicados por “x” no Quadro I. Os quatro picos estão marcados com quadrículas coloridas naquele Quadro. O pico representado em vermelho é um dos fragmentos do padrão ET-ROX.

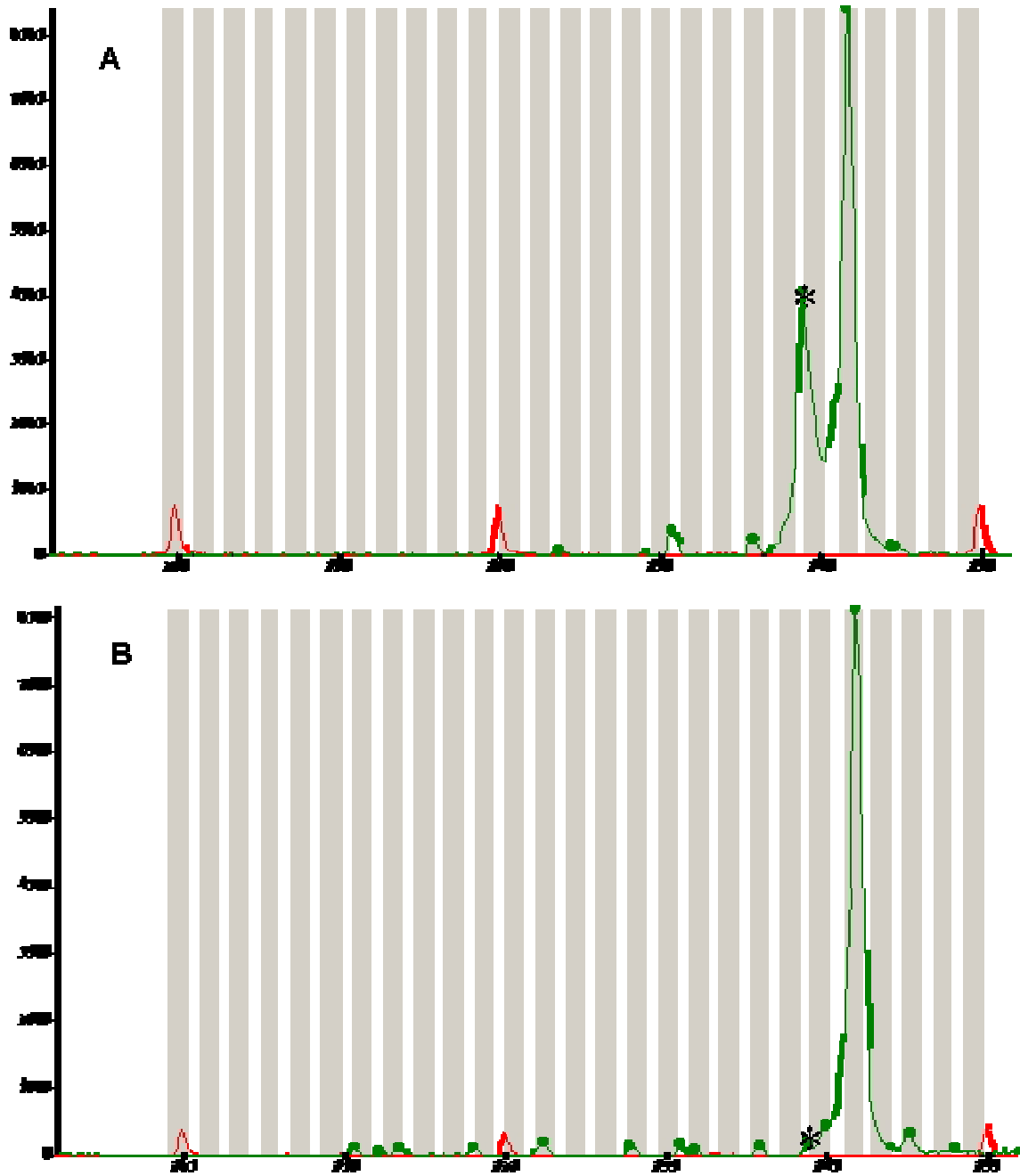


Figura 2. Perfis de genotipagem do *locus* GRN04 para plantas de guarazeiro. **A** planta de guarazeiro encontrada no campus da UFAM. **B** planta do acesso CIR203 do Banco de Germoplasma da Embrapa Amazônia Ocidental. O alelo 239 (marcado com asterisco) está presente em intensidades diferentes nos dois perfis. Os picos representados em vermelho são fragmentos do padrão ET-ROX.

A complexidade dos núcleos dos microsatélites analisados e a presença de interrupções são fatores que complicam ainda mais a definição dos genótipos (Quadro I, NÚCLEO). Para o GRN05, por exemplo, as bases que constituem a interrupção do “núcleo” (representadas por um ponto) podem ter contribuído para que alelos com diferença de uma base e não de duas, como esperado para variações do número de repetições de dinucleotídeos, fossem inseridos no Quadro I. Variações de uma e de três bases entre alelos também foram consideradas como hipótese para outros *loci*.

A genotipagem de mais indivíduos, o aprimoramento das condições utilizadas para as amplificações, a repetição das genotipagens e a definição da ploidia do guaranazeiro vão contribuir para elucidar situações como considerar-se a existência de oito alelos para a planta do acesso CIR203 no *locus* GRN04. A busca por microsatélites de núcleo perfeito, que continua, justifica-se pelo objetivo de minimizar esta complexidade.

Situação semelhante, quanto à dificuldade de encontrar microsatélites “ideais” por enriquecimento de bibliotecas genômicas, e a geração de padrões complexos de alelos, foi relatada por Silva (2001), para a cana-de-açúcar que é poliplóide. Para esta espécie, a estratégia que surtiu melhor resultado foi a busca por microsatélites alojados em ESTs (“expressed sequence tags”) de 28 bibliotecas de cDNA construídas para o projeto SUCEST. Foram encontrados 402 *loci* e 20 deles foram utilizados para análises preliminares de alguns genótipos

de duas espécies de cana-de-açúcar e de híbridos cultivados. Buscas do mesmo tipo estão sendo realizadas no banco de ESTs da biblioteca de frutos/sementes do guaranazeiro, mantido pelo Projeto Genoma Funcional/REALGENE.

Agradecimentos

Fapeam, pelo financiamento do projeto. Ufam e Inpa, instituições parceiras na realização das metas. CNPq pela Bolsa para Maria do Perpétuo Socorro Lira. Firmino José do Nascimento Filho, Pesquisador III da Embrapa Amazônia Ocidental, pelas informações sobre a estimativa do número de cromossomas encontrado em células de ponta de raiz do guaranazeiro.

Literatura Citada

- BRONDANI, R.P.V.; BRONDANI, C.; TARCHINI, R.; GRATTAPAGLIA, D. (1998). Development, characterization and mapping of microsatellite markers in *Eucalyptus grandis* and *E. urophylla*. **Theor. Appl. Genet.**, 97: 816-27.
- CARRIERO, F.; FONTANAZZA, G.; CELLINI, F.; GIORIO, G. (2002). Identification of simple sequence repeats (SSR) in olive (*Olea europaea* L.). **Theor. Appl. Genet.**, 104: 301-7.

CHO, Y.G.; ISHII, T.; TEMNYKH, S.; CHEN, X.; LIPOVICH, L.; MCCOUCH, S.R.; PARK, W.D.; AYRES, N.; CARTINHO, S. (2004). Diversity of microsatellites derived from genomic libraries and GenBank sequences in rice (*Oryza sativa* L.). **Theor. Appl. Genet.**, 100: 713-22.

COLLEVATTI, R.G.; BRONDANI, R.V.; GRATTAPAGLIA, D. (1999). Development and characterization of microsatellite markers for genetic analysis of a Brazilian endangered tree species *Caryocar brasiliense*. **Heredity**, 83: 748-56.

Farias, I. P.; T. Hrbek, H.; Brinkmann, I.; Sampaio,; A. Meyer. (2003). Characterization and isolation of DNA microsatellite primers for *Arapaima gigas*, an economically important but severely over-exploited fish species of the Amazon basin. **Molecular Ecology Notes**, 3:128-130.

FERREIRA, M.E.; GRATTAPAGLIA, D. (1996). **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 2 ed. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília/DF. 220p.

Gautschi O, Tschopp S, Olie RA, Leech SH, Simoes-Wust AP, Ziegler A, (2001). Activity of a novel bcl-2/bcl-xL-bispecific antisense oligonucleotide against tumors of diverse histologic origins. **J Natl Cancer Inst**, 93: 463-71.

GRATTAPAGLIA, D. (2001). Marcadores moleculares em espécies florestais: *Eucalyptus* como modelo. In: Nass, L.L.,

Valois, A.C.C., Melo, I.S., Valadares-Inglis, M.C. (Ed). **Recursos genéticos e melhoramento - plantas**. Fundação MT, Rondonópolis/MT. p.967-1010.

HODGETTS, E.B.; ALEKSIUK, M.A.; BROWN, A.; CLARKE, C.; MACDONALD, E.; NADEEM, S.; KHASA, D. (2001). Development of microsatellite markers for white spruce (*Picea glauca*) and related species. **Theor. Appl. Genet.**, 102: 1252-8.

HE, G.; MENG, R.; NEWMAN, M.; GAO, G.; PITTMAN, R.N.; PRAKASH, C.S. (2003). Microsatellites as DNA markers in cultivated peanut (*Arachis hypogaea* L.). **BMC Plant Biology**, 3. <http://www.biomedcentral.com/1471-2229/3/3>.

HUANG, W.G.; CIPRIANI, G.; MORGANTE, M.; TESTOLIN, R. (1998). Microsatellite DNA in *Actinidia chinensis*: isolation, characterization, and homology in related species. **Theor. Appl. Genet.**, 97: 1269-78.

MOREIRA, J.A.N.; SANTOS, J.W.; OLIVEIRA, S.R.M. (1994). **Abordagem e metodologia para a valiação de germoplasma**. Embrapa Algodão, Brasília/DF. 115p.

PERERA, L.; RUSSEL, J.R.; PROVAN, J.; POWELL, W. (1999). Identification and characterization of microsatellite *loci* in coconut (*Cocos nucifera* L.) and the analysis of coconut populations in Sri Lanka. **Mol. Ecol.**, 8: 335-46.

SILVA, J.A.G. (2001). Preliminary analysis of microsatellite markers derived from sugarcane expressed sequence tags (ESTs). **Genetics and Molecular Biology**, 24: 155-159.

SOLIVA, M.; GAUTSCHI, B.; SALZMANN, C; TENZER, I.; WIDMER, A. (2000). Isolation and characterization of microsatellite *loci* in the orchid *Ophrys araneola* (Orchidaceae) and a test of cross-species amplification. **Mol. Ecol.**, 9: 2178-9.

SOUZA, A.P. (2001). Biologia molecular aplicada ao melhoramento. In: Nass, L.L., Valois, A.C.C., Melo, I.S., Valadares-Ingliš, M.C. (Ed). **Recursos genéticos e melhoramento - plantas**. Fundação MT, Rondonópolis/MT. p.939-965.

Tenzer, I.; Sd, I.; Morgan, M.; Gessler, C. (1999). Identification of microsatellite markers and their application to population genetics of *Venturia inaequalis*. **Phytopathology**, 89, 748-753.

Genoma Funcional do Fruto do Guaranazeiro: Terminada a Fase de Anotação Automática

Paula Cristina da Silva Angelo¹; Marcelo de Macedo Brígido²; Jorge Rebelo Porto³; Marcos José Salgado Vital⁴; Jean Charles da Cunha Peixoto⁵; Maria Paula Cruz Schneider⁶; Horácio Schneider⁷; Wilsea Fernandez⁸; Emygdia R. L. R. B. P. L. Mesquita⁹; Márcio Antônio da Silveira¹⁰; Luiz Hildebrando Pereira Silva¹¹; Margarida Lima Carvalho¹²; Spartaco Astolfi Filho¹³, Dra. Elionor R. Almeida¹⁴

Por se tratar de produto nativo da Amazônia, utilizado na alimentação, com cadeia produtiva instalada e pronta para crescer, e por ter potencial para utilização pela indústria de fitofármacos e fitocosméticos, o guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) foi eleito como objeto de estudo da recém-formada Rede da Amazônia Legal de Pesquisas Genômicas - REALGENE. Esta Rede é coordenada pela Universidade Federal do Amazonas e dela fazem parte instituições de pesquisa e ensino da Amazônia Legal, sendo Embrapa Amazônia Ocidental, o INPA, o IPEPATRO em Rondônia, Universidade Federal do Acre, Universidade Federal de Amapá, Universidade Federal do Maranhão, Universidade Federal de Pará (três grupos), Universidade Federal de Roraima, Universidade Federal de Tocantins/UNITINS. São diretrizes do projeto de formação da Rede implantar e melhorar a infra-estrutura laboratorial em biologia molecular/genética genômica/bioinformática em Instituições de Ensino, Pesquisa e Desenvolvimento de diferentes Estados da Amazônia Legal e contribuir para a sofisticação da cadeia produtiva do guaraná a partir da aplicação dos resultados obtidos ao final da execução do "Projeto Genoma Funcional do Guaranazeiro". O objetivo desta contribuição ao I Seminário sobre Pesquisas com Guaranazeiro é divulgar que parte das metas já foi cumprida e registrar que a Genômica do guaranazeiro já dispõe de resultados.

A Embrapa Amazônia Ocidental forneceu, mediante a assinatura de acordo de cooperação técnica entre os participantes da REALGENE, o material vegetal - partes de plantas do clone registrado na Secretaria Nacional de Proteção de Cultivares, sob a denominação comercial BRS-Amazonas - para a geração das bibliotecas de cDNA e seqüenciamento do genoma funcional. Para tal, foram coletados frutos com sementes em três estádios de maturação e o RNA (Figura 1) foi extraído na Embrapa Recursos

¹Pesquisadora III Embrapa Amazônia Ocidental. C.P. 319, CEP. 69011-970 Manaus, Amazonas. paula@cmaa.embrapa.br
²Professor, Dr., Universidade de Brasília; ³Pesquisador, Instituto de Pesquisas da Amazônia; ⁴Professor, Universidade Federal de Roraima; ⁵Professor, Universidade Federal do Amapá; ⁶Professora, Universidade Federal do Pará; ⁷Professor, Universidade Federal do Pará; ⁸Professora, Universidade Federal do Pará; ⁹Professora, Universidade Federal do Maranhão; ¹⁰Professor, UNITINS; ¹¹Professor, Universidade Federal de Rondônia; ¹²Professora, Universidade Federal do Acre; ¹³Professor, Universidade Federal do Amazonas, ¹⁴Pesquisadora III da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

Paula Cristina da Silva Angelo; Marcelo de Macedo Brígido; Jorge Rebelo Porto; Marcos José Salgado Vital; Jean Charles da Cunha Peixoto; Maria Paula Cruz Schneider; Horácio Schneider; Wilsea Fernandez; Emygdia R. L. R. B. P. L. Mesquita; Márcio Antônio da Silveira⁰; Luiz Hildebrando Pereira Silva¹; Margarida Lima Carvalho²; Spartaco Astolfi Filho³, Dra. Elionor R. Almeida



Figura 1. Frutos do guaranazeiro nos três estádios de desenvolvimento e o RNA total extraído para a construção das bibliotecas de cDNA e geração de ESTs.

Genéticos e Biotecnologia, utilizando o "Concert Plant Reagent" (Invitrogen). A síntese do cDNA foi realizada utilizando o "kit Super Script" (Invitrogen). O cDNA foi fracionado por filtração para seleção de fragmentos entre 600 e 1.000 pares de bases e clonado no vetor plasmidial pSPORT6 (Invitrogen). Os insertos foram sequenciados a partir da extremidade 5' e os arquivos de ESTs ("expressed sequence tags") foram depositados no servidor da Universidade de Brasília, podendo ser acessados, mediante senha, através da página <https://www.biomol.unb.br/GR/>. As seqüências de cDNA clonadas são mantidas na Universidade Federal do Amazonas.

Compõem o banco de dados do projeto 15.387 seqüências, que foram aceitas por apresentarem pelo menos 200 bases com qualidade acima de 20 (índice de qualidade do aplicativo PHRED para qualificar os picos de fluorescência dos

eletroferogramas gerados pelo sequenciador automático). Após a eliminação da contaminação por pares de bases do vetor, 9.418 seqüências foram organizadas em "contigs" (grupos de seqüências que apresentam alta identidade) com o programa CAP3. Portanto, constam do banco de dados 2.628 "contigs" e 5.969 "singlets" (seqüências que foram encontradas apenas uma vez entre os clones de cDNA seqüenciados), num total de 8.597 grupos (Figura 2) ou cDNAs representados. Cada "contig" tem, em média, 760 bases.

Seguiu a esta manipulação das seqüências, a busca automática por similaridade em bancos de genes e proteínas, como o GenBank, do NCBI (National Center for Biotechnology Information - <http://www.ncbi.nih.gov/>), o SwissProt, do Instituto Suíço de Bioinformática (<http://ca.expasy.org/sprot/>) e o GO (Gene Ontology <http://www.godatabase.org/dev/database/>).

Paula Cristina da Silva Angelo; Marcelo de Macedo Brígido; Jorge Rebelo Porto; Marcos José Salgado Vital; Jean Charles da Cunha Peixoto; Maria Paula Cruz Schneider; Horácio Schneider; Wilsea Fernandez; Emygdia R. L. R. B. P. L. Mesquita; Márcio Antônio da Silveira⁰; Luiz Hildebrando Pereira Silva¹; Margarida Lima Carvalho²; Spartaco Astolfi Filho³, Dra. Elionor R. Almeida

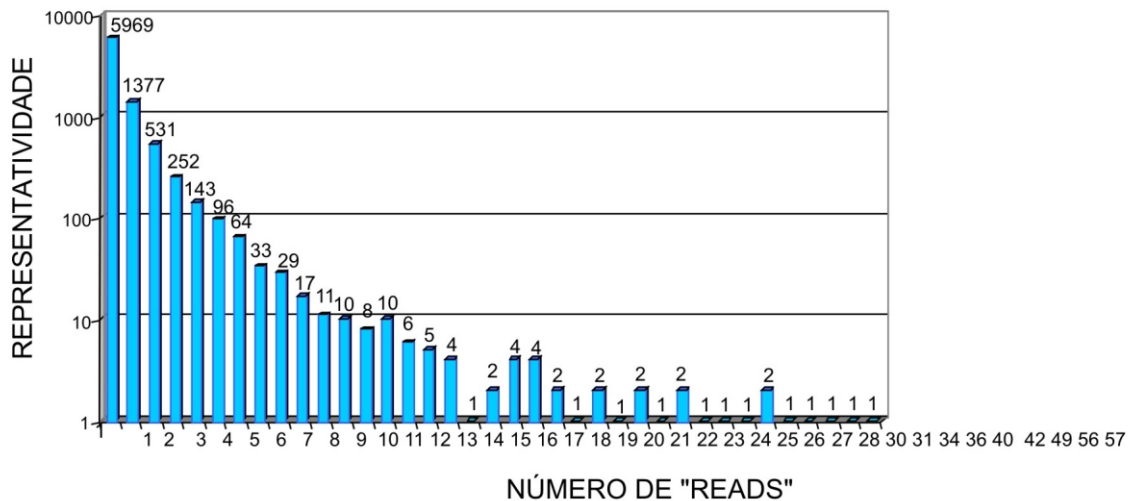


Figura 2. distribuição e número de "reads" (ESTs aceitas). A freqüência de distribuição das ESTs foi obtida após a análise com o aplicativo CAP3. A maior parte (91,6%) dos grupos têm de 1 ("singlets") a 3 ESTs ("contigs"). Existem 5.969 "singlets" e existem poucos grupos constituídos por mais de 18 ESTs.

A busca por identidade em bancos de proteínas é feita depois de terem sido deduzidas as seqüências protéicas codificadas pelas ESTs, sendo que existem seis possibilidades de tradução dos nucleotídeos em aminoácidos para cada EST. Este processo foi realizado pelo aplicativo Blast X.

O resultado da busca descrita acima foi, sempre que a similaridade apresentou-se estatisticamente bastante significativa, a anotação automática da identidade mais provável de cada "contig" e "singlet", do nome do produto gênico, da categoria funcional segundo classificação do KOG e identificação e disponibilização do número EC para as enzimas. Esta anotação automática, armazenada no servidor da UnB, vem acompanhada de "links" para os arquivos de referência que estão nos bancos consultados. Estes arquivos incluem o valor estatístico da similaridade para cada par de seqüências (seqüência de

referência x seqüência de guaraná anotada), porque são testadas mais de um milhão de possibilidades de similaridade durante a busca e nem todas as anotações automática apresentam valor aceitável. Quanto maior o banco consultado mais demorada a busca e, geralmente, mais resultados com valor estatístico bom são encontrados. Quanto melhor o valor estatístico da similaridade, mais completa fica a anotação automática. Todo esse material fica à disposição do revisor humano que conclui a anotação manualmente.

Para algumas ESTs do guaraná não foram encontrados similares nos bancos de seqüências. Existem, também, ESTs que apresentam mais de uma possibilidade de tradução para um mesmo grupo de nucleotídeos e, portanto, mais de uma seqüência protéica é anotada automaticamente, algumas vezes com valores estatísticos aproximados. Para

outras, foi registrada similaridade com seqüências depositadas que ainda não apresentam função definida. Isto ocorre porque o depósito de seqüências cuja função ainda não foi desvendada tornou-se comum, desde que passaram a ser seqüenciados genomas inteiros de muitos organismos. Estas são ESTs que precisam ser analisadas com cuidado e que terão suas funções definidas, possivelmente, pelos grupos que estão vinculados a cada projeto genoma, o que contribuirá para Genômica, de maneira geral. Pelo menos uma seqüência apresentou similaridade com aquelas expressas em espécies dos mais diferentes filios, foi, portanto, aparentemente conservada ao longo do processo evolutivo e, ainda assim, sua função não está claramente definida em nenhuma espécie.

A anotação automática está, durante os meses de setembro, outubro e novembro de 2005, sendo revista e aprimorada por anotação manual. Ao longo do processo de anotação manual é possível complementar o registro existente para cada seqüência, indicando, por exemplo, que, apesar de não ter sido identificado automaticamente, um "contig" ou "singlet" contém ou codifica regiões ou "motivos", por exemplo os sítios ativos das enzimas, que por vezes são bem conhecidos e conservados e tornam-se importantes para a indicação da função da EST. Durante esta fase é também possível registrar quais seqüências têm potencial para gerar patentes. Sempre que possível, a classificação KOG (definição da classe a que pertence a proteína, se é uma proteína

que participa do metabolismo de aminoácidos, ou da síntese de ácidos nucléicos, ou do transporte de elétrons e geração de energia e etc.) e o nome pelo qual a EST será reconhecida dentro dos registros estão sendo anotados manualmente. Quando não existe registro automático de classe enzimática, a referência à classe enzimática mais provável pode ser anotada manualmente.

Entre as seqüências identificadas está pelo menos uma sintetase da cafeína, o que é interessante, já que a expressão de sintetase de cafeína foi relatada poucas vezes em endosperma e os dados publicados são, na maioria, sobre a expressão destes genes em folhas. Foram também identificados possíveis carreadores de ferro para a semente, proteínas que têm afinidade por metais pesados e enzimas que são parte da via de síntese de metabólitos secundários que não a cafeína. Existem enzimas cuja estrutura é mais conservada ao longo da evolução e que são mais comuns à maioria das plantas como a RUBISCO, aquelas que participam dos processos de geração de ATP e de transporte de elétrons. Outras são comumente encontradas em eucariotos, como aquelas que participam do "splicing" do RNA. Estas últimas ficaram, geralmente, com registros automáticos muito completos. Estão anotadas manualmente cerca de 3.300 seqüências.

Com a análise que será realizada após o processo de anotação manual, será possível ter uma visão ampla dos processos metabólicos que ocorrem no fruto do guaranazeiro.

Paula Cristina da Silva Angelo; Marcelo de Macedo Brígido; Jorge Rebelo Porto; Marcos José Salgado Vital;
Jean Charles da Cunha Peixoto; Maria Paula Cruz Schneider; Horácio Schneider; Wilsea Fernandez;
Emygdia R. L. R. B. P. L. Mesquita; Márcio Antônio da Silveira⁰; Luiz Hildebrando Pereira Silva¹;
Margarida Lima Carvalho²; Spartaco Astolfi Filho³, Dra. Elionor R. Almeida

Agradecimentos

Ao CNPq/MCT, pelo financiamento do projeto.

O número de pessoas que têm contribuído para a geração dos dados é muito maior do que a listagem dos autores, que são os Coordenadores de Polos da REALGENE, listados no sentido horário da

localização das instituições a que estão vinculados, a partir de Manaus, com exceção do Coordenador Geral do Projeto, que está listado como 13^o autor. Agradecemos especialmente à Enedina N. Assunção, técnica do Laboratório de Tecnologia do DNA da Universidade Federal do Amazonas.

Classificação do Coeficiente de Variação na Cultura do GuaranazeiroAndré Luiz Atroch¹, Firmino José do Nascimento Filho²**Classification of Coefficient of Variation in Guarana Crop**

ABSTRACT - The coefficient of variation (CV) is an experimental precision measure with universal acceptance, however, it varies with crops and traits evaluated. The objective of this work was to classify the coefficient of variation of guarana crop regard two important traits to guarana breeding, dry seeds production and number of harvest per year. The dry seeds production showed higher values of coefficient of variation than those of number of harvest per year. The CV for dry seeds production was classified in four different classes, low (CV 44,03), medium (44,03 CV 90,15), high (90,15 CV 113,21) and too high (CV 113,21) and for the number of harvest per year was classified as follow, low (CV 29,13), medium (29,13 CV 47,09), high (47,09 CV 56,07) and too high (CV 56,07).

Index terms: *Paullinia cupana*, breeding, experimental precision, perennial crops.

Introdução

A redução do erro experimental melhora a precisão experimental e, conseqüentemente, permite obter estimativas mais precisas da média ou de outros parâmetros. Geralmente, no momento de avaliar a precisão experimental há uma grande incerteza, principalmente quando tal precisão é expressa por medidas que não possuem referencial ou método capaz de demonstrar sua utilidade, como é o caso do coeficiente de variação (Amaral et al., 1997).

¹Eng. Agrôn., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Caixa Postal 319, CEP69011-970, Manaus, AM. E-mail: atroch@cpaa.embrapa.br

²Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, e-mail: firmino@cpaa.embrapa.br

Segundo Fasoulas (1983), o CV expressa a magnitude da variação não controlada dentro dos experimentos e é independente da unidade de medida e da magnitude das médias, sendo o parâmetro mais utilizado para medir a precisão experimental. Porém, Pimentel Gomes (1991) sugere o índice de variação, que é a relação entre o CV e a raiz quadrada do número de repetições, pelo fato de o CV ser influenciado pelo número de repetições. Fasoulas (1983), por sua vez, sugeriu a utilização do índice de diferenciação de experimentos (D), defendendo a tese de que o CV não revela a eficiência do experimento em diferenciar os tratamentos. Entretanto, apesar das restrições ao seu uso, o coeficiente de variação é a medida mais utilizada na avaliação da precisão dos experimentos e deve ser cuidadosamente estudado para ser utilizado como uma ferramenta poderosa na tomada de decisão do pesquisador.

Desse modo, é necessário que haja referenciais de acordo com a variável e a espécie em estudo, para que o pesquisador possa comparar melhor a precisão experimental de diferentes experimentos.

O objetivo deste trabalho foi classificar o coeficiente de variação da cultura do guaranazeiro em relação às variáveis produção de sementes secas por planta ao ano e número de colheitas por ano.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado com os valores dos coeficientes de variação (CV) obtidos na experimentação com a cultura do guaranazeiro, no período de 1985 a 1994, totalizando 80 observações utilizando a variável produção de sementes secas por planta ao ano e 78 observações utilizando a variável número de colheitas por ano. Os experimentos foram conduzidos nos Campos Experimentais da Embrapa Amazônia Ocidental em Manaus, localizado a 50 m de altitude, 3°8' de latitude Sul e 59°52' de longitude Oeste, e em Maués, localizado a 18 m de altitude, 3°32' de latitude Sul e 57°41' de longitude Oeste. Os solos desses dois Campos Experimentais são do tipo Latossolo Amarelo Muito Argiloso, considerado como de baixa fertilidade natural.

Na Tabela 1 encontram-se relacionados os nomes dos ensaios, locais de condução, anos de plantio, número de anos de avaliação e número de clones componentes dos experimentos. Foram avaliados 231 clones de guaranazeiro, em 13 experimentos, provenientes do programa de melhoramento genético da Embrapa Amazônia Ocidental, no período de 1985 a 1994.

O plantio dos ensaios foi realizado no início das chuvas, de dezembro a março, de cada ano agrícola. As estacas de ramos semi-lenhosos utilizadas para a formação das mudas foram oriundas de plantas matrizes sadias, com bom vigor vegetativo e de alta produção.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com três ou quatro repetições dependendo do ensaio. Os espaçamentos nos experimentos foram 6,00m x 4,00 m e 5,00 x 5,00 m, com cinco a seis plantas por parcela. Os tratos culturais foram os usuais da cultura, recomendados no sistema de produção, tendo o objetivo de manter as plantas do experimento livres de pragas e da competição com as plantas daninhas.

Neste trabalho utilizou-se as análises de variância individuais por experimento em cada ano de acordo como o seguinte modelo:

$$y_{ij} = m + b_j + t_i + e_{(ij)}$$

y_{ij} : valor observado do clone i , no bloco j ;

m : média geral;

b : efeito do bloco j ;

t_i : efeito do clone i ;

$e_{(ij)}$: erro experimental.

Desse modo, os CVs foram calculados considerando-se as análises individuais por experimento e por ano, ou seja, com um único erro experimental, como segue:

$$CV = \frac{100s}{m}, \text{ onde: } s = \text{desvio padrão};$$

m = média geral do experimento.

O desvio padrão foi calculado como segue:

$$s = \sqrt{\text{QMR}}, \text{ onde,}$$

QMR: Quadrado médio do resíduo.

Em seguida, foram calculadas a média, variância e desvio padrão dos CVs.

A classificação dos CVs foi realizada com base no trabalho de Garcia (1989), no

qual o autor utilizou a relação entre a média dos CVs e o desvio padrão (raiz quadrada da variância), nos seguintes intervalos:

Baixo: $CV \leq \text{média} - \text{desvio padrão}$;

Médio: $\text{média} - \text{desvio padrão} < CV \leq \text{média} + \text{desvio padrão}$;

Alto: $\text{média} + \text{desvio padrão} < CV \leq \text{média} + 2 \text{ desvio padrão}$;

Muito alto: $CV > \text{média} + 2 \text{ desvio padrão}$.

Resultados e Discussão

Observa-se na Tabela 2 que a produção de sementes secas teve maior amplitude de variação, maior média, bem como maior coeficiente de variação do que o número de colheitas, o que indica que a precisão experimental é maior em relação a esta última variável. Houve uma maior dispersão dos dados em torno da média para a variável produção de sementes secas, indicando uma maior variação nesse caráter.

A Tabela 3 contém a classificação do CV(%) das variáveis produção de sementes secas e do número de colheitas ao ano. abela 3 contém a classificação do CV(%) das variáveis produção de sementes secas e do número de colheitas ao ano.

No cultivo do guaraná, a forma de frutificação desuniforme, implica diversas colheitas por safra para obter-se a produção anual de sementes. Essa característica, aliada aos erros decorrentes do manuseio da produção, faz com que, normalmente, os coeficientes de variação quanto à produção fiquem acima da média de outras culturas, principalmente das anuais como o arroz (Estefanel et al., 1987; Garcia, 1989), milho

(Scapim et al., 1995) e feijão (Estefanel et al., 1987; Garcia, 1989), e culturas perenes (Amaral et al., 1997), que possuem colheita relativamente uniforme e fácil de ser executada, como citrus (Amaral et al., 1997).

No cultivo do guaraná, a forma de frutificação desuniforme, implica diversas colheitas por safra para obter-se a produção anual de sementes. Essa característica, aliada aos erros decorrentes do manuseio da produção, faz com que, normalmente, os coeficientes de variação quanto à produção fiquem acima da média de outras culturas, principalmente das anuais como o arroz (Estefanel et al., 1987; Garcia, 1989), milho (Scapim et al., 1995) e feijão (Estefanel et al., 1987; Garcia, 1989), e culturas perenes (Amaral et al., 1997), que possuem colheita relativamente uniforme e fácil de ser executada, como citrus (Amaral et al., 1997).

Por outro lado, o menor tamanho das parcelas e a limitação no uso de bordaduras comuns em plantas perenes eleva o CV dos ensaios na maioria das variáveis avaliadas. Na cultura do guaraná, esse efeito foi mais acentuado na variável produção de sementes secas do que na variável número de colheitas ao ano.

Conclusões

- A classificação do coeficiente de variação na cultura do guaraná varia de acordo com a variável em seleção;
- A variável produção de sementes secas é mais influenciada pelo ambiente do que a variável número de colheitas ao ano.

Literatura Citada

AMARAL, A.M. do; MUNIZ, J.A.; SOUZA, M. de. Avaliação do coeficiente de variação como medida da precisão na experimentação com citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.12, p.1221-1225, dez. 1997.

ESTEFANEL, V.; PIGNATARO, I.A.B.; STORCK, L. Avaliação do coeficiente de variação de experimentos com algumas culturas agrícolas. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRÔNOMICA, 2., 1987, Londrina. **Anais...** Londrina: Universidade Estadual de Londrina/Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 1987. p.115-131.

FASOULAS, A.C. Rating cultivars and trials in applied plant breeding. **Euphytica**, Wageningen, v.32, p.939-943, Jan. 1983.

GARCIA, C.H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 1989. 12p. (Circular Técnica, 171).

PIMENTEL-GOMES, F. **O índice de variação, um substituto vantajoso do coeficiente de variação**. Piracicaba: IPEF, 1991. 4p. (Circular Técnica, 178).

SCAPIM, C.A.; CARVALHO, C.G.P. de; CRUZ, C.D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.5, p.683-686, maio 1995.

Tabela 1. Nomes, locais de condução, anos de plantio, número de anos de avaliação e número de clones componentes dos ensaios de competição de clones de guaranzeiro conduzidos pela Embrapa Amazônia Ocidental, no período de 1985 a 1994, no estado do Amazonas. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2003.

Ensaio	Local de Condução	Ano de Plantio	Número de Anos de Avaliação	Número de Clones
ME83-10	Embrapa - Campo Experimental de Manaus	1983	9	7
ME83-14	Embrapa - Campo Experimental de Manaus	1983	8	11
ME84-06	Embrapa - Campo Experimental de Manaus	1984	8	26
ME84-12	Embrapa - Campo Experimental de Maués	1984	6	15
ME84-13	Embrapa - Campo Experimental de Maués	1984	6	16
ME84-14	Embrapa - Campo Experimental de Maués	1984	7	10
ME85-05	Fazenda Santa Helena, AmBev, Maués	1985	5	16
ME85-06	Embrapa - Campo Experimental de Manaus	1985	5	15
ME85-07	Embrapa - Campo Experimental de Manaus	1985	9	16
ME85-08	Embrapa - Campo Experimental de Manaus	1985	5	5
ME87-01	Fazenda Santa Helena, AmBev, Maués	1987	6	57
ME87-02	Fazenda Santa Helena, AmBev, Maués	1987	5	21
ME87-03	Embrapa - Campo Experimental de Manaus	1987	4	105

Tabela 2. Estatística descritiva dos CVs, em porcentual, da produção de sementes secas, em gramas por planta ao ano e do número de colheitas ao ano, dos clones de guaranzeiro avaliados no Amazonas. Embrapa - Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental, Manaus, 2003.

Estatística descritiva	Variável	
	Produção de sementes secas	Número de colheitas ao ano
Número de observações	80	78
Valor máximo dos CV's (%)	145,11	62,95
Valor mínimo dos CV's (%)	28,92	23,19
Variância dos CV's	531,8078	80,6872
Desvio padrão dos CV's	23,0609	8,9826
Média dos CV's	67,09	38,11
Coefficiente de variação dos CV's	34,37	23,57

Tabela 3. Classificação do CV (%) das variáveis produção de sementes secas, em gramas por planta ao ano e do número de colheitas ao ano, avaliadas em experimentos de competição de clones de guaranzeiro. Embrapa Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental, Manaus, 2003.

Classificação do CV(%)	Variável	
	Produção de sementes secas	Número de colheitas ao ano
Baixo	$CV \leq 44,03$	$CV \leq 29,13$
Médio	$44,03 < CV \leq 90,15$	$29,13 < CV \leq 47,09$
Alto	$90,15 < CV \leq 113,21$	$47,09 < CV \leq 56,07$
Muito Alto	$CV > 113,21$	$CV > 56,07$

Seleção Clonal em Guaranazeiro via Metodologia de Modelos Lineares Mistos (REML/BLUP)

André Luiz Atroch¹, Marcos Deon Vilela de Resende², Firmino José do Nascimento Filho¹

Clonal Selection in Guarana Crop by Mixed Model Methodology REML/BLUP¹

Abstract - With the development of the vegetal cloning technique, the guarana breeding program experienced great progress, delivering several clones, which were tested on several sites in the state of Amazonas through 1985 to 1994. The objectives of this study were the estimation of genetic parameters and the selection of clones in the context of the guaraná breeding program of the Embrapa Amazônia Ocidental, using the REML/BLUP procedure. The evaluation of the clones is recommended during five crops seeking the maximization of the selective accuracy, one plant per plot can be used with efficiency in the guarana breeding program, there were differences in selected clones between traditional and REML/BLUP methodologies. The ranking provided by the REML/BLUP procedure must be preferred as it is the best one, because it does not confound the genotypic and environmental effects, genetic gains of the order from 61% to 70% can be obtained with selection and use of the better five clones in commercial plantations.

Index Terms: *Paullinia cupana*, quantitative genetics, perennial crops.

Introdução

O guaranazeiro (*Paulinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) é uma espécie de grande importância econômica, social e ecológica na Amazônia. O nome guaraná é de origem tupi e significa “bebida dos senhores” (Monteiro, 1965). Duas variedades botânicas foram descritas por Ducke (1937): *P. cupana* var. *sorbilis* e *P. cupana* var. *typica*. A primeira foi domesticada pelos indígenas na região do Baixo Rio Amazonas e é cultivada, enquanto a variedade botânica *typica* foi observada em populações espontâneas ao Sul da Venezuela e Colômbia e é denominada guaraná da Venezuela (Nascimento Filho et al., 2001a).

¹Eng. Agr., M.Sc., Embrapa Amazônia Ocidental, Caixa Postal 319, CEP69011-970, Manaus, AM. atroch@cpaa.embrapa.br

²Eng. Agr., Dr., Embrapa Florestas, Caixa Postal 319, CEP83411-000, Colombo, PR. deon@cnpf.embrapa.br

O guaraná possui propriedades medicinais e estimulantes e é considerada a maior fonte natural de cafeína. O Brasil é praticamente o único produtor mundial de guaraná e atende aos mercados nacional e estrangeiro. A área de cultivo do guaranazeiro já ultrapassou a fronteira da Amazônia. É plantado comercialmente nos estados do Amazonas, Acre, Pará, Rondônia, Roraima, Bahia e Mato Grosso e experimentalmente no Amapá (Nascimento Filho et al., 2001a). É uma espécie com sistema reprodutivo misto, predominando os cruzamentos, com uma considerável taxa de autofecundação (Escobar et al., 1985).

O programa de melhoramento genético do guaranazeiro conduzido pela Embrapa Amazônia Ocidental iniciou-se em 1976 com a seleção fenotípica de matrizes seguida de teste de progênes, realização de cruzamentos biparentais e de autofecundação seguida da avaliação das respectivas progênes em Manaus e Maués, e em áreas de produtores. A partir do início da década de 1980, os trabalhos foram direcionados para clonagem por meio de estaquia de plantas superiores provenientes de experimentos de avaliação de progênes e matrizes selecionadas em plantios comerciais nas áreas de produtores (Nascimento Filho et al., 2000; Atroch e Nascimento Filho, 2001).

Com o domínio da técnica da clonagem vegetal, o programa de melhoramento da espécie apresentou grande avanço, fato que permitiu a geração de diversos clones, os quais foram avaliados em vários locais no estado do Amazonas, no período de 1985 a 1994. Os

experimentos foram instalados com genótipos diferentes de um ano para outro e com algumas testemunhas comuns. A seleção clonal baseada em procedimento biométrico inadequado pode ser ineficiente devido ao confundimento entre efeitos genotípicos e ambientais (ano e local de plantio). Nesta situação, o procedimento ótimo de seleção é o REML/BLUP que envolve a estimação de componentes de variância pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML) e a predição dos valores genotípicos pela melhor predição linear não viciada (Resende, 2002). Este procedimento vem sendo aplicado ao melhoramento de espécies florestais (Resende et al., 1993; 1996) e de fruteiras (Resende & Dias, 2000; Farias Neto & Resende, 2001; Paiva et al., 2001; 2002) no Brasil.

O presente trabalho teve como objetivos realizar a estimação de parâmetros genéticos e a seleção clonal no contexto do programa de melhoramento do guaranazeiro conduzido pela Embrapa Amazônia Ocidental, empregando o procedimento REML/BLUP.

Material e Métodos

Caracterização dos ensaios

Os dados analisados neste trabalho foram coletados dos experimentos conduzidos nos Campos Experimentais da Embrapa Amazônia Ocidental em Manaus e Maués, AM, cujas coordenadas geográficas e altitudes são apresentadas na Tabela 1. Os solos dos Campos Experimentais de Manaus e Maués são do tipo Latossolo Amarelo Muito Argiloso, considerado como

de baixa fertilidade natural. Os locais de condução, códigos dos ensaios, número e anos de plantio e de avaliação e número de clones por experimento são apresentados na Tabela 2.

Foram avaliados 231 clones de guaranazeiro, em 13 experimentos, no período de 1985 a 1994.

O plantio dos ensaios foi realizado no início das chuvas, ou seja, de dezembro a março de cada ano agrícola. As estacas oriundas de ramos semilenhosos, utilizadas para a formação das mudas, foram provenientes de plantas matrizes sadias, com bom vigor vegetativo e de alta produção.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três ou quatro repetições, dependendo do ensaio. Os espaçamentos utilizados nos experimentos foram 6 x 4 e 5 x 5m, com cinco a seis plantas por parcela. Os tratos culturais foram os usuais da cultura, recomendados no sistema de produção, tendo o objetivo de manter as plantas livres de pragas e da competição com plantas daninhas. Foi avaliada a característica produção de frutos frescos (em g/planta).

Metodologia Estatística

O procedimento de avaliação de clones no contexto do programa de melhoramento do guaranazeiro encontra-se descrito a seguir com base em Resende (2002). O modelo linear misto equivale a: $y = Xb + Za + Wc + Tp + e$, em que: y, b, a, c, p e e : vetores de observações, de efeitos de bloco (fixo), de valores genotípicos (aleatórios), de efeitos de parcela (aleatório), de efeitos permanentes

(aleatório) e de erros aleatórios, respectivamente. X, Z, W e T : matrizes de incidência para b, a e c , respectivamente. Os efeitos fixos de blocos, medições e interação blocos x medições, podem ser ajustados em apenas um efeito fixo denominado combinação bloco-medição.

Distribuições e estruturas de médias e variâncias:

$$y|b, V \sim N(Xb, V)$$

$$a|A, \sigma_a^2 \sim N(0, \sigma_a^2)$$

$$c|\sigma_c^2 \sim N(0, I \sigma_c^2)$$

$$p|\sigma_p^2 \sim N(0, I \sigma_p^2)$$

$$e|\sigma_e^2 \sim N(0, I \sigma_e^2)$$

$$Cov(a, c') = 0; \quad Cov(a, p') = 0; \quad Cov(a, e') = 0;$$

$$Cov(p, c') = 0; \quad Cov(p, e') = 0; \quad Cov(c, e') = 0$$

$$E \begin{bmatrix} y \\ a \\ c \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \quad Var \begin{bmatrix} y \\ a \\ c \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V & ZG & WC & TP & R \\ GZ' & G & 0 & 0 & 0 \\ CW' & 0 & C & 0 & 0 \\ PT' & 0 & 0 & P & 0 \\ R & 0 & 0 & 0 & R \end{bmatrix}$$

em que:

$$P = I \sigma_p^2$$

$$V = ZA \sigma_a^2 Z' + WI \sigma_c^2 W' + TI \sigma_p^2 T' + I \sigma_e^2.$$

Equações de modelo misto

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z & X'W & X'T \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\lambda_1 & Z'W & Z'T \\ W'X & W'Z & W'W + \lambda_2 & W'T \\ T'X & T'Z & T'W & T'T + \lambda_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{a} \\ \hat{c} \\ \hat{p} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \\ W'y \\ T'y \end{bmatrix}$$

em que:

$$\lambda_1 = \frac{1-\rho}{h^2} = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_a^2}; \quad \lambda_2 = \frac{1-\rho}{c^2} = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_c^2}; \quad \lambda_3 = \frac{1-\rho}{p^2} = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_p^2}.$$

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_c^2 + \sigma_p^2 + \sigma_e^2}$$

: herdabilidade individual no sentido amplo no bloco em uma medição;

$$\rho = \frac{\sigma_a^2 + \sigma_c^2 + \sigma_p^2}{\sigma_a^2 + \sigma_c^2 + \sigma_p^2 + \sigma_e^2}$$

: repetibilidade individual no bloco;

$$p^2 = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_a^2 + \sigma_c^2 + \sigma_p^2 + \sigma_e^2}$$

: coeficiente de determinação dos efeitos permanentes;

C^{22}, C^{33} and C^{44} advém de:

$$C^2 = \frac{\sigma_c^2}{\sigma_a^2 + \sigma_c^2 + \sigma_p^2 + \sigma_e^2}$$

: correlação devida ao ambiente comum da parcela.

Estimadores iterativos dos componentes de variância via REML:

$$\hat{\sigma}_e^2 = [y'y - \hat{b}' X'y - \hat{a}' Z'y - \hat{c}' W'y - \hat{p}' T'y] / [N - r(x)]$$

$$\hat{\sigma}_a^2 = [\hat{a}' A^{-1} \hat{a} + \hat{\sigma}_e^2 \text{tr} (A^{-1} C^{22})] / q$$

$$\hat{\sigma}_c^2 = [\hat{c}' c + \hat{\sigma}_e^2 \text{tr} C^{33}] / s$$

$$\hat{\sigma}_p^2 = [\hat{p}' \hat{p} + \hat{\sigma}_e^2 \text{tr} C^{44}] / q \quad \text{em que:}$$

C^{22}, C^{33} and C^{44} advém de:

$$C^{-1} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} & C_{14} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} & C_{24} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} & C_{34} \\ C_{41} & C_{42} & C_{43} & C_{44} \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} C^{11} & C^{12} & C^{13} & C^{14} \\ C^{21} & C^{22} & C^{23} & C^{24} \\ C^{31} & C^{32} & C^{33} & C^{34} \\ C^{41} & C^{42} & C^{43} & C^{44} \end{bmatrix}$$

Dada a estrutura dos dados, a avaliação genética no guaranazeiro requer a análise conjunta dos parâmetros herdabilidade e repetibilidade, por ocasião da predição dos valores genotípicos.

Resultados e Discussão

Os resultados referentes à avaliação simultânea dos experimentos para o caráter produção de frutos frescos são apresentados na Tabela 3. Foram detectadas baixas magnitudes para herdabilidade individual no sentido amplo e repetibilidade individual ao nível de um ramete em uma safra (Tabela 3). Entretanto, a seleção clonal deve ser baseada em valores genotípicos preditos em função da média de clone em várias safras, várias repetições e vários rames. Neste caso, a herdabilidade e acurácia associadas à seleção clonal apresentaram magnitudes da ordem de 0,58 e 0,76, as quais são adequadas e propiciam a seleção.

As magnitudes relativamente baixas da herdabilidade e da repetibilidade estão de acordo com os resultados obtidos por Nascimento Filho et al. (2001b), via análise multivariada, os quais revelaram que a divergência genética entre os clones avaliados não é de grande magnitude. A repetibilidade de baixa magnitude concorda com os relatos de Nascimento Filho et al. (2000) sobre a significativa interação clones x anos para o mesmo caráter, indicando que o comportamento de clones não é consistente de um ano para outro. Assim, é necessário avaliar os clones por mais de um ano ou safra para que a seleção seja efetiva.

A repetibilidade ρ_m da média (de todos os rametes em todas as repetições) de clone em uma safra equivaleu a 0,54. Com base neste valor e na expressão $\{m/[1 + (m - 1)\rho_m]\}^{1/2}$, têm-se as seguintes eficiências da seleção com base em m safras em relação à seleção clonal usando uma só safra: 1,14; 1,20; 1,24; 1,26 e 1,27, para valores de m iguais a 2, 3, 4, 5 e 6 safras, respectivamente. Assim, mantendo-se o mesmo número ($n*b = 15$) de rametes por clone, recomenda-se a avaliação dos clones durante cinco safras, visando a maximização da acurácia seletiva. A baixa magnitude do coeficiente de determinação dos efeitos de parcela revela que parcelas de uma planta podem ser utilizadas com eficiência no melhoramento do guaranazeiro.

Empregando outros acessos, estimativas de maiores magnitudes foram obtidas para os parâmetros herdabilidade no sentido amplo e repetibilidade em outros caracteres do guaranazeiro. Escobar (1986) obteve as estimativas de 0,33; 0,33 e 0,31 para a herdabilidade individual no sentido amplo dos caracteres número de folhas, comprimento do ramo e número de ramos, respectivamente. Valois et al. (1979) obtiveram as estimativas de 0,77; 0,74; 0,66 e 0,74 para a repetibilidade individual dos caracteres tamanho da inflorescência, número de botões, número de frutos e número de sementes, respectivamente. Os valores genotípicos preditos associados aos 15 melhores clones encontram-se na Tabela 4.

De maneira geral, notou-se diferença entre os clones selecionados (metodologia REML/BLUP) e aqueles selecionados pela metodologia tradicional (Atroch et al., 2001). Deve-se ter preferência ao ordenamento de clones apresentado neste trabalho, em função da superioridade da metodologia empregada. Ganhos genéticos da ordem de 61% a 70% poderão ser obtidos com seleção e utilização dos cinco melhores clones em plantios comerciais. A análise realizada permitiu a seleção de clones com alta produtividade de frutos, que é o principal caráter de importância econômica.

Conclusões

Recomenda-se a avaliação dos clones durante cinco safras, visando à maximização da acurácia seletiva;

Parcelas de uma planta podem ser utilizadas com eficiência no melhoramento do guaranazeiro.

Deve-se ter preferência ao ordenamento de clones apresentado neste trabalho, em função da superioridade da metodologia empregada, que não confunde os efeitos genotípicos com os efeitos de ambiente;

Ganhos genéticos da ordem de 61% a 70% poderão ser obtidos com seleção e utilização dos 5 melhores clones em plantios comerciais.

Literatura Citada

- ATROCH, A.L.; NASCIMENTO FILHO, F.J. Avaliação do programa de melhoramento genético de guaranazeiro via seleção clonal. In.: **Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas**, 1. Goiânia: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2001. Disponível em CD.
- DUCKE, A. Diversidades dos guaranás. **Rodriguésia**, v.3, n.10, p.155-156, 1937.
- ESCOBAR, J.R. Estimativa de variação do número de flores femininas efetivas do guaranazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.12, p.1365-1371, 1985.
- ESCOBAR, J. R. Herdabilidade de alguns caracteres da fase juvenil de clones de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*). In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belem. **Anais...** Belém: CPATU, 1986. p. 285-293. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36).
- FARIAS NETO, J. T; RESENDE, M. D. V. de. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de componentes de variância e predição de valores genéticos em pupunheira (*Bactris gasipaes* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n.2, p. 320-324, 2001.
- MONTEIRO, M.Y. Antropogeografia do guaraná. **Cadernos da Amazônia**, Manaus: INPA, v.6, p.1-84, 1965.
- NASCIMENTO FILHO, F.J. do; ATROCH, A.L.; CRAVO, M. da S. **Melhoramento genético do guaranazeiro**; resultados de ensaios de avaliação de clones; fase produtiva 1985 a 1994. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. 54p. (Embrapa Amazônia Ocidental, Boletim de Pesquisa, 7).
- NASCIMENTO FILHO, F.J. do; GARCIA, T.B.; SOUZA, A.G.C.; SOUSA, N.R.; ATROCH, A.L. Recursos genéticos de guaraná. In: SOUSA, N.R.; SOUZA, A. das G.C. (Ed.). **Recursos fitogenéticos na Amazônia Ocidental**: conservação, pesquisa e utilização. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001a. P.128-141.
- NASCIMENTO FILHO, F.J. do; ATROCH, A.L.; SOUSA, N.R.; GARCIA, T.B.; CRAVO, M. da S.; COUTINHO, E.F. **Divergência genética entre clones de guaranazeiro**. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.3, p.501-506, 2001b.
- PAIVA, J. R. de; RESENDE, M. D. V. de; CORDEIRO, E. R. Avaliação do número de colheitas na produção de progênies de acerola, repetibilidade e herdabilidade de caracteres. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n.1, p. 102-107, 2001.
- PAIVA, J. R. de; RESENDE, M. D. V. de; CORDEIRO, E. R. Índice multi-efeitos (BLUP) e estimativas de parâmetros genéticos aplicados ao melhoramento da acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 6, p. 799 807, 2002.

RESENDE, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975p.

RESENDE, M. D. V. de; HIGA, A. R.; LAVORANTI, O. J. Predição de valores genéticos no melhoramento de *Eucalyptus* melhor predição linear. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...**, Curitiba: SBS, 1993. p. 144-147.

RESENDE, M. D. V. de; PRATES, D. F.; JESUS, A.; YAMADA, C. K. Estimação de componentes de variância e predição de valores genéticos pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML) e melhor predição linear não viciada (BLUP) em *Pinus*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 32/33, p. 18-45, jan./dez. 1996.

RESENDE, M. D. V. de; DIAS, L. A. S. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de parâmetros genéticos e predição de valores genéticos em espécies frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 1, p. 44-52, 2000.

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

Tabela 1. Altitude, latitude e longitude dos locais onde foram conduzidos os ensaios. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2002.

Local	Altitude (m)	Latitude (Sul)	Longitude (Oeste)
Manaus	50	3°8'	59°52'
Maués	18	3°20'	57°32'

Tabela 2. Nomes, locais de condução, anos de plantio, número de anos de avaliação e número de clones componentes dos ensaios de competição de clones de guaranzeiro conduzidos pela Embrapa Amazônia Ocidental, no período de 1985 a 1994, no Estado do Amazonas. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2002.

Ensaio	Local de Condução	Ano de plantio	No de anos de avaliação	Número de clones
ME83-10	Embrapa - Campo Experimental de Manaus	1983	9	7
ME83-14	Embrapa - Campo Experimental de Manaus	1983	8	11
ME84-06	Embrapa - Campo Experimental de Manaus	1984	8	26
ME84-12	Embrapa - Campo Experimental de Maués	1984	6	15
ME84-13	Embrapa - Campo Experimental de Maués	1984	6	16
ME84-14	Embrapa - Campo Experimental de Maués	1984	7	10
ME85-05	Fazenda Santa Helena, Grupo Antartica, Maués	1985	5	16
ME85-06	Embrapa - Campo Experimental de Manaus	1985	5	15
ME85-07	Embrapa - Campo Experimental de Manaus	1985	9	16
ME85-08	Embrapa - Campo Experimental de Manaus	1985	5	5
ME87-01	Fazenda Santa Helena, Grupo Antartica, Maués	1987	6	57
ME87-02	Fazenda Santa Helena, Grupo Antartica, Maués	1987	5	21
ME87-03	Embrapa - Campo Experimental de Manaus	1987	4	105

Tabela 3. Estimativas de componentes de variância e parâmetros genéticos para o caráter produção de frutos secos em guaranazeiro, a partir de testes clonais (13 experimentos) nos municípios de Maués-AM e Manaus-AM. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2002.

Parâmetro	Estimativa
Média Geral	4.828,09 g/planta
Variância genotípica entre clones	2.084.705,742
Variância ambiental entre parcelas	0,6233
Variância ambiental dentro de parcelas	29.360.235,29
Variância de ambiente permanente	3.493.845,75
Herdabilidade individual no sentido amplo	0,06
Repetibilidade individual	0,16
Coefficiente de determinação de ambiente permanente	0,10
Coefficiente de determinação dos efeitos de parcela	0,00
Herdabilidade da média de clone*	0,58
Acurácia na seleção de clones*	0,76

Tabela 4. Valores genotípicos preditos (VG) dos 15 melhores clones de guaranazeiro avaliados em Maués-AM e Manaus-AM, bem como estimativas de parâmetros associados: média geral (μ), efeito genotípico (g), números de blocos (b), de rametes por parcela (n) e de safras (m), coeficientes de determinação dos efeitos de parcela (C^2_1), de ambiente permanente (C^2_2), herdabilidade individual no sentido restrito (h^2_1), repetibilidade individual (r_1), herdabilidade da média de clone (h^2_{mc}) e acurácia seletiva (acurácia).

Clone	μ	G	VG	b	N	m	C^2_1	C^2_2	h^2_1	r_1	h^2_{mc}	Acurácia
850	4828,09	3382,77	8210,86	3	2	10	0	0,1	0,06	0,16	0,56	0,75
838	4828,09	3369,06	8197,15	3	3	4	0	0,1	0,06	0,16	0,50	0,71
831	4828,09	3.248,85	8076,94	3	2	4	0	0,1	0,06	0,16	0,45	0,67
871	4828,09	3067,20	7.895,29	3	2	10	0	0,1	0,06	0,16	0,56	0,75
300	4828,09	2940,75	7768,84	3	2	12	0	0,1	0,06	0,16	0,58	0,76
604	4828,09	2802,58	7630,67	3	3	5	0	0,1	0,06	0,16	0,53	0,73
882	4828,09	2249,49	7077,58	3	5	6	0	0,1	0,06	0,16	0,58	0,76
861	4828,09	2447,76	7075,85	3	2	10	0	0,1	0,06	0,16	0,56	0,75
691	4828,09	2123,89	6951,98	3	1	10	0	0,1	0,06	0,16	0,52	0,72
358	4828,09	2097,63	6925,72	3	4	8	0	0,1	0,06	0,16	0,59	0,77
849	4828,09	1966,73	6794,82	3	2	10	0	0,1	0,06	0,16	0,56	0,75
426	4828,09	1927,48	6755,57	3	3	8	0	0,1	0,06	0,16	0,58	0,76
196	4828,09	1892,26	6720,35	3	3	7	0	0,1	0,06	0,16	0,56	0,75
805	4828,09	1845,55	6673,64	3	2	4	0	0,1	0,06	0,16	0,49	0,70
815	4828,09	1826,62	6654,71	3	1	10	0	0,1	0,06	0,16	0,52	0,72

Avaliação do Programa de Melhoramento Genético do Guaranazeiro via Seleção Clonal

André Luiz Atroch¹ e Firmino José do Nascimento Filho²

O programa de melhoramento genético do guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*), coordenado pela Embrapa Amazônia Ocidental, iniciou em 1976 com a seleção fenotípica de matrizes, realização de cruzamentos bi-parentais e de autofecundações seguida da avaliação das respectivas progênes nos Campos Experimentais da Embrapa em Manaus e Maués, e em áreas de produtores.

Apartir do início da década de 80, os trabalhos foram direcionados para clonagem, por meio de estaquia, de plantas superiores (seleção clonal) provenientes dos experimentos de avaliação de progênes e de matrizes selecionadas em plantios comerciais nas áreas dos produtores.

O objetivo desse trabalho foi estimar o avanço genético obtido com o programa de melhoramento genético via seleção clonal do guaranazeiro no período de 1985 a 1994.

Nesse período, foram coletados 1.000 clones, procedentes dos municípios de Manaus, Iranduba e Maués, no Estado do Amazonas, cujas características edafoclimáticas encontram-se descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Características edafoclimáticas dos locais de origem dos clones utilizados no programa de melhoramento genético do guaranazeiro. Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus, 2001.

Municípios	Altitude (m)	Latitude (Sul)	Longitude (Oeste)	Tipo de Solo
Manaus	50	3°8'	59°52'	Latossolo Amarelo Muito Argiloso
Maués	18	3°32'	57°41'	Latossolo Amarelo Muito Argiloso
Iranduba	50	3°15'	60°20'	Latossolo Amarelo Argiloso

Os clones coletados foram divididos em séries, de acordo com a época e local de coleta, assim foram produzidas a série 100 (clones de número 100 a 199), série 200 (200 a 299), série 300 (300 a 399), série 400 (400 a 499), série 500 (500 a 599), série 600 (600 a 699), série 700 (700 a 799), série 800 (800 a 899) e série 900 (900 a 999).

Alguns desses clones não se estabeleceram, ou seja, suas estacas não enraizaram ou não sobreviveram no campo após o plantio definitivo. Os demais clones foram testados em vários experimentos de competição realizados em Manaus, Maués e Iranduba no estado do Amazonas.

¹Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa Amazônia Ocidental, Caixa Postal 319, CEP69011-970, Manaus, AM. atroch@cpaa.embrapa.br

²Eng. Agrôn., D.Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Amazônia Ocidental.

Apoio financeiro: Embrapa

Foram avaliados sete clones da série 100, trinta e oito da série 200, cinquenta e dois da série 300, doze da série 400, nove da série 500, setenta e um da série 600, quarenta e quatro da série 700, setenta e nove da série 800 e oito da série 900, totalizando 230 clones. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três ou quatro repetições dependendo do ensaio. Os espaçamentos utilizados nos experimentos foram 6,00 x 4,00 m e 5,00 x 5,00 m, com cinco a seis plantas por parcela. Os tratos culturais utilizados foram os usuais da cultura, recomendadas no sistema de produção, tendo sempre o objetivo de manter as plantas do experimento bem nutridas, livre de pragas e da competição com as plantas daninhas.

Inicialmente foi realizada uma análise de variância utilizando-se o Proc Glm do SAS, de acordo com o seguinte modelo:

$$y_{ij} = m + s_i + a_j + (sa)_{ij} + e_{ij} \text{ em que,}$$

y_{ij} : valor observado da série i no ambiente j ;

m : média geral;

s_i : efeito fixo da série i ($i = 1, 2, \dots, 9$);

a_j : efeito fixo do ambiente j ($j = 1, 2, \dots, 13$);

$(sa)_{ij}$: efeito da interação da série i com o ambiente j ;

e_{ij} : erro experimental.

Nesse trabalho o ambiente foi formado pela média dos clones dentro dos ensaios em um determinado período de anos. Na cultura do guaranazeiro a introdução de materiais faz-se em diversos experimentos que são avaliados durante um determinado período de tempo,

geralmente cinco anos, implicando em genótipos diferentes de um experimento para outro com exceção das testemunhas. Ao contrário dos programas de melhoramento genético das culturas anuais, em que são introduzidos novos genótipos a cada ano e mantidos outros que são avaliados conjuntamente.

Utilizou-se as médias dos clones dentro de cada série para o cálculo da variação entre séries.

O método dos quadrados mínimos foi utilizado para estimar o progresso genético obtido com a seleção clonal do guaranazeiro, de acordo com o seguinte modelo;

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1} \cdot X'Y, \text{ onde:}$$

β : Vetor dos parâmetros m (média) e g (ganho genético por ciclo de coleta) a serem estimados;

$(X'X)^{-1}$: Matriz inversa generalizada de $X'X$;

X : Matriz dos coeficientes do modelo adotado;

X' : Matriz transposta de X ;

Y : Vetor das médias ajustadas para o efeito de séries;

Foi calculado o coeficiente de determinação genética (b), conforme a fórmula:

$$b(\%) = [(QMTs - QMResíduo)/QMTs] \cdot 100, \text{ em que, } QMTs : \text{ Quadrado médio dos tratamentos (séries); } QMResíduo : \text{ Quadrado médio do resíduo da análise de variância.}$$

A análise de variância revelou que não existiu diferenças significativas, pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade, entre as séries clonais, sendo que a série mais produtiva foi a série 500 (Tabela 2) composta de nove clones.

A média geral foi de 4195 gramas de frutos frescos por planta, o que corresponde a 700 gramas de sementes secas por planta. Isso significa que os clones selecionados apresentam uma produtividade sete vezes maior do que as variedades de polinização aberta utilizadas atualmente pelos produtores de guaraná no Amazonas. O coeficiente de variação de 48,91% é considerado de média precisão para a característica produtividade na cultura do guaranazeiro (Tabela 2).

O coeficiente de determinação genética foi de 65% (Tabela 2), estimativa de magnitude moderada, o que é esperado, pois a produtividade é uma característica grandemente influenciada pela variação do ambiente.

O progresso genético obtido com a seleção clonal foi de 0,96%, o que é um

valor baixo. Desse modo, a estratégia de seleção fenotípica de matrizes e clonagem mostrou-se ser limitada quanto ao ganho genético. Nesse caso, deve ser realizada com maior rigor sob pena de estar-se selecionando ambiente e não genótipo. A seleção recorrente utilizando famílias de meios irmãos seguida da clonagem dos melhores indivíduos dentro das famílias poderia evitar esse problema pela melhor avaliação do potencial genético das famílias em mais de um ambiente.

Tabela 2. Médias de produtividade (g/planta), Coeficiente de determinação genético (b) e progresso genético com a seleção de clones de guaranazeiro. Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus, 2001.

Série	Produtividade
500	4803
300	4779
800	4685
400	4672
900	4414
600	4224
200	3640
100	3606
700	2857
Média Geral	4195
Valor crítico da amplitude estudentizada	4421
C.V. (%)	48,91
b(%)	65
Progresso Genético (%)	0,96

Correlação entre as Fases de Desenvolvimento Vegetativo Inicial no Campo e Adulta num Ensaio de Clones Guaraná (*Paullinia cupana* var. *Sorbilis*) e Identificação das Melhores Safras e Clones mais Produtivos

Edmilson de Araújo Silva¹; Firmino José do Nascimento Filho²

Introdução

Firmino José do Nascimento Filho comenta o sexto experimento de melhoramento, implantado no mês de março do ano de 1985 (ME-85-06) e realizado no campo experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, localizado no km 29 da rodovia AM 010, no município de Manaus, Estado do Amazonas:

“Os dados de competição de clones de guaraná compreende os dados de desenvolvimento vegetativo inicial no campo, assim denominado, por tratar-se de uma planta clonada, e de produção, originados num experimento constituído de quinze clones de guaraná, dispostos num delineamento aleatorizado em blocos, com quatro repetições e cinco plantas por parcela, totalizando vinte plantas por clone e trezentas plantas no experimento, com as observações dos dados realizadas de 27 março 1985 a 25 janeiro de 1994”¹.

Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi o de detectar as possíveis correlações entre CRP, NF e NR e a variável média da produção total (MPPLANTA) e, também, identificar as melhores safras e o clone mais produtivo.

Correlação entre as Fases de Desenvolvimento Vegetativo Inicial no Campo e Adulta num Ensaio de Clones Guaraná (*Paullinia cupana* Var. *sorbilis*)

Os Quadros 2.1, 2.2 e 2.3 apresentam os Valores-p e as estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson (r) entre as variáveis CRP, NF, NR e a variável média da produção total (em gramas) de sementes verdes das plantas de guaraná nas parcelas (MPPLANTA), em cada um dos quatro blocos para os quinze clones nas safras de 1985/86 a 1993/94.

“As primeiras colheitas ocorreram em janeiro de 1986 ocasionando a primeira produção. Em 27 de março de 1985 foram medidos o comprimento do ramo principal (CRP) ao zero mês e feita a contagem do número de ramos (NR) e de folhas (NF) também ao zero mês. Em setembro de 1985 essas medidas foram novamente tomadas nestas variáveis aos seis meses. Na safra 1985/86, não se calculou o coeficiente de correlação para as variáveis CRP, NR e NF aos doze e dezoito meses, devido a primeira safra ter ocorrido em janeiro de 1986.

¹Professor Adjunto do Departamento de Estatística da Universidade Federal do Amazonas

²Eng. Agrôn., D.Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Amazônia Ocidental.

Aos dezoito meses no experimento de campo, não se pode observar o comprimento do ramo principal, devido as plantas apresentarem o mesmo tamanho com relação aos comprimentos dos ramos”.

As estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson (r) com seus respectivos níveis descritivos (ou "Valores-p") são observados nos Quadros 2.1, 2.2 e

2.3.

As estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson (r) entre a variável CRP e a variável MPPLANTA (em gramas), para as safras 1985/86, 1992/93 e 1993/94 aos seis meses, observadas no Quadro 2.1, apresentam níveis descritivos iguais 0,0263, 0,0005 e 0,0507, respectivamente.

Quadro 2.1. Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson (r) entre a variável CRP e a variável MPPLANTA (em gramas) e os Valores-p correspondentes.

Safras	Número de Meses							
	0 Meses		6 Meses		12 Meses		18 Meses	
	r	Valor-p	r	Valor-p	r	Valor-p		
1985/86	0,3676	0,1776	0,5706	0,0263	-	-	-	-
1986/87	0,3001	0,2772	0,1788	0,5237	0,4529	0,0900	-	-
1987/88	0,3140	0,2544	0,1265	0,6534	0,2801	0,3120	-	-
1988/89	0,1361	0,6288	0,0826	0,7697	0,3675	0,1779	-	-
1989/90	-0,0232	0,9347	-0,1908	0,4959	0,1870	0,5046	-	-
1990/91	-0,0784	0,7813	0,2196	0,4316	0,3885	0,1524	-	-
1991/92	0,2205	0,4297	-0,0075	0,9789	-0,0644	0,8195	-	-
1992/93	0,1796	0,5219	0,7866	0,0005	0,7553	0,0011	-	-
1993/94	-0,0337	0,9052	0,5127	0,0507	0,5538	0,0322	-	-

Para o Valor-p = 0,0027 correspondente a $r = 0,71541$, observado no Quadro 2.2, safra de 1989/90, existe associação entre as variáveis, número de folhas (NF) a zero mês e MPPLANTA.

Para safra de 1985/86, $r = 0,76120$ com Valor-p = 0,0010 observado no Quadro 2.3, somente para essa safra, se verifica a existência de associação entre as variáveis,

número de ramos (NR) a zero mês e MPPLANTA.

Para a safra 1993/94, a estimativa do coeficiente de correlação de Pearson para a variável número de ramos a zero mês é igual a 0,16876, com nível descritivo ou Valor-p igual a 0,5477, conforme pode ser visto no Quadro 2.3.

Quadro 2.2. Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson (r) entre a variável NF e a variável MPPLANTA (em gramas) e os Valores-p correspondentes.

Safras	Número de Meses							
	0 Meses		6 Meses		12 Meses		18 Meses	
	r	Valor-p	r	Valor-p	r	Valor-p	r	Valor-p
1985/86	0,1113	0,6930	0,4288	0,1107	-	-	-	-
1986/87	0,3822	0,1598	0,3072	0,2653	0,5656	0,0280	0,4857	0,0664
1987/88	0,4509	0,0917	0,3014	0,2750	0,3679	0,1772	0,3659	0,1799
1988/89	0,6176	0,0142	0,3147	0,2534	0,4932	0,0617	0,4435	0,0978
1989/90	0,7154	0,0027	0,4473	0,0946	0,5098	0,0522	0,4232	0,1160
1990/91	0,2197	0,4313	-0,1079	0,7018	0,0871	0,7577	-0,0731	0,7957
1991/92	0,5413	0,0372	0,1377	0,6244	0,0265	0,9254	-0,0630	0,8234
1992/93	-0,3376	0,2184	-0,1696	0,5456	0,0158	0,9555	-0,0354	0,9004
1993/94	-0,5353	0,0397	-0,3947	0,1454	-0,2565	0,3560	-0,2970	0,2824

Quadro 2.3. Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson (r) entre a variável NR e a variável MPPLANTA (em gramas), em cada um dos quatro blocos para os quinze clones nas safras de 1985/86 a 1993/94 e os Valores-p correspondentes.

Safras	Número de Meses							
	0 Meses		6 Meses		12 Meses		18 Meses	
	r	Valor-p	r	Valor-p	r	Valor-p	r	Valor-p
1985/86	0,7612	0,0010	0,3839	0,1577	-	-	-	-
1986/87	0,1837	0,5123	0,1216	0,6660	0,3615	0,1855	0,2711	0,3284
1987/88	-0,0123	0,9654	0,0995	0,7242	0,2313	0,4068	0,1804	0,5200
1988/89	0,1418	0,6141	0,1354	0,6305	0,4758	0,0730	0,3247	0,2377
1989/90	0,0507	0,8576	0,1422	0,6131	0,5161	0,0489	0,3820	0,1600
1990/91	0,0828	0,7693	-0,3368	0,2196	-0,0030	0,9914	-0,1690	0,5472
1991/92	-0,2169	0,4375	-0,3341	0,2235	-0,0160	0,9549	-0,1564	0,5779
1992/93	0,3475	0,2045	0,1498	0,5940	-0,0199	0,9440	-0,0585	0,8359
1993/94	0,1688	0,5477	-0,1397	0,6195	-0,3577	0,1905	-0,3440	0,2093

Para o Valor-p correspondente a $r = 0,71541$, observado no Quadro 2.2 safra de 1989/90, se verifica a existência de associação entre as variáveis, número de folhas (NF) a zero mês e MPPLANTA. Já para safra de 1985/86, $r = 0,76120$ com Valor-p = 0,0010 observado no Quadro 2.3, se verifica somente para essa safra, a existência de associação entre as variáveis, número de ramos (NR) a zero mês e a variável MPPLANTA.

Para a safra 1993/94, a estimativa do coeficiente de correlação de Pearson para a variável número de ramos a zero mês e a variável MPPLANTA é igual a 0,16876, com nível descritivo ou Valor-p igual a 0,5477.

Denomina-se nível descritivo, ao

menor nível de significância que determina a rejeição da hipótese de nulidade $H_0: \rho = 0$, de uma população normal bivariada.

Identificação das Melhores Safras e dos Clones de Guaraná mais Produtivos

Com os dados da produção total (em gramas) de sementes verdes das plantas de guaraná nas parcelas (PPLANTAS), em cada um dos quatro blocos para os quinze clones, construiu-se uma análise de variância (ANOVA) visando determinar a melhor safra e o clone mais produtivo. Para alcançar o objetivo proposto utilizou-se o método de Tukey para comparação de duas médias, com os resultados apresentados nos Quadros 3.1 e 3.2.

Quadro 3.1. Comparações múltiplas através do método de Tukey para os dados das produções dos quinze clones de guaraná nas parcelas dos blocos I, II, III e IV, apresentadas na ordem decrescente das estimativas das médias e em correspondência as melhores safras.

Grupos de comparaçõespor Tukey	Médias (gramas)	N	Safra
A	61.795	60	1991/92
B	45.906	60	1990/91
C	31.234	60	1988/89
C			
C	26.488	60	1989/90
D	16.740	60	1993/94
D			
E D	12.147	60	1987/88
E			
E F	2.996	60	1986/87
E F			
E F	2.902	60	1992/93
F			
F	374	60	1985/86

O método de Tukey tem por base a diferença mínima significativa representada por Δ e, neste caso igual 9.707,2 com a amplitude total estudentizada no nível $\alpha = 5\%$ de significância, $q = 4,411$, graus de liberdade do resíduo = 402 e $QMR_{\text{resíduo}} = 2,9063E8$.

As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo método de Tukey a 0,05 de probabilidade.

As melhores safras foram as de 1991/92, 1990/91, 1988/89 com 61.795 gramas, 45.906 gramas e 31.234 gramas, respectivamente.

Quadro 3.2. Comparações múltiplas através do método de Tukey para os dados das produções dos quinze clones de guaraná nas parcelas dos blocos I, II, III e IV, apresentadas na ordem decrescente das estimativas das médias e em correspondência os melhores clones.

Grupos de comparaçõespor Tukey	Médias (gramas)	N	Clone
A	39.313	36	CMU608
A			
B A	29.902	36	CMU607
B A			
B A	29.853	36	CMU612
B A			
B A C	25.783	36	CMU385
B C			
B D C	24.181	36	CMU505
B D C			
B E D C	23.991	36	CMU611
B E D C			
B E D C	23.971	36	CMU610
B E D C			
B E D C	23.952	36	CMA224
B E D C			
B E D C	21.224	36	CMU613
B E D C			
B E D C	20.735	36	CMU609
B E D C	18.642	36	CMU605
B E D C			
B E D C	17.315	36	CMU601
E D C			
E D C	12.943	36	CMU604
E D			
E D	12.041	36	CMU602
E			
E	10.454	36	CMU606

Para os mesmos valores de α , do graus de liberdade do resíduo, do QMResíduo e a da amplitude total estudentizada, com a diferença mínima significativa igual a 13.713, tem-se entre outras, a seguinte conclusão:

Apenas o clone CMU608 difere de todos os outros pelo método de Tukey a 0,05 de probabilidade.

Conclusões

Somente para as safras 1985/86, 1992/93 para o CRP aos 6 meses e 1992/93 também aos 12 meses e a variável MPPLANTA, existe associação entre as variáveis descritas. Para as demais safras não se verifica associação entre as variáveis.

Para as safras 1988/89, 1989/90, 1991/92, 1993/94 para o NF ao zero mês e 1986/87 aos 12 meses e a variável MPPLANTA, existe associação entre as variáveis.

Para as safras restantes não se observa associação entre essas variáveis.

Apenas para safra 1985/86 o NR ao zero mês e a variável MPPLANTA existe associação entre essas variáveis.

A safra que apresentou a melhor produção foi a do ano 1991/92 seguida da safra ocorrida em 1990/91 e as três piores safras foram de 1985/86, 1986/87 e 1992/93.

Os clones mais produtivos em ordem decrescente foram os seguintes: CMU608, CMU607, CMU612, CMU385, CMU505, CMU611, CMU610, CMA224, CMU613, CMU609, CMU605, CMU601, CMU604, CMU602 e CMU606.

Literatura Citada

CAMPOS, H. *Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar*. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1984. 292p.

SILVA, E.A. A influência do clima na produção de clones de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) no município de Manaus, Amazonas. Botucatu, 2001. 77p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista.

SINGER, J.M., BARBOSA, M.C.S. Relatório de análise estatística sobre o projeto: *Produtividade de Variedades Genéticas de Guaraná*. São Paulo, IME-USP, 1999 40p. (RAE-CEA-9921).

Divergência Genética entre Clones de Guaranazeiro

Firmino José Do Nascimento Filho¹, André Luiz Atroch¹, Nelcimar Reis De Sousa¹, Terezinha Batista Garcia¹,
Manoel Da Silva Cravo¹, Enilton Fick Coutinho¹

Genetic Divergence Between Clones of Guaraná

ABSTRACT - The multivariate technical to estimate the genetic diversity of a group of progenitors has been used frequently by plant breeders. These progenitors being used in biparental or multiple crossings to formation segregating populations that have larger probability to recovery superior genotypes. This work was accomplished with objective to identify clones of guaraná with high production and divergent both that can be used in a crossing program, seeking obtain hybrids with high heterosis, as well as, materials for vegetative propagation. It was studied 148 clones of guaraná in relation to the main branch length, branches number and leaves number, at 12 months age and dry seeds production in kilograms per plant, six years average. For estimate the genetic divergence was used the cluster analysis, in that the measure of dissimilarity utilized was euclidiana average standardized distance and the Tocher's method of grouping and single linkage method to make a dendrogram between groups of clones. There was formation of seven divergent groups. The clones genetic divergence is not larger, because have been formed two groups with two clones and three groups with one clone. The formation of segregating populations, starting from biparental and multiple crossings between clones with high yield of each group, would increase the probability to appear superior hybrid combinations. The clones CMU384 and CMU801 were genetically closest and it could be used to form a population with uniform vegetative development for use in commercial plantations.

Index terms: *Paullinia cupana var. sorbilis*, guaraná, genetic distance, breeding

Introdução

O conhecimento da diversidade genética entre um grupo de progenitores é de grande importância para qualquer programa de melhoramento genético. Isto porque é necessário identificar combinações híbridas de maior efeito heterótico, em cujas descendências tenha-se maior probabilidade de recuperação de genótipos superiores (Cruz e Regazzi, 1997). Além disso, as medidas de distância genética têm sido úteis na avaliação de acessos em bancos de germoplasma, no estabelecimento das relações entre a diversidade genética e geográfica e também, para evitar a vulnerabilidade genética das culturas.

¹Pesquisador Embrapa Amazônia Ocidental. C.P. 319, CEP. 69011-970 Manaus, Amazonas. firmino@cpaa.embrapa.br

A utilização de técnicas multivariadas, para estimar a divergência genética, tem-se tornado comum entre os melhoristas de plantas. Dentre elas, as mais empregadas são: a análise por componentes principais, quando os dados são obtidos de experimentos sem repetições; a análise por variáveis canônicas, quando os dados são obtidos de experimentos com repetições e, por último, os métodos de agrupamento, cuja aplicação depende da utilização de uma medida de dissimilaridade previamente estimada (Machado, 1999).

Dentre as medidas de dissimilaridade, a distância euclidiana e a distância D^2 de Mahalanobis são as mais utilizadas nos programas de melhoramento genético. Um dos inconvenientes apresentados pela distância euclidiana, é o fato dela ser alterada com a mudança de escala de medições, com o número de caracteres estudados e não levar em conta o grau de correlação entre os mesmos. No entanto, para contornar o problema de escala, tem sido recomendado a padronização dos dados, e, para contornar a influência do número de caracteres, utiliza-se a distância euclidiana média (Cruz e Regazzi, 1997).

A análise de agrupamento, segundo Cruz e Regazzi (1997), tem por finalidade reunir, por algum critério de classificação, os progenitores (ou qualquer outro tipo de unidade amostral) em vários grupos, de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos.

Com a possibilidade da clonagem pelo método da estaquia, a estratégia de melhoramento genético utilizada na cultura do guaraná, tem sido a seleção clonal, ou seja, plantas superiores de diversas populações são propagadas assexuadamente. Estes clones são avaliados em ensaios de competição e os melhores são recomendados para plantio comercial. Entretanto, esta estratégia pode ter como consequência a limitação da diversidade genética, suscetibilidade dos genótipos a fatores bióticos e abióticos em face da uniformidade do plantio e a redução da possibilidade de ganhos adicionais futuros nos programas de seleção, uma vez que o melhorista passa a manejar um “pool” gênico de tamanho limitado. Duas alternativas são viáveis para ampliar a variabilidade genética no guaraná: uso da seleção recorrente e hibridação, visando a obtenção de variedades ou híbridos superiores.

Em um programa de hibridação, a escolha dos progenitores é o passo fundamental para o sucesso do programa. Estes progenitores devem apresentar bom desempenho e grande divergência genética, sob o risco de não se ampliar variabilidade genética suficiente para obter-se ganhos com a seleção.

O presente trabalho teve como objetivo identificar clones que possam ser utilizados em um programa de cruzamentos bi-parentais ou cruzamentos múltiplos, visando obtenção de híbridos com alto valor heterótico, bem como, materiais para propagação vegetativa.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado na Embrapa Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (CPAA), em Manaus, AM. Os dados foram coletados em 148 clones de guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*), em experimentos de competição de clones e no Banco Ativo de Germoplasma, instalados no Campo Experimental de Manaus, localizado a uma latitude de 03°08'05S, longitude de 60°01'W de GRT e numa altitude de 50 m acima do nível do mar; tipo climático Afi da classificação de Köppen (clima tropical chuvoso), caracterizado por apresentar temperatura média do mês mais frio nunca inferior a 18°C, e a precipitação pluviométrica do mês mais seco, acima de 60 mm (Boletim...1998).

As características utilizadas para o cálculo da divergência genética foram o comprimento do ramo principal aos 12 meses de idade (CRP), o número de ramos aos 12 meses de idade (NR), o número de folhas aos 12 meses de idade (NF) e a produção de sementes torradas (PROD), em kg/planta (média de seis anos de avaliação).

A divergência genética foi estimada por análise de agrupamento, em que a medida de dissimilaridade utilizada foi a distância euclidiana média padronizada e o método de agrupamento, o de otimização de Tocher. A formação dos grupos teve como critério o valor máximo da medida de dissimilaridade encontrado no conjunto das menores distâncias envolvendo cada progenitor.

A padronização dos dados foi realizada, de acordo com Cruz e Regazzi (1997), por: $x_{ij} = \frac{X_{ij}}{S(X_j)}$ em que $S(X_j)$ é o desvio-padrão dos dados do j-ésimo caráter, então $d_{ii'} = \sqrt{1/n \sum_j (x_{ij} - x_{i'j})^2}$ é a distância euclidiana média baseada em dados padronizados e n é o número de caracteres analisados em que: x_{ij} é a observação no i-ésimo progenitor ($i=1,2,\dots,p$), em referência ao j-ésimo caráter ($j=1,2,\dots,n$) estudado.

Foi utilizado o programa GENES (Cruz, 1997), para realização das análises de divergência genética. Após a formação inicial dos grupos foi realizada uma análise de variância entre e dentro de grupos, para cada característica, utilizando o procedimento General Linear Model (GLM) do programa SAS.

Também utilizou-se o método do vizinho mais próximo para formação de um dendrograma entre os grupos de clones, por meio do programa MAPGEN, da Universidade Federal de Lavras (Minas Gerais).

Resultados e Discussão

Os clones avaliados, bem como as médias originais para os caracteres CRP, NR, NF e PROD, encontram-se na Tabela 1. A Tabela 2 resume os resultados das estimativas das distâncias genéticas dos 148 clones. Os clones mais distantes geneticamente foram CMA247 e CMU687, e os mais próximos, CMU384 e CMU801. As estimativas das distâncias genéticas permitiram a formação de sete grupos distintos, pelo método de Tocher (Tabela 3). Este resultado indica que a divergência genética entre os clones, atualmente em uso no programa de melhoramento genético do guaranazeiro da Embrapa Amazônia Ocidental, não é grande, pois dois grupos foram formados com dois clones e três grupos foram formados somente com um único clone. Concentrando-se a maioria dos clones em dois grupos.

Isto pode ser explicado pelo fato de que, as coletas de ramos de matrizes para formação dos clones foi restrita aos municípios de Manaus, Maués e Iranduba, no Estado do Amazonas, não sendo suficientes para representar a diversidade genética da cultura. Ou, que a diversidade geográfica não está correlacionada com a diversidade genética, fato confirmado pela existência de clones de origens geográficas diferentes que foram classificados no mesmo grupo de divergência genética e, clones da mesma origem geográfica classificados em grupos diferentes.

Cruz (1990), relata que a escolha de progenitores para cruzamentos tem sido feita, algumas vezes, tomando-se a diversidade geográfica como indicador da diversidade genética. Porém este critério tem recebido críticas, pelo fato de não quantificar a divergência entre as populações e, em muitos casos, por não existir relação entre a divergência genética e a diversidade geográfica.

Murty e Arunachalam (1966) e Upadhyay e Murty (1970), citam que a deriva genética e a seleção em vários ambientes podem causar maior diversidade que a distância geográfica. Além disso, atualmente, as trocas de germoplasma de várias espécies entre pesquisadores e instituições, causam perdas de individualidade e ocorrência de tipos particulares nas regiões em virtude da interferência humana (Cruz, 1990).

A origem e evolução do guaranazeiro, bem como sua domesticação pelos índios amazônidas, e a seleção artificial realizada por instituições de pesquisa, corroboram os resultados obtidos neste trabalho.

Conforme Ducke (1937), a cultura do guaranazeiro propagou-se das suas origens do alto Orenoco e alto Rio Negro venezuelano, para o baixo Rio Negro, onde está estabelecida a sua maior área de cultivo, a região de Maués no Amazonas, delimitada pelos Rios Madeira, Maués e Paraná dos Ramos. Entretanto, Cavalcante (1967) é da opinião de que o possível centro de origem do guaranazeiro seria o município de Santarém, Pará, por ter sido encontrado em estado provavelmente “expontâneo” em uma mata virgem da região.

A estimativa da divergência genética na cultura do guaranazeiro apresenta duas vantagens, segundo Nascimento Filho et al., (1992): a identificação de progenitores com máxima divergência genética, destinados a cruzamentos; e a identificação de progenitores produtivos com máxima similaridade genética, destinados a propagação vegetativa.

Os resultados obtidos indicam que, para obter-se populações segregantes com possibilidades de superioridade sobre os pais, a partir de cruzamentos bi-parentais, os clones mais produtivos de cada grupo deveriam ser inter cruzados. Entretanto, o fato de dois genitores serem divergentes não implica em superioridade de seus híbridos, conforme Ferreira (1993), em milho. Por outro lado, Oliveira (1995) relata que, a média de uma população segregante depende da frequência dos locos fixados com alelos favoráveis e da frequência de locos em heterozigose. Quando os genitores utilizados são adaptados, a frequência de locos favoráveis é alta.

Os clones utilizados são materiais com alta frequência de locos em heterozigose, porém não se pode afirmar que exista uma alta frequência de locos com alelos favoráveis fixados, pois a clonagem foi realizada em plantas matrizes cuja população não tinha sido melhorada, e que a expressão fenotípica poderia estar sendo grandemente influenciada pelo ambiente. Entretanto, a formação de populações segregantes, a partir de cruzamentos bi-parentais ou múltiplos, entre os melhores clones de cada grupo, aumentaria a probabilidade de surgimento de combinações híbridas superiores.

Em relação à propagação vegetativa, principalmente aqueles clones geneticamente mais próximos, como é o caso dos clones CMU384 e CMU801, poderiam ser utilizados para formação de uma população com desenvolvimento vegetativo uniforme e de base genética não restrita a uma única fonte, ou seja, um "pool" clonal, para plantio em condições comerciais.

Observa-se na Tabela 4 que existe variabilidade genética entre os grupos formados pelo método de Tocher para as quatro características consideradas na avaliação. Portanto, existe possibilidade de ganhos com a seleção de progênies provenientes de cruzamentos entre clones de grupos distintos.

O dendrograma (Fig. 1) formado pelo método do vizinho mais próximo, a partir das distâncias genéticas entre os grupos, permite visualizar que os grupos 1, 4 e 5, são muito próximos e podem ser considerados como um único grupo.

Conclusões

1. A divergência genética dos clones atualmente em uso no programa de melhoramento genético do guaranazeiro da Embrapa - CPAA não é grande.

2. A formação de populações segregantes, a partir de cruzamentos bi-parentais ou múltiplos, entre os clones mais produtivos de cada grupo, aumenta a probabilidade de surgimento de combinações híbridas superiores

3. Os clones CMU384 e CMU801, são os mais próximos geneticamente e podem ser utilizados na formação de uma população com desenvolvimento vegetativo uniforme para uso em plantios comerciais.

Literatura Citada

BOLETIM AGROMETEOROLÓGICO.

Manaus: Embrapa - CPAA, 1998. 23p.

CAVALCANTE, P.B., 1967. O guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) em estado provavelmente espontâneo, no planalto de Santarém, Pará. Belém, **Boletim do Museu Goeldi**, n.26, jan. 1967.

CRUZ, C.D. **PROGRAMA GENES: aplicativo computacional em genética e estatística.** Viçosa: UFV, 1997. 442p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** 2. ed. Viçosa: UFV, 1997. 390p.

CRUZ, C. D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas.** Piracicaba: ESALQ, 1990. 188p. (Tese Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).

DUCKE, A. Diversidade dos guaranás. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, p.155-156, 1937.

FERREIRA, D.F. Métodos de avaliação da divergência genética em milho e suas relações com os cruzamentos dialélicos.

Lavras: UFLA, 1993. 72p. (Dissertação Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).

MACHADO, C.F. Procedimentos para a escolha de genitores de feijão.

Lavras: UFLA, 1999. 118p. (Dissertação Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).

MURTY, B.R.; ARUCHANALAM, V. The nature of genetic divergence in relation to breeding system in crop plants. **Indian J. Genet.**, New Delhi, v.26, p.188-189, 1966.

UPADHYAY, M.K.; MURTY, B.R. Genetic divergence in relation to geographical distribution in pearl millet. **Indian J. Genet.**, New Delhi, v.30, p.704-715, 1970.

NASCIMENTO FILHO, F.J. do; CRUZ, C.D.; GARCIA, T.B. Divergência genética em plantas jovens de guaranazeiro e possibilidades de melhoramento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.12, p.1571-1577, dez.1992.

OLIVEIRA, L.B. Alternativas na escolha dos parentais em um programa de melhoramento do feijoeiro.

Lavras: UFLA, 1995. 60p. (Dissertação Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).

Tabela 1. Médias de comprimento do ramo principal (CPR), em cm, número de ramos (NR) e número de folhas (NF), aos 12 meses de idade, e produção de sementes torradas, em kg/planta (PROD), de 148 clones de guaranzeiro. Embrapa - CPAA, Manaus, 1999.

Clone1	CPR	NR	NF	PROD	Clone	CPR	NR	NF	PROD	Clone	CPR	NR	NF	PROD
CMA183	93,80	9,10	24,40	0,60	CMA351	35,80	3,90	11,80	0,43	CMU385	135,70	6,00	35,00	1,33
CMA189	64,80	6,00	24,00	1,16	CMA358	74,00	7,00	21,30	1,28	CMU387	39,40	6,00	16,30	0,84
CMA190	32,00	4,40	13,70	0,44	CMA366	115,70	7,40	30,90	0,57	CMU388	63,10	6,00	20,00	1,02
CMA191	17,50	2,90	11,50	0,62	CMA367	52,50	13,70	12,80	0,24	CMU389	61,70	4,00	15,00	1,53
CIR196	99,20	6,00	25,00	1,12	CMA368	72,10	9,60	27,30	0,59	CMU390	34,80	3,50	9,90	0,80
CIR201	52,20	5,50	15,40	0,79	CMA369	66,30	8,20	31,60	0,62	CMU391	67,50	6,20	20,50	0,35
CIR202	13,30	3,40	16,00	0,89	CMA370	58,40	7,70	29,30	0,85	CMU393	61,80	6,70	24,80	0,27
CIR203	52,50	2,70	17,00	0,54	CMA371	96,30	9,10	42,30	0,80	CMU394	47,70	3,60	18,50	0,44
CIR212	82,40	7,40	31,90	0,32	CMA372	38,30	4,10	9,60	1,05	CMU396	50,30	4,60	17,40	0,61
CIR213	65,10	2,90	17,70	0,40	CMA374	82,70	9,20	39,90	0,59	CMU397	61,10	6,32	26,30	0,95
CIR215	95,60	5,00	20,00	1,51	CMA426	98,90	7,90	26,30	1,30	CMU399	41,00	7,50	22,30	0,17
CIR217	82,10	4,00	25,00	1,14	CMA427	82,10	4,70	21,30	0,56	CMU501	66,50	4,50	23,90	0,33
CIR220	97,80	7,50	34,50	0,44	CMA431	112,50	10,30	46,30	0,50	CMU502	54,60	2,80	10,60	1,00
CMA222	143,00	8,77	41,00	1,10	CMA433	107,50	7,00	36,10	0,47	CMU503	35,90	3,50	13,10	0,53
CMA223	89,40	8,00	24,00	1,30	CMA436	80,80	5,40	21,70	0,33	CMU504	30,00	2,90	9,80	0,60
CMA224	130,88	10,00	48,00	1,04	CMA437	89,40	5,10	20,40	0,46	CMU505	65,50	2,88	11,00	0,98
CMA225	153,63	11,00	54,00	1,28	CMA514	76,00	3,60	16,70	0,54	CMU601	97,60	4,80	23,20	1,03
CMA227	173,31	10,00	54,00	1,54	CMU174	64,80	7,70	18,30	0,29	CMU605	84,90	5,00	19,00	1,17
CMA228	147,76	11,00	54,00	1,17	CMU259	80,60	8,90	30,90	0,55	CMU607	58,00	3,00	13,00	0,85
CMA229	124,40	8,40	31,10	1,20	CMU263	67,30	3,80	16,80	0,89	CMU608	121,00	7,00	33,00	2,04
CMA242	99,40	14,40	32,90	0,60	CMU268	57,00	3,90	15,40	0,62	CMU609	126,00	3,75	24,00	1,28
CMA247	157,20	14,00	85,00	1,53	CMU300	39,00	4,13	14,00	1,06	CMU610	89,12	4,00	16,10	1,26
CMA274	130,50	10,00	42,00	1,16	CMU375	57,60	4,60	24,70	0,87	CMU611	133,30	13,00	47,00	1,22
CMA276	137,14	11,00	48,00	1,17	CMU376	57,00	5,97	24,30	0,13	CMU612	92,00	8,00	26,00	1,62
CMA280	84,40	8,40	22,60	0,54	CMU377	53,40	4,30	12,20	0,94	CMU613	117,00	10,00	38,00	1,28
CMA285	116,70	5,20	24,40	0,48	CMU378	56,10	5,50	22,20	0,41	CMU614	76,60	5,70	23,30	0,91
CMA286	32,20	4,20	14,80	0,55	CMU379	52,60	4,10	14,90	0,37	CMU615	98,50	7,00	18,00	1,04
CMA287	109,30	8,50	31,20	0,26	CMU380	75,50	6,00	27,00	1,06	CMU616	157,20	5,00	20,00	1,00
CMA347	84,00	4,80	17,50	0,78	CMU381	55,30	6,00	20,00	1,47	CMU617	89,80	4,00	24,00	1,13
CMA348	112,10	5,80	32,20	0,44	CMU382	33,40	3,90	11,40	0,25	CMU618	64,10	3,12	10,19	1,10
CMA349	86,80	6,30	28,10	0,57	CMU383	55,80	6,60	24,80	0,44	CMU619	147,80	5,00	41,00	1,00
CMA350	99,70	7,50	27,40	0,77	CMU384	64,90	5,50	22,20	0,24	CMU620	133,60	7,00	27,00	1,00

Clone	CPR	NR	NF	NR	NF	PROD	Clone	CPR	NR	NF	PROD
CMU621	83,10	7,50	22,10	7,50	22,10	0,70	CMU719	77,60	3,10	11,40	0,34
CMU622	74,00	6,50	18,90	6,50	18,90	0,88	CMU722	23,90	4,40	13,60	1,10
CMU623	57,34	7,00	20,00	7,00	20,00	1,03	CMU723	102,80	5,10	39,30	0,55
CMU624	73,60	7,00	27,00	7,00	27,00	1,00	CMU725	79,80	4,30	24,40	0,66
CMU625	96,40	6,40	21,90	6,40	21,90	0,74	CMU726	41,50	3,80	11,30	0,49
CMU627	128,00	6,10	35,60	6,10	35,60	0,66	CMU798	51,80	4,50	18,00	0,47
CMU628	129,41	5,00	23,00	5,00	23,00	0,86	CMU801	63,60	5,20	20,60	0,25
CMU629	110,10	8,20	30,80	8,20	30,80	0,70	CMA846	60,40	10,10	45,40	1,07
CMU631	119,37	5,00	28,00	5,00	28,00	1,00	CMA850	63,20	6,80	29,20	1,62
CMA639	89,70	3,40	21,30	3,40	21,30	0,71	CMU860	55,40	3,60	17,70	0,16
CMU687	14,60	1,60	3,80	1,60	3,80	0,35	CMU861	69,60	4,40	24,90	0,61
CMU690	90,30	4,40	28,20	4,40	28,20	0,51	CMU862	82,17	5,60	21,20	0,72
CMU691	105,10	5,10	44,41	5,10	44,41	0,60	CMU868	45,40	3,00	15,50	0,23
CMU692	115,30	7,60	38,60	7,60	38,60	0,38	CMU871	119,30	3,60	28,60	1,55
CMU693	60,10	4,40	22,10	4,40	22,10	0,27	CMU874	83,40	5,70	28,10	0,41
CMU696	39,70	2,60	9,12	2,60	9,12	0,46	CMU877	101,20	4,60	22,40	0,65
CMU697	48,80	4,80	19,20	4,80	19,20	0,35	CMU879	48,20	3,90	13,70	0,29
CMU698	36,70	4,30	23,10	4,30	23,10	0,75	CMU880	79,50	7,00	30,60	0,39
CMU703	77,50	4,70	26,10	4,70	26,10	0,33	CMU881	33,30	2,80	8,70	0,17
CMU706	63,40	3,20	17,50	3,20	17,50	0,65	CMU882	68,80	2,60	10,50	0,91
CMU707	42,60	4,60	16,20	4,60	16,20	0,27	CMU886	42,60	3,80	14,40	0,23
CMU708	44,30	2,90	14,40	2,90	14,40	0,74	CMU888	57,80	5,40	19,00	0,49
CMU711	63,70	4,10	16,30	4,10	16,30	0,48	CMU897	70,70	5,60	18,70	0,44
CMU714	84,10	5,50	31,20	5,50	31,20	0,40	CMU900	82,00	3,40	19,80	0,39
CMU717	103,30	6,10	31,60	6,10	31,60	0,37	CIR849	75,10	5,50	55,50	0,53
CMU718	58,70	4,10	19,80	4,10	19,80	0,32	CIR903	49,75	6,80	27,90	0,48

¹CMU Clones procedentes de Maués; CMA Clones procedentes de Manaus; CIR Clones procedentes de Iranduba.

Tabela 2. Resumo das estimativas das distâncias genéticas, com base na distância euclidiana média padronizada, entre 148 clones de guaranazeiro, para os caracteres comprimento do ramo principal (CRP), em cm, número de ramos (NR) e número de folhas (NF), aos 12 meses de idade, e produção de sementes torradas, em g/planta (PROD). Embrapa - CPAA, Manaus, 1999.

Distância genética	Estimativa	Clone
Máxima	5,0666	CMA247e CMU687
Mínima	0,09503	CMU384 e CMU801
Soma das estimativas	13657,51855	
Soma de quadrados das estimativas	21756,05078	
Média das estimativas	1,25552	

Tabela 4. Resumo das análises de variância para os caracteres comprimento do ramo principal (CRP), em cm, número de ramos (NR) e número de folhas (NF), aos 12 meses de idade, e produção de sementes torradas, em g/planta (PROD).

FV	GL	Quadrados Médios			
		CRP	NR	NF	PROD
Entre Grupos	6	9,6188**	12,3780**	14,1897**	6,4708**
Dentro de Grupos	141	0,6332	0,5158	0,4387	0,7672
CV(%)		33,27	30,18	31,29	45,59

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

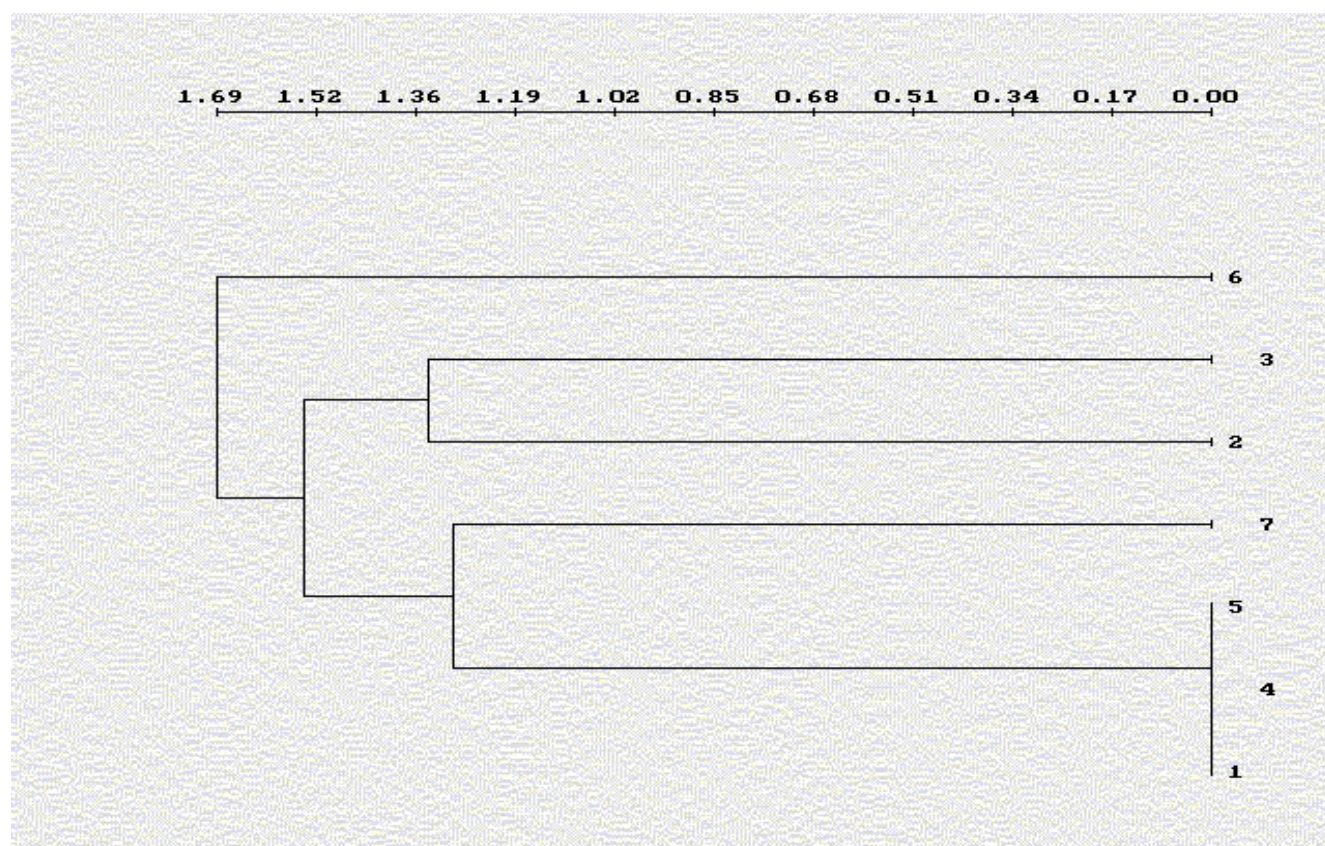


Fig. 1. Dendrograma de distâncias genéticas entre grupos de clones de guaranazeiro obtido pelo método do vizinho mais próximo.

Grupo 1: Demais clones; Grupo 2: CMA225, CMA228, CMA276, CMA 224, CMA 274, CMA222, CMU613, CMU611, CMA227, CMA431, CMU385, CMU619, CMA846, CMU812 e CMU608; Grupo 3: CMU616 e CMU871; Grupo 4: CMA242 e CMA367; Grupo 5: CIR849; Grupo 6: CMU687; Grupo 7: CMA247.

Interação de Clones de Guaraná por Locais¹

Firmino José do Nascimento Filho², André Luiz Atroch³, Cosme Damião Cruz⁴, Pedro Crescêncio Souza Carneiro⁴

Introdução

Genótipo pode ser definido como a constituição genética total de um organismo (ALLARD, 1971); o qual está sempre submetido à soma de todas as condições externas, denominada de ambiente, que influencia direta ou indiretamente seu crescimento e desenvolvimento (WRIGHT, 1976) tendo-se como resultado o fenótipo que é o produto da interação de seus genes com o ambiente (SNYDER, 1972).

No que se refere a ambiente MORGENSTERN (1982), citado por PATIÑO-VALERA (1986) usou esse termo para definir uma combinação de fatores edáficos, bióticos e climáticos em que se desenvolve uma certa espécie, os quais influenciam no seu crescimento e desenvolvimento, estando ao mesmo tempo aliados aos tratos culturais e às condições de estabelecimento necessárias, para atingir uma boa resposta sobre o caráter desejado.

Os fatores que compõem o ambiente são responsáveis pela interação genótipos x ambientes. ALLARD e BRADSHAW (1964) classificaram estes fatores em previsíveis e imprevisíveis. Os previsíveis caracterizam o ambiente propriamente dito, conhecidos como fatores permanentes onde estão incluídos a fertilidade do solo, fotoperíodo, e aqueles que podem ser determinados pelo homem, como data de plantio, densidade de semeadura, métodos de colheita e outras práticas culturais. Os imprevisíveis ocorrem aleatoriamente como o estande final, distribuição de chuvas, temperatura e ocorrência de pragas e doenças.

De acordo com SANTOS (1980), quando se avalia o comportamento de diversos genótipos em vários locais e anos, de uma maneira geral, se verifica uma inconstância nos seus comportamentos gerando interação genótipos x ambientes. Para CARNEIRO (1998), se esta for significativa indica a possibilidade de existir genótipos particulares para ambiente específicos e, possivelmente, genótipos menos influenciados pelas variações ambientais.

Para CARNEIRO (1998), o objetivo básico em programas de melhoramento genético de qualquer espécie cultivada é a seleção de genótipos produtivos dotados de outros bons atributos agronômicos e que sejam consistentes frente às variações ambientais. A produção, por ser um caráter quantitativo, de natureza poligênica, é muito influenciada pelo ambiente (ALLARD, 1971); os quais resultam de efeitos de anos, locais, épocas de plantio e níveis de tecnologia como: adubação, irrigação, densidade de plantio e controle de doenças (MIRANDA, 1993).

¹Trabalho extraído da tese de doutorado do primeiro autor. ⁽²⁾ Eng. Agr., Dr., Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, e-mail: firmino@cpaa.embrapa.br ⁽³⁾ Eng. Agr., Doutorando., Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Caixa Postal 319, CEP69011-970, Manaus, AM. E-mail: atroch@cpaa.embrapa.br ⁽⁴⁾ Eng. Agr., Dr., Professor do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa

Segundo NAMKOONG et al. (1966), a maioria dos experimentos com espécies florestais é realizada num só local e as estimativas da variação genética, podem estar inflacionadas pela interação genótipos x ambientes. Dessa forma, os efeitos da interação genótipos x ambientes não são considerados e, por conseguinte, os componentes genéticos tornam-se superestimados.

De acordo com GOMES (1996), em estudo com *Eucalyptus*, esta interação pode ser considerada como um indicador de estabilidade relativa. Se a interação se aproxima de zero, os clones serão bastante estáveis para a produção sendo, portanto, a magnitude da resposta semelhante nas diferentes condições. Como estratégia de melhoramento existem duas possibilidades: uma é obter os clones generalistas, ou seja, os mais estáveis; e outra é a que conduz a genótipos especialistas, ou seja, os mais específicos, e que capitalizam o fenômeno da interação. Assim, se devem utilizar as duas possibilidades de acordo com as condições ambientais.

Trabalhando com *Pinus radiata*, CARSON (1991) define regiões de melhoramento com base na diferenciação do solo, do clima ou das condições topográficas, com a hipótese de que diferentes grupos de genótipos poderão ter melhor desempenho em alguma dessas variações de ambientes.

No melhoramento genético do guaranazeiro, no Amazonas, resultados obtidos em testes preliminares visando à seleção de clones de guaraná com resistência à antracnose, a principal doença

da cultura, e produção igual e, ou, superior a 1 kg de sementes secas por ramete suscitou a existência de interação genótipo x ambiente, quando esses foram testados, em dois locais (NASCIMENTO FILHO e GARCIA 1993). Também, nas avaliações de produção de clones de guaraná, em treze experimentos de competição, no período de 1985 a 1994, detectaram interação de clones x anos (NASCIMENTO FILHO et al., 2000). No primeiro caso, denotou inconsistência de comportamento entre os materiais genéticos em relação a locais e, no segundo houve uma forte evidência da não-consistência de um ano para outro.

Assim, no presente trabalho, teve-se o objetivo de quantificar a existência e magnitude da interação clones x locais como parte do ambiente que influencia o comportamento de clones de guaraná em avaliação no Estado do Amazonas.

Material e Métodos

Locais e Materiais Genéticos

Os experimentos foram implantados e conduzidos a partir de 1996 em três locais representados pelos municípios de Manaus, Maués e Iranduba. Foram usados 32 clones pré-selecionados (NASCIMENTO FILHO e GARCIA, 1993), dos quais cinco foram excluídos das análises em razão de baixo desempenho e, ou, sobrevivência, clones estes provenientes do banco de germoplasma de guaraná da Embrapa Amazônia Ocidental.

Os experimentos foram conduzidos em campos experimentais da Embrapa Amazônia Ocidental. Esta unidade de pesquisa está localizada no km 29 da Rodovia AM-010 (Manaus-Itacoatiara), no Estado do Amazonas, latitude de 02° 52' S, longitude de 59° 59' W.Gr. e altitude de 50 m em relação ao nível do mar. O clima, segundo a classificação de Köppen, pertence ao grupo tropical chuvoso tipo Afi, com temperatura média do mês mais frio, superior a 18°C, e precipitação superior a 60 mm, no mês mais seco (BOLETIM AGROMETEOROLÓGICO, 1998). Os solos onde os experimentos foram implantados estão classificados como Latossolo Amarelo, que são profundos, com teores elevados de alumínio trocável, textura média muito argilosa, ácidos, com pH variando de 3,5 a 4,7, com baixos teores de cálcio, potássio e fósforo e alta saturação de alumínio.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com duas repetições e três plantas por parcela num espaçamento de 5 m x 5 m, o que corresponde a uma densidade de 400 plantas por hectare.

O plantio foi sempre realizado no início da estação chuvosa, ou seja, de dezembro a março. As estacas utilizadas para a formação das mudas foram provenientes de rametes de primeira geração, sadios e com bom vigor vegetativo, sendo esses propágulos retirados de ramos do ano, ou seja, com constituição dos tecidos em estágio herbáceos (ramos novos).

As adubações e os tratos culturais foram os usuais utilizados pela cultura, de acordo com as recomendações existentes

no Sistema de Produção de Guaraná (EMBRAPA, 1983). Isto foi importante para manter sempre as plantas do experimento, livre de pragas e da competição com as plantas daninhas. No caso da presença, principalmente, do tripses, a principal praga da cultura atualmente, foi feito o controle químico para não prejudicar a produção que foi a expressão fenotípica avaliada.

Na fase produtiva avaliou-se a produção por ramete a partir do segundo ano pós-plantio. Esta avaliação foi feita com base na quantidade de sementes seca, em gramas, obtida através do peso da biomassa fresca dos frutos maduros. Neste peso está incluso a ráquis (parte central do cacho), o pericarpo e as sementes com arilo. Para obter-se o peso das sementes secas fez-se a conversão através da relação (6:1) do peso da biomassa dos frutos maduros para o peso seco de sementes (SMYTH e CRAVO, 1989).

As produções dos rametes foram coletadas durante quatro anos consecutivos (1998, 1999, 2000 e 2001), gerando os dados utilizados neste estudo.

Métodos Analíticos

Procedimento das Análises Estatísticas

As análises individuais foram efetuadas previamente com a finalidade de verificar a homogeneidade das variâncias residuais, através do teste F máximo de HARTLEY (1950), citado por CRUZ e REGAZZI (1997), necessárias para efetuar as análises conjuntas.

Análises Conjuntas

As análises conjuntas foram realizadas com o propósito de estimar a magnitude da interação dos genótipos com os locais representados pelos municípios de Manaus, Maués e Iranduba. As estimativas dos componentes quadráticos genotípicos atribuídas aos efeitos das interações, foram calculadas igualando-se os quadrados médios aos componentes quadráticos correspondentes a suas esperanças matemáticas (CRUZ e REGAZZI, 1997).

A existência de diferenças entre médias de clones foi verificada pelo teste Tukey, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, e a não-significância, a 5%. As análises conjuntas foram realizadas segundo CRUZ e REGAZZI (1997),

Estimação de Parâmetros Genéticos e Ambientais em Relação às Análises Conjuntas

Considerando as esperanças dos quadrados médios, de acordo com o esquema de análise conjunta de variância para o delineamento de blocos casualizados, cujo modelo considera todos os efeitos fixos com exceção de blocos e o erro experimental (CRUZ, 2001) é possível estimar os seguintes parâmetros: variabilidade genotípica, componente quadrático associado ao efeito da interação genótipo x local, componente quadrático associado ao efeito de local, variância ambiental entre médias de genótipos, coeficiente de determinação genotípica, coeficiente de variação genético,

coeficiente de variação experimental, índice de variação ou índice b.

A razão entre o estimador do coeficiente genético com o estimador do coeficiente ambiental e, ou, índice "b" é um parâmetro que auxilia na detecção de variabilidade genética. Segundo VENCOSKY et al. (1987) em estudos envolvendo progênies de milho quando o valor destas relações é maior que 1,0 indica condição favorável para a seleção.

Decomposição da Interação em Partes Simples e Complexa

Foi realizada a decomposição da interação em partes simples e complexa utilizando a metodologia proposta por CRUZ e CASTOLDI (1991). Além desta decomposição, determinou-se a porcentagem de cada parte no total da interação. Assim, pode-se selecionar os ambientes nos quais ocorre com mais frequência a interação do tipo simples.

A interação de natureza simples é proporcionada pela diferença de variabilidade entre os genótipos nos ambientes, enquanto a de natureza complexa é dada pela falta de correlação entre genótipos nos diferentes ambientes, indicando a inconsistência da superioridade dos genótipos com a variação ambiental, ou seja, haverá genótipos com desempenho superior em um ambiente, mas não em outro, tornando difícil a indicação de cultivares generalistas ou mesmo a realização de seleção (CRUZ e REGAZZI, 1997).

Resultados e Discussão

A interação significativa de clones x locais indica que a seleção genotípica ou a recomendação dos clones não deve ser praticada com base nos resultados de apenas um único local. Este resultado corrobora com as informações de NASCIMENTO FILHO e GARCIA (1993), resultantes de testes preliminares com alguns clones de guaraná pré-selecionados para alta produção e resistência à antracnose, quando se constatou evidência de interação genótipos x ambientes. Por outro lado, reforçam a necessidade de estudos de adaptabilidade e estabilidade para que se tenha uma melhor avaliação do comportamento destes clones frente às variações ambientais.

Dado que o quadrado médio de resíduo (QMR) foi o denominador utilizado no teste F para verificar a significância do efeito da interação clones x locais pode-se, intuitivamente, imaginar que a incapacidade de se detectar significância da interação pode ser atribuída, em parte, pelo alto valor do QMR implicando em menor valor de F estimado e aumentando a probabilidade de que esse valor esteja contido na região de não-rejeição da hipótese H_0 . Valores elevados de QMR implicam diretamente em maiores valores de $Cv_e(\%)$ e indiretamente na melhor qualidade do experimento.

No que se refere aos valores dos coeficientes de variação experimental na cultura do guaraná, especialmente para a característica produção, verifica-se variação entre plantas em virtude de sua arquitetura irregular que, embora sendo

mais acentuada em plantas oriundas de sementes, está também presente entre os rametes. Estas plantas, durante as fases do desenvolvimento vegetativo anual, emitem grande número de ramos, que varia de uma planta para outra. Por outro lado, nem todos os ramos se tornam produtivos surgindo, assim, outra fonte de variação. Este comportamento dos guaranazeiros é uma das causas de variação em suas produções e isto favorece a ocorrência de altas magnitudes dos coeficientes de variação experimental (Cv_e).

ESCOBAR (1984b), estudando a variação anual da produção de sementes secas em plantas oriundas de polinização aberta, onde ocorre grande segregação, encontrou tanto entre plantas (Cv_e de 94% a 255%) quanto entre os diferentes anos de avaliação (Cv_e de 72% a 191%) coeficientes de altíssima magnitude. Avaliando o programa de melhoramento genético do guaranazeiro, via seleção clonal, no período de 1985 a 1994, envolvendo 230 clones, ATROCH e NASCIMENTO FILHO (2001) encontraram um coeficiente de variação experimental de 48,91% considerado de média precisão para a característica produção do guaranazeiro.

Os Quadros 1, 2, 3 e 4, a seguir, apresentam respectivamente o resumo da análise conjunta de variância, a decomposição da interação clones x locais, as produções médias e as estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos, para os anos de 1998, 1999, 2000 e 2001, referentes à característica produção de sementes secas por ramete nos municípios de Manaus, Iranduba e Maués. Nestas

condições ambientais verificou-se que a interação clones x locais apresentou efeito significativo em todos os anos de avaliação (Quadro 1), indicando um comportamento diferencial dos clones avaliados em relação ao local de cultivo. Significância também foi observada para o efeito de clones para todos os anos de avaliação, mesmo na presença de interação significativa, o que indica expressiva variabilidade dos clones avaliados. O efeito de locais foi não-

significativo para os anos de 1999, 2000 e 2001, exceto em 1998. A não-significância do efeito de locais indica, neste caso, similaridade entre os locais de cultivo.

O efeito de clones dentro de cada um dos locais, Iranduba e Maués, apresentou-se significativo na maioria dos anos de avaliação. Em Manaus, apenas no ano de 1998 o efeito de clones foi significativo, indicando que a seleção não seria eficiente se praticada com base nos dados deste local.

Quadro 1. Resumo das análises conjuntas de variância da produção de sementes secas por ramete de clones de guaraná cultivados em três locais Manaus, Iranduba e Maués., avaliados durante quatro anos consecutivos.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios			
		1998	1999	2000	2001
Blocos / Locais	3	106852,1617	696814,9418	621828,4710	638455,8609
Clones	26	173473,9739**	362403,5159**	370542,4333**	1017880,7087**
Locais	2	2474753,6560*	4644929,8203ns	1031735,8375ns	4651975,5824ns
Clones / Locais	52	187558,7101**	248493,5176**	336866,6588**	414981,5535**
Clones / Manaus	26	128013,3759**	111894,9460 ns	249530,5084ns	137379,7422ns
Clones / Maués	26	297268,1507**	523163,5812**	617150,7006**	619194,3762**
Clones / Iranduba	26	123309,8676**	224332,0239**	177594,5419ns	1091269,6972**
Resíduo	78	55760,0065	110543,0841	162596,4982	174949,7569
Média		380,62	549,90	582,49	830,30
CVe (%)		62,04	60,46	69,23	50,38

*, **Significativos, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns Não-significativo, a 5%.

No Quadro 2, verifica-se que houve significância, a 1% de probabilidade, pelo teste F, para o efeito da interação de clones x locais para todas as combinações, par a par, de locais em todos os anos de avaliação. Também se verifica que a principal fração da interação clones x locais foi em predominância de natureza complexa, mesmo nos casos em que as correlações foram significativas.

As produtividades médias de Maués foram superiores às de Manaus e Iranduba, tanto em avaliações anuais quanto na média dos quatro anos de avaliação

(Quadro 3).

No Quadro 4 verifica-se que a relação CVg/CVe mais favorável à prática seletiva ocorreu no ano de 2001. Também neste ano se verifica o maior coeficiente de determinação genotípica (H^2), com valor de 82,81%, o que reforça a escolha deste ano para se praticar a seleção dos clones superiores. Entretanto, cabe ressaltar que, neste ano, o efeito de clones foi significativo em Maués e Iranduba e não-significativo em Manaus. Assim, a seleção seria efetiva se praticada com base nos dados de Maués e Iranduba.

Quadro 2. Estimativas dos efeitos quadráticos, das correlações entre locais e a porcentagem da parte complexa da interação referente a variável produção de sementes secas por ramete de clones de guaraná, avaliados em quatro anos consecutivos nos municípios de Manaus e Iranduba Maués-AM

Ano	Clone x Local 1/	Correlação	Parte Complexa da Interação (%)
Manaus x Maués 2/			
1998	65899,3518**	0,0345ns	89,88
1999	68975,2167**	-0,1678ns	85,26
2000	87135,0803**	-0,3171ns	106,35
2001	120015,8983**	0,1182ns	70,24
Manaus x Iranduba			
1998	65899,3518**	-0,1495ns	107,20
1999	68975,2167**	0,2801ns	78,21
2000	87135,0803**	0,5955**	61,40
2001	120015,8983**	0,2111ns	50,94
Maués x Iranduba			
1998	65899,3518**	-0,0106ns	91,61
1999	68975,2167**	0,3215ns	72,63
2000	87135,0803**	0,0989ns	77,66
2001	120015,8983**	0,5920**	58,12

^{1/}*, **Significativos, a 5 e 1% de probabilidade, pelo teste F. ns Não-significativo, a 5%.

^{2/}*, **Significativos, a 5 e 1% de probabilidade, pelo teste t. ns Não-significativo a 5%.

Quadro 3. Produção média de sementes secas por ramete de clones de guaraná, médias por locais, média dos locais e média geral de quatro anos consecutivos de avaliação nos municípios de Manaus, Iranduba e Maués-AM.

Clone	1998				1999			
	Manaus	Maués	Irand.	Média	Manaus	Maués	Irand.	Média
CIR217	339,38	623,34	446,11	469,61	339,38	1028,34	946,95	771,55
CMA222	44,17	620,03	317,50	327,23	220,83	989,72	648,89	619,81
CMU609	18,33	91,46	66,67	58,82	41,67	210,70	82,78	111,72
CMA225	614,17	1319,59	94,45	676,07	52,78	1101,39	57,22	403,80
CMA227	49,59	1344,31	177,78	523,89	100,00	1484,45	383,96	656,13
CMA228	286,67	1061,25	151,67	499,86	286,67	590,84	245,28	374,26
CMA274	30,00	575,28	33,34	212,87	557,04	978,89	288,33	608,09
CMA276	1049,17	628,96	83,75	587,29	1049,17	167,50	261,11	492,59
CMU601	498,13	529,58	464,17	497,29	183,33	613,34	345,00	380,56
CMU605	25,00	236,67	257,78	173,15	420,51	529,17	394,17	447,95
CMU607	65,83	319,80	625,00	336,88	308,33	79,45	394,17	260,65
CMU610	262,05	481,81	331,81	358,56	606,84	723,34	1064,17	798,11
CMU624	17,08	351,18	455,00	274,42	166,67	535,14	391,11	364,31
CMA223	143,33	435,28	72,50	217,04	125,00	778,06	100,00	334,35
CMA224	84,17	991,81	65,84	380,61	441,67	1591,25	201,67	744,86
CMU611	170,83	264,76	236,67	224,09	619,35	647,78	746,78	671,30
CMU612	187,51	314,87	26,67	176,35	187,51	1690,28	101,12	659,63
CMU619	181,67	1073,47	162,09	472,41	181,67	1875,56	614,59	890,60
CMU626	637,37	246,53	185,28	356,39	637,37	504,17	569,45	570,33
CMU631	164,38	854,62	813,89	610,96	222,92	1214,45	656,90	698,09
CMU861	573,34	389,10	433,61	465,35	83,33	847,09	227,09	385,83
CMU871	117,09	1488,96	367,23	657,76	552,92	1522,78	1181,11	1085,60
CMU882	16,25	345,56	23,33	128,38	230,42	651,95	198,72	360,36
CMU862	517,32	316,67	75,00	303,00	83,33	412,78	357,50	284,54
CMU375	300,83	1075,00	112,50	496,11	105,56	675,56	761,09	514,07
CMU388	205,42	366,88	134,17	235,49	205,42	371,94	239,73	272,36
CMU300	63,63	596,41	1010,70	556,91	239,91	1812,92	1204,58	1085,80
Média Geral	246,77	627,53	267,57	380,62	305,54	875,14	469,02	549,90
DMS	564,621/		905,542/		794,991/		1275,012	

Quadro 3. Continuação.

Clone	2000			Média	2001			Média	Média Geral
	Manaus	Maués	Irand.		Manaus	Maués	Irand.		
CIR217	337,09	830,28	750,50	639,29	341,67	1088,20	2190,28	1206,72	771,79
CMA222	626,67	110,83	187,50	308,33	466,67	643,75	1158,89	756,44	527,56
CMU609	618,06	147,50	419,58	395,05	450,00	372,39	665,28	495,89	292,13
CMA225	925,56	383,33	495,83	601,57	250,00	281,88	679,17	403,68	498,38
CMA227	833,34	117,22	683,33	544,63	641,67	390,23	1318,06	783,32	651,14
CMA228	473,33	500,00	311,25	428,19	100,00	109,33	536,81	248,71	392,15
CMA274	1007,78	640,84	575,00	741,21	633,33	368,34	1090,28	697,31	590,65
CMA276	1731,67	177,50	1435,00	1114,72	366,67	1333,33	487,50	729,17	671,80
CMU601	529,58	159,84	95,84	261,75	283,33	775,56	463,89	507,59	398,57
CMU605	861,53	636,42	257,71	585,22	375,00	1149,45	867,64	797,36	527,12
CMU607	758,06	94,17	457,64	436,62	583,33	653,47	1564,59	933,80	514,78
CMU610	470,55	803,31	84,59	452,82	867,45	848,09	1808,34	1174,62	702,47
CMU624	185,00	869,04	156,25	403,43	722,22	852,54	747,22	773,99	480,90
CMA223	632,50	606,67	366,67	535,28	425,00	606,67	923,61	651,76	450,95
CMA224	707,50	463,33	252,59	474,47	941,67	610,83	490,28	680,92	591,48
CMU611	1153,89	398,75	645,83	732,82	533,33	1061,95	572,22	722,50	601,72
CMU612	375,00	53,33	400,00	276,11	250,00	1140,42	1014,73	801,72	491,11
CMU619	121,67	1690,78	333,33	715,26	241,67	1363,53	928,47	844,56	743,85
CMU626	419,17	933,29	166,67	506,38	855,56	1599,52	1577,78	1344,29	669,52
CMU631	1007,22	104,20	475,00	528,81	1061,12	360,78	150,00	523,96	605,04
CMU861	803,34	1295,54	633,34	910,74	833,33	2177,08	1515,28	1508,56	798,12
CMU871	888,89	2383,09	860,07	1377,35	652,78	2438,06	3694,45	2261,76	1364,14
CMU882	441,67	684,45	499,59	541,90	233,34	1276,46	1728,41	1079,40	554,44
CMU862	764,45	464,21	259,72	496,13	704,17	883,20	1354,17	980,51	501,22
CMU375	1171,12	243,70	98,33	504,38	345,84	409,48	650,00	468,44	498,96
CMU388	235,83	973,88	41,67	417,13	175,00	776,10	293,06	414,72	346,09
CMU300	432,50	1416,39	544,03	797,64	223,61	1297,34	358,34	626,43	789,68
Média Geral	685,67	636,37	425,44	582,49	502,14	921,04	1067,73	830,30	593,55
DMS	964,16 ^{1/}		1546,342/ ^{2/}	1546,342/ ^{2/}	1000,121/ ^{2/}	1000,121/ ^{2/}	1000,121/ ^{2/}	1000,121/ ^{2/}	

^{1/} DMS para comparação de médias de um mesmo clone em diferentes municípios.

^{2/} DMS para comparação de médias de diferentes clones em um mesmo município.

Obs.: Média geral: Manaus = 435,03; Maués = 765,02; e Iranduba = 557,44.

Quadro 4. Estimativa dos parâmetros genéticos e fenotípicos referentes à característica produção de sementes secas por ramete de clones de guaraná, avaliados em quatro anos consecutivos, cultivados com adubação em solo com o tipo de vegetação mata secundária, nos municípios de Manaus e Iranduba-AM e mata primária em Maués-AM.

Parâmetros Genéticos	Produção			
	1998	1999	2000	2001
$\hat{\sigma}^2$ clone	19618,9946**	41976,7387**	34657,6559**	140488,4920**
$\hat{\sigma}^2$ clone x local	65899,3518**	68975,2167**	87135,0803**	120015,8983**
H ² (%)	67,86	69,50	56,12	82,81
CVg	36,80	37,26	31,96	45,14
CVg/CVe	0,59	0,62	0,46	0,90
CVe (%)	62,04	60,46	69,23	50,38

*, **Significativos, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns Não-significativos a 5%.

Conclusões

As análises de variância indicaram a possibilidade de sucesso na seleção, com base na alta variabilidade expressa pelos efeitos significativos de clones, mesmo na presença de interação clones x locais.

As interações clones x locais foram significativas, predominando a fração complexa.

A condição mais favorável à expressão dos genes responsáveis pela produção de sementes secas em clones de guaraná foi a do município de Maués.

Literatura Citada

- ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético de plantas**. São Paulo: Edgard Blucher, 1971. 381p.
- ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, v.4, p.503-8, 1964.
- ATROCH, A.L.; NASCIMENTO FILHO, F.J. do. Avaliação do programa de melhoramento genético do guaranazeiro via seleção clonal. In: CONGRESSO BRASILEIRO, DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1., Goiânia, GO, 3 a 6 de abril 2001. **Anais...** Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. CD-ROM. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 113).
- BOLETIM AGROMETEOROLÓGICO. Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1998. 23p.
- CARNEIRO, P.C.S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. Viçosa: UFV, 1998. 168p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- CARSON, S.D. Genotype x environment interaction and optimal number of progenies test sites for improving *Pinus radiata* in New Zealand. **New Zealand Jour. For. Scie.**, v.21, n.1, 1991, 135p.
- CRUZ, C.D. **Programa GENES: versão Windows - Aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: Editora UFV, 2001. 648p.
- CRUZ, C.D.; CASTOLDI, F. Decomposição da interação genótipos x ambientes em partes simples e complexa. **Revista Ceres**, v.38, p.422-30, 1991.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: Editora UFV. 1997. 390p.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestral da Amazônia Ocidental (Manaus, AM). **Sistema de produção para guaraná**. Revisão. Manaus: EMBRAPA-UEPAE Manaus, 1983. 32p. (EMBRAPA-UEPAE Manaus. BOLETIM, 1).

- ESCOBAR, J.R.; CORRÊA, M.P.F.; AGUILERA, F.J.P. Estruturas florais, floração e técnicas para polinização controlada do guaranazeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO GUARANÁ, 1., 1983, Manaus. **Anais...** Manaus: EMBRAPA UEPAE de Manaus, 1984a. p. 240-256.
- GOMES, F.S. **Interação genótipo x ambiente e eficiência nutricional de clones de *Eucalyptus urophylla* S. t. Blake na bacia do Rio Jarí Pará.** Viçosa: UFV, 1996, 87p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- MIRANDA, G.V. **Comparação de métodos de avaliação da adaptabilidade e estabilidade de comportamento de cultivares, exemplo com a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)** Viçosa: UFV, 1993. 120p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- NAMKOONG, G.; SNYDER, E.B.; STONECYPHER, R. Heritability and gain concepts for evaluating breeding systems such as seedling orchards. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.15, p.76-84, 1966.
- NASCIMENTO FILHO, F.J. do; ATROCH, A.L.; CRAVO, M. da S. **Melhoramento genético do guaranazeiro:** resultados de ensaios de avaliação de clones fase produtiva 1985 a 1994. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000a. 54p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Boletim de Pesquisa, 7).
- NASCIMENTO FILHO, F.J. do; GARCIA, T.B. **Competição e avaliação de clones de guaraná.** Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1993. 37p. (EMBRAPA-CPAA. Programa 7 Diversificação Agropecuária Guaraná. Projeto 8.07.83.005-4). Projeto concluído.
- PATINO-VALERA, F. **Varição genética em progênie de *Eucalyptus saligna* Smith e sua correlação com o espaçamento.** Piracicaba, 192p. (Mestrado em Engenharia Florestal) Escola Superior Luiz de Queiroz, 1986.
- SANTOS, J.B. **Estabilidade fenotípica e cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L) nas condições do sul de Minas.** Piracicaba: ESALQ, 1980. 110p. Dissertação Mestrado.
- SMYTH, T.J. & CRAVO, M.S. Resposta do guaranazeiro a níveis de N, P, K e Mg .Embrapa Amazônia Ocidental, Relatório Final de Projeto . 1989.
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho.** 2.ed. rev. Campinas: Fundação Cargil, 1987. P.137-214.
- WRIGHT, J.W. **Introduction to forest genetics.** New York: Academic Press, 1976. 463p.

Adaptabilidade e Estabilidade de Clones de Guaraná¹

Firmino José do Nascimento Filho², André Luiz Atroch³, Cosme Damião Cruz⁴, Pedro Crescêncio Souza Carneiro⁴

Introdução

O estudo de adaptabilidade e estabilidade em relação à produção e, ou, produtividade das culturas é, de uma maneira geral, de grande importância devido ao interesse na obtenção de materiais genéticos que se comportem bem, não somente em um ambiente particular, mas também sob diferentes condições ambientais.

Portanto, com o objetivo de se atingir esse nível de informação é necessário realizar análises da performance genotípica dos materiais estudados, com base nos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade. No que diz respeito à definição dos referidos termos, MARIOTTI et al. (1976) constataram dificuldades, embora existam várias outras definições dadas por diferentes autores. Estes primeiros autores sugerem que a adaptabilidade seria a capacidade dos genótipos responderem vantajosamente à melhoria do ambiente, enquanto a estabilidade refere-se à capacidade dos genótipos apresentarem comportamento altamente previsível, em função das variações de ambiente. MORAIS (1980) associa a definição de estabilidade como estabilidade do comportamento, que define uma característica varietal e não podendo ser confundida com estabilidade fenotípica, a qual refere-se à capacidade dos genótipos apresentarem somente pequenas diferenças em seu comportamento geral, quando testados em ambientes diversos.

Para OLIVEIRA (1976), uma variedade estável é aquela que apresenta apenas pequenas variações no seu comportamento geral e, quando desenvolvida sob condições ambientais diversas, a potencialidade de ambiente não é importante em proporcionar altas ou baixas produções, isto é, a variedade estável tem mais ou menos a mesma produção, quer os ambientes sejam ou não favoráveis. FINLAY & WILKINSON (1963) definiram a “estabilidade média” de uma forma dinâmica, para caracterizar uma variedade cuja produção varia de acordo com a capacidade dos ambientes, proporcionando altas ou baixas produtividades. Portanto, a variedade estável de acordo com a definição acima é de grande utilidade para os pequenos agricultores que carecem de recursos para a aplicação de níveis adequados de tecnologia, e, portanto, devem adotar variedades pouco exigentes ou pouco sensíveis às variações ambientais. Variedades sensíveis às variações ambientais, respondem bem às variações das condições de ambiente e devem ser indicadas aos agricultores que aplicam altos níveis de tecnologia.

¹Trabalho extraído da tese de doutorado do primeiro autor. ⁽²⁾ Eng. Agr., Dr., Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, e-mail: firmino@cpaa.embrapa.br ⁽³⁾ Eng. Agr., Doutorando., Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Caixa Postal 319, CEP69011-970, Manaus, AM. E-mail: atroch@cpaa.embrapa.br ⁽⁴⁾ Eng. Agr., Dr., Professor do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa

No caso da adaptabilidade, o conceito mais atual envolvendo caracteres como produtividade de grãos é dado por VERMA et al. (1978), os quais se referem ao genótipo ideal como padrão de adaptabilidade, àquele que apresenta produtividade alta e constante em ambientes considerados desfavoráveis, mas com capacidade de responder à melhoria das condições ambientais.

Em estudos com milho, vários autores, citados por VERONESI (1995), chegaram à conclusão que materiais menos homogêneos são mais estáveis em sua produção, enquanto outros chegaram a conclusões contrárias que, para ele, corrobora a importância de se conhecer a interação genótipos x ambientes, além da necessidade de caracterizar os genótipos estudados quanto à adaptabilidade e estabilidade de comportamento.

No caso específico da cultura do guaraná, até o momento não foi realizado este estudo, uma vez que os experimentos de avaliação e competição de clones ficaram restritos, na sua maioria, a um único local, não sendo possível detectar, de forma efetiva, os diferentes comportamentos fenotípicos dos indivíduos frente às variações ambientais. Para CARNEIRO (1998), a seleção de materiais genéticos produtivos, com boas características agronômicas e que não sofram interferências de variações ambientais, é o principal objetivo do melhoramento genético de qualquer espécie que se destina à exploração comercial. Em programas de melhoramento, os genótipos são avaliados em diferentes ambientes (anos, locais, épocas de semeadura e

níveis de tecnologia) antes da seleção final, recomendação e distribuição para a exploração comercial. Porém, o conhecimento da existência da interação genótipos x anos ou genótipos x locais e outros tipos de interações, de sua magnitude e também de sua significância, apesar de contribuírem para melhorar a eficiência dos programas de melhoramento não fornecem informações detalhadas sobre o comportamento individual de cada genótipo, em relação aos fatores ambientais previsíveis ou imprevisíveis, causadores de suas respostas diferenciadas às condições em que são submetidos.

Considerando-se que a cultura do guaraná encontra-se em expansão e, portanto, submetida a diferentes condições de cultivo, assim como as atuais recomendações pela pesquisa de novos clones para plantios pelos produtores visando, principalmente alta produção e resistência às doenças, houve a necessidade do estabelecimento de um ensaio em rede para estudar o comportamento individual dos diferentes clones pré-selecionados. Espera-se com este estudo maiores informações sobre as inter-relações dos clones com as diferentes condições de cultivo consideradas, permitindo que a pesquisa garanta ao produtor uma maior rentabilidade através do uso da tecnologia clonal do guaranazeiro.

Este trabalho avaliou o desempenho produtivo de 27 clones de guaraná em diferentes condições de cultivo, no Estado do Amazonas, com base no estudo de estabilidade e adaptabilidade direcionando o uso dos mesmos pelos produtores.

Material e Métodos

Materiais

Em 1996 implantou-se, em campos experimentais da Embrapa (Amazônia Ocidental), uma rede de ensaios com dez experimentos envolvendo três municípios do Estado do Amazonas. O objetivo foi testar 27 clones de guaraná pré-selecionados (NASCIMENTO FILHO & GARCIA, 1993), sob diferentes condições ambientais. Para isso, consideraram-se as condições edafoclimatológicas nos municípios de Manaus, Maués e Iranduba, os diferentes tipos de solo disponíveis aos produtores, caracterizados pela vegetação neles existentes antes da implantação da cultura (capoeira, mata primária e mata secundária), dois sistemas de cultivo (com e sem o uso de adubação), além dos ambientes temporais representados por quatro anos (1998, 1999, 2000 e 2001) de avaliação dos tratamentos considerados neste estudo.

Desta forma constituiu-se dez diferentes ambientes. O ambiente 01 representado pelo ensaio implantado em Iranduba, em solos de tipo de vegetação mata secundária, no sistema de cultivo com adubação; 02 Iranduba, mata secundária, sem adubação; 03 Manaus, mata secundária, com adubação; 04 Manaus, mata secundária, sem adubação; 05 Manaus, capoeira, com adubação; 06 Manaus, capoeira, sem adubação; 07 Maués, mata primária, com adubação; 08 Maués, mata primária, sem adubação; 09 Maués, capoeira, com adubação; 10 Maués, capoeira, sem adubação.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados (PIMENTEL GOMES, 1981) com duas repetições e três plantas por parcela em espaçamento 5 x 5 m.

A partir do segundo ano pós-plantio, início da fase produtiva, em 1998 iniciou-se a avaliação da produção de sementes secas por ramete. Esta avaliação foi feita com base no peso da biomassa fresca dos frutos maduros. Neste peso esta incluída a ráquis (parte central do cacho) e as sementes com arilo. Para se obter apenas o peso das sementes secas fez-se a conversão do peso de toda aquela biomassa através da relação 6:1 (SMYTH & CRAVO, 1989).

Desta forma, a variável peso de sementes secas dos ramos foi coletada durante quatro anos consecutivos (1998, 1999, 2000 e 2001) em todos os ensaios e utilizadas nas análises envolvidas neste estudo.

Métodos

Existem vários métodos para a caracterização dos clones quanto à adaptabilidade e estabilidade fenotípica com base na interação genótipos x ambientes. Porém, segundo CRUZ & REGAZZI (1997), a escolha dependerá dos dados experimentais, principalmente com o número de ambientes disponíveis, da precisão requerida e do tipo de informação desejada. Também, consideram que alguns métodos são alternativos, enquanto outros são complementares.

Neste trabalho a avaliação do desempenho produtivo e as variações do grupo de clones de guaraná, frente às diferentes condições de cultivo, foi realizada com base nas estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e, ou, de estabilidade, realizada por meio de quatro métodos: a) Tradicional (YATES & COCHRAN, 1938); b) EBERHART & RUSSELL (1966); c) CRUZ, TORRES & VENCOVSKY (1989); e d) Modificado de LIN & BINNS (1988), proposto por CARNEIRO (1998).

Resultados e Discussão

No Quadro 1 verifica-se que os índices ambientais alcançaram uma variação bastante acentuada em relação aos fatores previsíveis que constituíram as condições de cultivo do guaraná, assim como a influencia de anos (fator imprevisível) sobre o comportamento produtivo do grupo de clones que foram testados.

Levando-se em consideração apenas a produção total, à exceção do ambiente 3 Manaus, mata secundária, com adubação, todas as condições de cultivo onde se complementou a fertilidade através da adubação recomendada à cultura apresentaram índices ambientais positivos. O ambiente 4 Manaus, mata secundária, sem adubação e com baixo teor de material orgânico, também apresentou índice ambiental positivo, assim como o ambiente 8 Maués, mata primária, sem adubação, provavelmente devido a este conter maior quantidade de material orgânico. Os ambientes que apresentaram índice

positivo constituíram-se em ambientes favoráveis à cultura e os de índice negativos em ambientes desfavoráveis em relação a maior ou menor produção geral média de sementes secas por ramete. Este fato pode ser confirmado observando no Quadro 1 que nos ambientes favoráveis as produções médias de sementes secas por ramos se mantiveram acima da média geral.

Os ambientes com potencialidades máximas e mínimas para a cultura foram, respectivamente, o 7 - Maués, mata primária, com adubação e o 10 - Maués, capoeira, sem adubação, caracterizados por suas produções médias de 765,02 e 260,06 g de sementes secas por ramos, em relação aos 27 clones analisados durante quatro anos consecutivos. Nos Quadros 2, 3, 4 e 5 pode-se verificar o comportamento dos clones em relação às análises dos quatro métodos utilizados no estudo de adaptabilidade e estabilidade dos clones com base na produção total.

No Quadro 2 têm-se os resultados da análise pelo método Tradicional onde se verifica que entre os clones mais estáveis pode-se destacar CMU601, CMA228 e CMA223 os quais foram os menos produtivos, enquanto entre os mais instáveis pode-se citar os clones CMU619, CMU871 e CMU631, exatamente os mais produtivos. Isto mostra que os clones que apresentaram variância mínima entre os ambientes foram em geral os menos produtivos e, portanto de alta estabilidade, porém sem interesse para o melhoramento visando o incremento de produtividade.

De acordo com a caracterização dos ambientes em favoráveis e desfavoráveis à produção de guaraná, pode-se verificar, através dos resultados das estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, expressos na estatística P_i , obtidas pelo método modificado de Lin & Binns (1988) proposto por Carneiro (1998), a existência de clones adaptados aos dois tipos de ambientes ou clones com especificidade a cada um deles conforme pode ser observado no Quadro 3.

No Quadro 4, pela diferença de produção pode-se verificar os clones com maiores produções a ambiente favorável e desfavorável, os quais poderão proporcionar maiores vantagens econômicas aos produtores. O clone CMU619 foi o mais indicado para condições favoráveis, com uma média geral de 1.096,01 g de sementes secas por ramete seguido do clone CMU882 com praticamente o dobro da produção em relação à condição desfavorável de cultivo onde alcançou apenas 334,39 g.

Os clones CMU610, CMA276, CMA224 e o CMU609 apresentaram valores de produção acima da média geral em ambiente desfavorável e reduzida expressividade para esse caráter em ambiente favorável como pode ser verificado no Quadro 4, onde tiveram baixas produções. No Quadro 5, pelo método de EBERHART & RUSSELL (1966), verifica-se que tanto o clone CMU609 e o CMA224 foram de alta previsibilidade enquanto o CMA276 apresentou baixa previsibilidade e tanto este, como o clone CMA224 mostrou adaptabilidade geral, porém, baixa produção. No Quadro 3, pela estatística P_i ,

pode-se verificar que os clones CMU871, CMU619 e CMU300 foram os mais produtivos e com adaptabilidade à ambientes favoráveis. Pelo método de EBERHART & RUSSELL (1966), pode-se chegar à mesma conclusão.

Um outro aspecto interessante que se detectou neste estudo é o fato do grupo de clones CMA da série 200 (CMA222, CMA223, CMA224, CMA225, CMA227, CMA228, CMA274 e CMA276), selecionados em Manaus, que com exceção do clone CMA223, são similares geneticamente (NASCIMENTO FILHO, 2001), e que no presente trabalho, em 1998, tiveram produções acima da média, e adaptabilidade geral (Quadro 8), com exceção do CMA274, sendo que nos demais anos foram superados por clones com maiores potenciais de produção e mais adaptados às condições de cultivo utilizadas.

Este fato pode ser explicado pelas características vegetativas que na fase inicial do desenvolvimento e estabelecimento das plantas, ao nível de campo, se beneficiaram em razão do maior número de ramos, considerados unidades produtivas, e, ou, pelo seu maior comprimento. Estas características proporcionam eficiente auto-sombreamento às plantas em desenvolvimento, minimizando o efeito prejudicial de alta temperatura do solo, ao nível das raízes, enquanto os clones de outras séries apresentam menor número de ramos, a exemplo dos clones da série 800. O clone CMU871, que sobressaiu nos quatro anos de avaliação como o mais produtivo e adaptado a condições gerais,

em 1998 pela estatística P_i foi classificado abaixo dos clones CMA da série 200. A partir do ano de 1999 os clones da série 200 deixam de ser os mais produtivos, não constando no *rank* dos mais produtivos, nos últimos anos de avaliação. Uma hipótese para esse comportamento se deve ao crescimento vegetativo inicial, principalmente, o número de ramos (unidades produtivas), que contribuem para maiores produções nos primeiros anos, já os demais clones apresentaram uma menor quantidade dessas unidades, nesta fase, sendo mais tardios em formar suas copas e conseqüentemente, apresentaram baixas produções, nas primeiras colheitas. Dessa forma, os clones mais precoces na formação da copa, com maior número de ramos chegam a produzir maiores quantidades de sementes, nas primeiras colheitas e menores nas posteriores, e que devido apresentar uma vegetação mais abundante podem favorecer a uma drenagem excessiva de fotossimilados para

o crescimento vegetativo, principalmente nas condições favoráveis de cultivo, em detrimento à produção de frutos. Esta hipótese concorda com o comportamento produtivo dos clones CMA224 e CMA276 (Quadro 4) onde a diferença de produção entre o ambiente favorável e desfavorável foi negativa.

Os clones CMA224 e CMA276, conforme acima mencionados, tiveram médias superiores à média geral em ambientes desfavoráveis (Quadro 4) podendo ser indicados para essas condições, fato que concorda com o desempenho destes nas condições de pequeno produtor, onde os mesmos foram selecionados. No Quadro 6, verifica-se que o clone CMA224 foi o único que atendeu à maioria dos parâmetros da metodologia de CRUZ, TORRES & VENCOVSKY (1989), mas devido a sua baixa média de produção de sementes secas por ramete (β_0) não se constituiu em um clone ideal conforme preconiza os autores deste método.

Quadro 1. Ambientes estudados com a cultura do guaraná, respectivas médias de sementes secas alcançadas por rametes e os índices ambientais para a classificação dos ambientes favoráveis e desfavoráveis nos anos de 1998, 1999, 2000, 2001 e total.

Anos/Ambientes	1998		1999		2000		2001		Total	
	Média	I. Amb.	Média	I. Amb.	Média	I. Amb.	Média	I. Amb.	Médias	I. Amb.
01-Iranduba.mata.secundária.com.adubo	267,57	-22,67	469,02	-25,06	425,44	-138,05	1067,73	342,8	557,44	174,49
02-Iranduba.mata.secundária.sem.adubo	238,25	-51,99	553,81	59,74	610,21	46,72	498,47	-226,46	453,70	-240,47
03-Manaus.mata.secundária.com.adubo	246,76	-43,48	305,54	-188,53	685,66	122,17	502,14	-222,79	435,03	-315,16
04-Manaus.mata.secundária.sem.adubo	265,09	-25,15	323,20	-170,87	824,23	260,74	964,09	239,17	571,97	232,61
05-Manaus.capoeira.com.adubo	497,98	207,74	468,90	-25,17	518,31	-45,18	672,44	-52,49	539,41	102,37
06-Manaus.capoeira.sem.adubo	216,55	-73,69	438,50	-55,57	471,55	-91,95	579,05	-145,87	426,41	-349,61
07-Maués.mata.primária.com.adubo	627,52	337,28	875,14	381,07	636,36	72,87	921,03	196,11	765,02	1004,80
08-Maués.mata.primária.sem.adubo	169,82	-120,42	654,14	160,07	690,44	126,95	697,85	-27,08	553,06	156,99
09-Maués.capoeira.com.adubo	270,55	-19,69	626,91	132,84	567,33	3,84	839,48	114,55	576,07	249,01
10-Maués.capoeira.sem.adubo	102,31	-187,93	225,55	-268,52	205,39	-358,11	506,98	-217,95	260,06	-1015,04
Média Geral	290,24	0,00	494,07	0,00	563,49	0,00	724,93	0,00	513,82	0,00

Quadro 2. Quadrados médios e estimativas do parâmetro de estabilidade obtidos pelo método tradicional (QMA/C_i) da produção (g) total por ramete de clones de guaraná, avaliados em dez ambientes, em solo com tipo de vegetação capoeira ou mata primária ou mata secundária, nos sistemas com adubação e sem adubação nos municípios de Manaus, Maués e Iranduba-AM

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios	
Ambiente (Amb.)	9	15005870,19**	
Clone	26	8479502,89**	
Clone x Ambiente	234	1583420,67**	
Resíduo	260	693047,80	
Amb./Clone	243	2080548,43	

		Estimativa da Estabilidade	Média
Amb./CIR217	9	2327631,60	647,08
Amb./CMA222	9	2096001,27	407,56
Amb./CMU609	9	924453,84 b	363,61
Amb./CMA225	9	977640,86 b	348,06
Amb./CMA227	9	1317709,76	431,89
Amb./CMA228	9	553680,50 b	316,40
Amb./CMA274	9	840977,97 b	421,60
Amb./CMA276	9	1783916,15	518,02
Amb./CMU601	9	406941,57 b	320,02
Amb./CMU605	9	321454,09 b	416,65
Amb./CMU607	9	972719,31 b	428,41
Amb./CMU610	9	932070,65 b	551,72
Amb./CMU624	9	938140,45 b	554,68
Amb./CMA223	9	822632,48 b	325,26
Amb./CMA224	9	1539002,84	386,28
Amb./CMU611	9	1229348,99	422,30
Amb./CMU612	9	2279899,02	574,67
Amb./CMU619	9	8262060,39 a	764,39
Amb./CMU626	9	1421439,09	595,37
Amb./CMU631	9	3737832,53 a	707,88
Amb./CMU861	9	3977706,66 a	658,80
Amb./CMU871	9	7501859,69 a	1014,23
Amb./CMU882	9	2084945,15	511,39
Amb./CMU862	9	998602,11 b	396,46
Amb./CMU375	9	1957170,11	637,29
Amb./CMU388	9	2674050,23 a	479,18
Amb./CMU300	9	3294920,34 a	673,84

Média Geral			513,82
--------------------	--	--	---------------

*, **Significativos, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns Não-significativo, a 5%.

Quadrados médios, na mesma coluna, marcados pelas letras a e b, representam grupos de clones menos estáveis e mais estáveis, respectivamente.

Quadro 3. Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, expressos na estatística P_i , obtidas pelo método modificado de LIN & BINNS (1988), proposto por CARNEIRO (1998), referente ao total de produção de sementes secas (gramas/ramete) de clones de guaraná avaliados em dez ambientes, nos anos de 1998, 1999, 2000 e 2001

Clones	Média Geral	Pi Geral	Clones	Média Fav, Pi Favorável	Clones	Média Desfav, Pi Desfavorável		
CMU871	1014,23	772774,99	CMU871	1298,24	770331,96	CMU631	602,96	743676,08
CMU619	764,39	2505059,84	CMU619	1096,01	2081889,27	CMU871	588,22	776439,53
CMU300	673,84	3164491,08	CMU300	784,31	4077208,77	CMU861	532,01	968341,10
CIR217	647,08	3402645,18	CIR217	784,93	4469220,66	CMA276	564,61	1039128,80
CMU861	658,80	3691139,51	CMU861	743,33	5506338,45	CMU610	507,67	1115988,29
CMU375	637,29	3953749,94	CMU375	751,93	5651109,50	CMU375	465,34	1407710,61
CMU631	707,89	3956195,72	CMU626	670,68	5830787,09	CMU626	482,41	1678596,47
CMU626	595,37	4169910,84	CMU612	668,19	6083487,17	CMA224	415,48	1679821,44
CMU612	574,67	4530069,62	CMU631	777,84	6097875,48	CMU624	467,34	1750096,40
CMU610	551,72	4616042,30	CMU882	629,39	6580556,19	CMU300	508,14	1795414,54
CMU624	554,68	4782837,66	CMU624	612,91	6804665,18	CIR217	440,29	1802781,96
CMU882	511,39	5057969,53	CMU610	581,08	6949411,63	CMU609	442,09	1820482,78
CMA276	518,02	5562112,23	CMA227	521,88	7691953,68	CMU607	379,30	1994758,54
CMA227	431,89	5676538,93	CMU388	592,87	7800502,77	CMU605	379,52	2032917,33
CMU388	479,18	5810104,76	CMU611	518,63	7906934,90	CMU862	358,56	2195140,26
CMU611	422,30	5918139,84	CMA276	486,96	8577434,51	CMU612	434,39	2199943,30
CMA274	421,60	6123794,76	CMA274	479,16	8596851,22	CMA274	335,25	2414210,08
CMU605	416,65	6225424,38	CMA222	522,78	8619676,36	CMA227	296,91	2653416,81
CMA222	407,55	6474621,60	CMU605	441,40	9020429,08	CMU882	334,39	2774089,55
CMU607	428,42	6544839,41	CMU607	461,16	9578226,66	CMU388	308,64	2824507,74
CMU862	396,46	6661129,56	CMU862	421,72	9638455,76	CMA225	276,51	2929169,09
CMA224	386,28	6828538,48	CMA225	395,76	9757983,05	CMU611	277,82	2934947,24
CMA225	348,06	7026457,47	CMA224	366,82	10261016,50	CMU601	259,60	3114399,13
CMA228	316,40	7529962,34	CMA228	372,46	10348983,01	CMU619	266,96	3139815,70
CMA223	325,26	7534482,39	CMA223	381,34	10375308,56	CMA222	234,71	3257039,47
CMU601	320,02	7591423,35	CMU601	360,30	10576106,17	CMA223	241,16	3273243,14
CMU609	363,61	7866466,89	CMU609	311,29	11897122,96	CMA228	232,31	3301431,33
Média Geral	517,98			597,18			399,17	

Quadro 4. Médias da produção total em ambiente favorável e desfavorável e diferença entre as médias do ambiente favorável e desfavorável

Clones	Ambiente Favorável	Ambiente Desfavorável	Diferença entre Ambiente Favorável e Desfavorável
CMU871	1298,24	588,22	710,02
CMU619	1096,01	266,96	829,05
CMU300	784,31	508,14	276,17
CIR217	784,93	440,29	344,64
CMU861	743,33	532,01	211,32
CMU375	751,93	465,34	286,59
CMU626	670,68	482,41	188,27
CMU612	668,19	434,39	233,80
CMU631	777,84	602,96	174,88
CMU882	629,39	334,39	295,00
CMU624	612,91	467,34	145,57
CMU610	581,08	507,67	73,41
CMA227	521,88	296,91	224,97
CMU388	592,87	308,64	284,23
CMU611	518,63	277,82	240,81
CMA276	486,96	564,61	-77,65
CMA274	479,16	335,25	143,91
CMA222	522,78	234,71	288,07
CMU605	441,40	379,52	61,88
CMU607	461,16	379,30	81,86
CMU862	421,72	358,56	63,16
CMA225	395,76	276,51	119,25
CMA224	366,82	415,48	-48,66
CMA228	372,46	232,31	140,15
CMA223	381,34	241,16	140,18
CMU601	360,30	259,60	100,70
CMU609	311,29	442,09	-130,80
Média Geral	597,18	399,17	

Quadro 5. Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, obtidas pelo método de EBERHART & RUSSELL (1966) referente a produção total por ramete de clone de guaraná, dos quatro anos de avaliação consecutiva, em solo com tipo de vegetação capoeira, mata primária e mata secundária, nos sistemas com adubação e sem adubação, nos municípios de Manaus, Maués e Iranduba-AM

Clone	Média (g)	$\hat{\beta}_i$	$\hat{\sigma}_{di}^2$	R_i^2
CIR217	647,08	1,44ns	312669,10ns	49,65
CMA222	407,56	1,19ns	391443,60*	37,41
CMU609	363,61	-0,28**	148959,20ns	4,72
CMA225	348,06	0,96ns	-85745,76ns	52,58
CMA227	431,89	1,32ns	-146517,97ns	73,02
CMA228	316,40	0,86ns	-264343,29ns	73,61
CMA274	421,60	0,89ns	-121944,25ns	52,53
CMA276	518,02	0,31ns	627508,12**	2,93
CMU601	320,02	0,56ns	-216141,02ns	43,04
CMU605	416,65	0,53ns	-254889,14ns	49,32
CMU607	428,41	0,13*	195471,94ns	0,94
CMU610	551,72	0,60ns	66076,85ns	21,30
CMU624	554,68	0,76ns	2652,90ns	33,83
CMA223	325,26	0,74ns	-53546,84ns	36,69
CMA224	386,28	0,79ns	322192,75ns	22,75
CMU611	422,30	0,96ns	57598,45ns	41,56
CMU612	574,67	1,28ns	425178,54*	39,83
CMU619	764,39	3,11**	1267739,16**	65,27
CMU626	595,37	0,56ns	355910,68*	12,15
CMU631	707,88	0,59ns	1646667,39**	5,20
CMU861	658,80	1,34ns	1326456,12**	25,23
CMU871	1014,23	3,25**	562919,29**	78,45
CMU882	511,39	1,20ns	377049,49*	38,30
CMU862	396,46	0,45ns	151690,77ns	11,30
CMU375	637,29	0,81ns	547522,31*	18,79
CMU388	479,18	0,80ns	959647,35**	13,16
CMU300	673,84	1,85*	433315,64*	57,92
Média Geral	513,82			

Quadro 6. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, obtidas pelo método de CRUZ et al. (1989) com base na média da produção total por ramete de clone de guaraná, avaliados em quatro anos consecutivos, em solo com tipo de vegetação capoeira ou mata primária ou mata secundária, nos sistemas com adubação e sem adubação, nos municípios de Manaus, Maués e Iranduba-AM

Clone	Média nos Ambientes			$(H_0: b_1 = 1)$		$(H_0: b_1 + b_2 = 1)$		Desvio da Regressão	R ² (%)
	Ampla	Desfavorável	Favorável	\hat{b}_{1i}	\hat{b}_{2i}				
CIR217	647,08	440,29	784,94	1,75 ns	-1,36	0,40 ns	1273442,79ns	57,45	
CMA222	407,56	234,71	522,78	1,33 ns	-0,63	0,70 ns	1635804,26*	39,30	
CMU609	363,61	442,09	311,29	-0,24 **	-0,19	-0,43 ns	1127886,44ns	5,11	
CMA225	348,06	276,51	395,76	0,60 ns	1,56	2,16 ns	286449,66ns	77,21	
CMA227	431,89	296,91	521,88	1,21 ns	0,45	1,66 ns	431173,23ns	74,55	
CMA228	316,40	232,31	372,46	0,74 ns	0,51	1,25 ns	154690,57ns	78,27	
CMA274	421,60	335,25	479,16	0,86 ns	0,14	1,00 ns	510700,85**	52,77	
CMA276	518,02	564,61	486,96	0,27 ns	0,15	0,42 ns	2223629,43ns	3,05	
CMU601	320,02	259,60	360,30	0,41 ns	0,64	1,05 ns	246694,40ns	52,85	
CMU605	416,65	379,52	441,40	0,38 ns	0,67	1,05 ns	152749,97ns	63,04	
CMU607	428,41	379,30	461,15	0,44 ns	-1,34	-0,90 *	1011071,71ns	19,16	
CMU610	551,72	507,67	581,08	0,57 ns	0,13	0,70 ns	940926,73ns	21,48	
CMU624	554,68	467,34	612,90	0,89 ns	-0,57	0,31 ns	756440,97ns	37,29	
CMA223	325,26	241,16	381,34	0,55 ns	0,82	1,37 ns	584116,76ns	44,77	
CMA224	386,28	415,48	366,81	0,09 *	3,03	3,13 **	362729,14ns	81,67	
CMU611	422,30	277,82	518,63	1,12 ns	-0,71	0,41 ns	859851,14ns	45,60	
CMU612	574,67	434,38	668,19	1,35 ns	-0,33	1,03 ns	1750364,57*	40,29	
CMU619	764,39	266,96	1096,01	3,29 **	-0,75	2,54 *	3619323,75**	65,93	
CMU626	595,37	482,40	670,68	0,42 ns	0,61	1,02 ns	1558791,16*	14,71	
CMU631	707,88	602,96	777,84	1,13 ns	-2,35	-1,22 **	3856031,36**	19,76	
CMU861	658,80	532,01	743,32	1,04 ns	1,31	2,35 ns	3607090,29**	29,47	
CMU871	1014,23	588,22	1298,24	3,06 **	0,85	3,91 **	1987876,51**	79,39	
CMU882	511,39	334,39	629,39	1,46 ns	-1,13	0,33 ns	1491461,13*	44,36	
CMU862	396,46	358,56	421,72	0,45 ns	-0,01	0,44 ns	1138761,37ns	11,31	
CMU375	637,29	465,34	751,93	1,23 ns	-1,83	-0,59 *	1620098,89*	35,62	
CMU388	479,18	308,64	592,87	1,02 ns	-0,98	0,04 ns	2864527,47**	16,68	
CMU300	673,84	508,14	784,30	1,55 ns	1,31	2,86 *	1566388,07*	63,02	
Média Geral	513,82	393,80	593,83						

Para QM Desvio Regressão* , **Significativos, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F. ns Não-significativo, a 5%.

Para \hat{b}_{1i} e $\hat{b}_{1i} + \hat{b}_{2i}$ *, ** Significativos, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t. ns Não-significativo, a 5%.

Conclusões

De modo geral, o método tradicional não possibilitou identificar clones de guaraná com bom desempenho produtivo e boa estabilidade fenotípica, pois os clones classificados como estáveis foram os menos produtivos, enquanto os menos estáveis tiveram as maiores produções.

Na presente população de clones não foi identificado o clone ideal com base nos parâmetros de adaptabilidade e

estabilidade do método de CRUZ, TORRES & VENCOVSKY (1989).

O método não-paramétrico modificado de LIN & BINNS (1988), proposto por CARNEIRO (1998), apresentou resultados satisfatórios e com maior facilidade de interpretação, discriminando os clones com melhor desempenho nos ambientes favoráveis e desfavoráveis e em ambos e quanto aos níveis de estabilidade.

O clone CMU871 apresentou alta produção em ambiente desfavorável e boa estabilidade, além de se mostrar altamente responsivo à melhoria do ambiente, podendo ser considerado como o genótipo que mais se aproximou do ideal, de acordo com o conceito de VERMA et al. (1978).

O clone CMU619 exibiu especificidade em condições favoráveis, enquanto o CMU609 o fez em condições desfavoráveis.

Os clones CIR217, CMU861, CMU375, CMU626, CMU612, CMU631 e CMU624 apresentaram ampla adaptabilidade e boa estabilidade.

Literatura Citada

CARNEIRO, P.C.S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. Viçosa: UFV, 1998. 168p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: Editora UFV. 1997. 390p.

CRUZ, C.D.; TORRES, R.A.; VENCOSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva e Barreto. **Rev. Bras. Genet.**, v.12, p.567-80, 1989.

EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability for a 10-line diallel of single-cross and double cross maize hybrids. **Crop Sci.**, v.9, n.3., p.357-61, 1966.

FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding program. **Aust. J. of Agric. Res.**, v.14, n.6, p.742-54, 1963.

LIN, C.S., BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, n.3, p.193-8, 1988.

MARIOTTI, J.A., OYARZABAL, E.S., OSA, J.M., BULACIO, A.N.R., ALMADA, G.H. Analisis de estabilidad de genotipos de caña de azucar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Rev. Agron. N. O. Argent.**, v.13, n.1-4, p.405-12, 1976.

MORAIS, O.P. **Adaptabilidade, estabilidade de comportamento e correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente em variedades e linhagens de arroz (*Oryza sativa* L.)**. Viçosa: UFV, 1980. 70p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.

NASCIMENTO FILHO, F.J. do; ATROCH, A.L.; SOUSA, N.R. de; GARCIA, T.B.; CRAVO, M. da S.; COUTINHO, E.F. Divergência genética entre clones de guaranazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.3, p.501-506, mar. 2001.

NASCIMENTO FILHO, F.J. do; GARCIA, T.B. **Competição e avaliação de clones de guaraná.** Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1993. 37p. (EMBRAPA-CPAA. Programa 7 Diversificação Agropecuária Guaraná. Projeto 8.07.83.005-4). Projeto concluído.

OLIVEIRA, A.C. **Comparação de alguns métodos de determinação estabilidade em plantas cultivadas.** Brasília: UnB, 1976. 64p. Dissertação Mestrado.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** Ed. 9, Piracicaba, Livraria Nobel S.A. 1981. 430p.

SMYTH, T.J. & CRAVO, M.S. Resposta do guaranazeiro a níveis de N, P, K e Mg .Embrapa Amazônia Ocidental, Relatório Final de Projeto . 1989.

VERMA, M.M.; CHAHAL, G.S.; MURTY, B.R. Limitations of convencional regression analysis: a proposed modification. **Theor. Appl. Genet.**, v.53, n.2, p.89-91, 1978.

VERONESI, J.A. **Comparação de métodos e avaliação da adaptabilidade e estabilidade de comportamento de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) em dez ambientes do Estado de Minas Gerais.** Viçosa: UFV, 1995. 90p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.

YATES, F.; COCHRAN, W.G. The analysis of group of experiments. **J. Agric. Sci.**, v.28, n.3, p.556-80, 1938.

Similaridade Genética no Germoplasma de Guaranazeiro

Nelcimar Reis Sousa¹, Firmino José do Nascimento Filho¹, André Luiz Atroch¹

Introdução

O guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) é um dos componentes da diversidade cultural e vegetal de reconhecido potencial econômico para a agricultura amazônica. A exploração da espécie em plantios racionais agrega valores para produtores, diretamente pela elaboração de produtos naturais, como o pó de guaraná usado no preparo de sucos ou indiretamente como fonte de matéria-prima para aproveitamento da cafeína natural na industrialização de produtos medicinais e refrigerantes.

A Embrapa Amazônia Ocidental tem concentrado esforços para reunir variabilidade genética em coleção *in vivo* de germoplasma, visando sua utilização no melhoramento da espécie. A coleção constitui na principal reserva de alelos para busca de soluções para os problemas da cultura, tais como a ocorrência de doenças e a baixa produtividade. Os primeiros esforços de pesquisa permitiram a seleção de clones com elevados potenciais produtivos e tolerantes a doenças.

A continuidade das pesquisas se faz necessária para fundamentar a tomada de decisão sobre implementação de novos procedimentos técnicos que assegurem a manutenção da variabilidade genética da espécie sem comprometer a obtenção de ganhos genéticos futuros na seleção de populações e/ou clones. O estudo da similaridade genética entre os clones de guaraná conservados e clones selecionados poderá fornecer dados importantes para estabelecer estratégias de conservação e utilização no melhoramento.

A informação molecular pode auxiliar no direcionamento de enriquecimento da base genética durante o andamento de um programa de melhoramento, bem como na avaliação da redundância e deficiências das coleções de germoplasma, gerando dados sobre a eficiência do processo de coleta, manutenção, manejo e ampliação de um banco de germoplasma (Scroch et al. 1992). Considerado o mais simples em termos operacionais, o RAPD apresenta a vantagem da utilização de iniciadores de seqüência arbitrária para dirigir a reação de amplificação, eliminando assim a necessidade do conhecimento prévio de seqüência (Williams et al., 1990).

Neste trabalho foram geradas informações sobre a similaridade genética em nível molecular para os diversos clones da coleção de germoplasma da Embrapa Amazônia Ocidental, com a perspectiva de aumentar o conhecimento sobre o recurso genético e orientar novas decisões no programa de pesquisa da cultura.

¹Embrapa Amazônia Ocidental. Caixa Postal 319, CEP 69011-970, ManausAM, e-mail:nelcimar@cpaa.embrapa.Br

Material e Métodos

O estudo reuniu clones descendentes das primeiras coletas de sementes em plantios tradicionais da região de Maués até clones da última coleta de estacas realizada nos municípios de Iranduba, Manaus e Maués; os quais são identificados respectivamente por CIR, CMA e CMU. Foram analisados 75 clones da coleção da Embrapa Amazônia Ocidental, mantida no campo experimental da sede da Embrapa Amazônia Ocidental. Localizada no km 29 da Rodovia AM010 (Manaus-Itacoatiara), em área com altitude de 50m, em relação ao nível do mar, latitude de 02°52" S e longitude de 59°52" W Gr, com temperatura média anual de 26°C e uma precipitação superior a 60mm no mês mais seco do ano.

O DNA genômico de cada clone foi isolado de acordo com o protocolo de extração CTAB e a reação de RAPD foi semelhante a utilizada por Ferreira & Grattapaglia (1998). Os fragmentos amplificados de DNA foram separados em gel de agarose 1% e corado com brometo de etídio. As imagens dos géis foram capturadas com máquina digital e arquivadas em computador para análise dos padrões de bandas. A matriz binária resultante serviu para estimar as similaridades genéticas, com base no coeficiente de Dice (Rohlf 1992). Na análise dos dados foram construídos dendrogramas para melhor visualização das relações entre os clones.

Resultados e Discussão

Dezesseis *primers* foram selecionados e produziram 150 bandas úteis para a análise da similaridade do germoplasma de guaraná. O número de bandas polimórficas variou de cinco (OPAQ-05) a treze (OPAL-09 e OPAL-20), com a média em torno de nove bandas por *primer*. Em espécies propagadas assexuadamente, assim como o guaraná, a quantidade de bandas tem sido variável, 88 em mandioca (Colombo et al., 2000) e 149 em acerola (Salla et al., 2002). Em rambutan (*Nephelium lappaceum* L.), espécie da mesma família do guaraná, 73 bandas polimórficas foram suficientes para caracterizar acessos da coleção de germoplasma (Chew et al., 2002). O número elevado de bandas polimórficas sugere a presença de elevado polimorfismo entre os clones de guaraná.

Na matriz dos coeficientes de similaridade observou-se claramente que os coeficientes de similaridade variaram de 0,49 a 0,82, com similaridade média de 0,67. Os clones CMU948 e CMU949 foram os mais similares (0,82), enquanto CMA227 e CMA463 foram os menos similares (0,49). O grau de similaridade foi próximo ao observado em estudos da variabilidade intraespecífica de germoplasma de espécies alógamas, tais como 0,49 a 0,96, em rambutan (Chew et al., 2002); e 0,53 a 0,90 em pupunha (Sousa et al., 2001).

A presença de apenas dois indivíduos similares (CMU948 e CMU949) com valor máximo de similaridade genética (0,82) sugerem que a coleção conserva ampla variação genética (Figura 1). Os

clones predominantes na coleção são de Maués, isso pode significar que a região contém muita diversidade para ser explorada. Por outro lado, a falta de agrupamento relacionado com os locais de

coleta fortalece a idéia de que todo o germoplasma de guaraná realmente possa ter sido derivado da população de plantas cultivadas naquela região.



Figura 1. Dendrograma das similaridades genéticas entre germoplasma guaraná, método UPGMA.

Conclusões

Não houve associação da similaridade genética com os locais de coleta sugerindo que os clones avaliados possam ter sido derivado de populações de plantas com origem única.

Em função dos resultado, acredita-se que seria mais vantajoso um esforço de prospecção para localização de populações naturais na região de distribuição da espécie, alto do Rio Negro, no estado do Amazonas, do que novas coletas em áreas de.

Literatura Citada

- CHEW, P. C., CLYDE, M.M.; NORMAN, M.N.; SALMA, I. DNA polymorphism in accessions of *Nephelium lappaceum* L. In: RAO, V.R.; BROWN, A. H. D.; JACKSON, M. T. (Ed.). **Managing plant genetic diversity**. Roma: IPGRI, 2002. p.57-60, 2002.
- COLOMBO, C.; SECOND, G.; CHARRIER, A. Diversity within American cassava germ plasm based on RAPD markers. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v.23, n.1, p.189-199, 2000.
- FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. Brasília: Embrapa-CENARGEN, 1996, 220p..
- ROHLF, F.J. **Numerical taxonomy and multivariate analysis system**. Version 1.70. Exeter Software, Setauket, N.Y. 1992.
- SALLA, M. F. S; RUAS, C. de F.; RUAS, P. M.; CARPENTIERI-PÍPOLO, V. Uso de marcadores moleculares na análise da variabilidade genética em acerola (*Malpighia emarginata* D. C.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.15-22, 2002.
- SCROCH, P.; TIVANG, J.; NIENHUIS, J. Genetic relationships using RAPD Markers Data. In: APPLICATIONS OF RAPD TECHNOLOGY TO PLANT BREEDING, Minneapolis, 1992. **Proceedings**...Minneapolis: Crop Science Society of America, 1992, p.26-30.
- SOUZA, N. R.; RODRIGUES, D. P.; CLEMENT, C. R.; NAGÃO, E. O.; ASTOLFI FILHO, S. Discriminação de raças primitivas de pupunha (*Bactris gasipaes*) na amazônia brasileira por meio de marcadores moleculares (RAPDs). **Acta Amazônica**, Manaus, v.31, n.4, p.539-545, 2002.
- WILLIAMS, J.G.K.; KUBELIK, A. R.; LIVAK, K.J. et al. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. **Nucleic Acids Research**, Oxford, v.18, n.22, p.6531-6535, 1990.

Avaliação de Progênies e Clones de Guaranazeiros em Rondônia

Rogério Sebastião Corrêa da Costa¹, George Duarte Ribeiro¹, Vanda Gorete Souza Rodrigues¹

Introdução

O guaranazeiro (*Paullinia cupana* H.B.K.) é uma fruteira nativa da Amazônia e foi durante séculos utilizadas pelas civilizações indígenas, devido suas propriedades estimulantes e medicinais. O produto desponta como grande potencial para os mercados interno e externo, e vem sendo comercializado sob as formas de refrigerantes, bastão, pó e xarope. O Brasil, praticamente, é o único produtor mundial, com exceção de pequenas áreas plantadas na Amazônia venezuelana e peruana.

Em Rondônia é uma cultura de grande importância para a agricultura familiar rondoniense, uma vez que o guaraná é cultivado principalmente por pequenos produtores, envolvendo um grande contingente de mão-de-obra familiar. Nos municípios de Ariquemes e Machadinho do Oeste estão os maiores produtores, entretanto com a produtividade bastante variável, com plantas produzindo em média em torno de 300g/planta/ano. A alta desuniformidade dos cultivos deve-se, principalmente nos plantios realizados com sementes, aliado a incidência de doenças (antracnose e superbrotamento) e o ataque de tripses, e do baixo índice tecnológico utilizado. A utilização de clones tem possibilitado diminuir a grande variação fenotípica presente no guaranazeiro, selecionar materiais com ampla adaptabilidade, boa estabilidade e resistência a doenças, contribuindo para a melhoria na produtividade e qualidade do guaranazeiro.

O programa de melhoramento genético do guaranazeiro teve início em 1976, através da antiga Uepae de Manaus, hoje Embrapa Amazônia Ocidental, com a seleção fenotípica de matrizes em área de produtores. A partir de 1983, ensaios de avaliação de clones e progênies foram instalados na região Norte, Bahia e Mato Grosso. Os resultados com progênies não foram animadores, porém com relação aos clones foi possível identificar alguns materiais superiores. O objetivo deste trabalho é apresentar uma revisão resumida dos trabalhos com progênies e clones de guaranazeiro em Rondônia.

¹Pesquisadores da Embrapa Rondônia, BR 364 Km 5,5 , Caixa Postal 406, Porto Velho, Rondônia. rogerio@cpafrro.embrapa.br

Material e Métodos

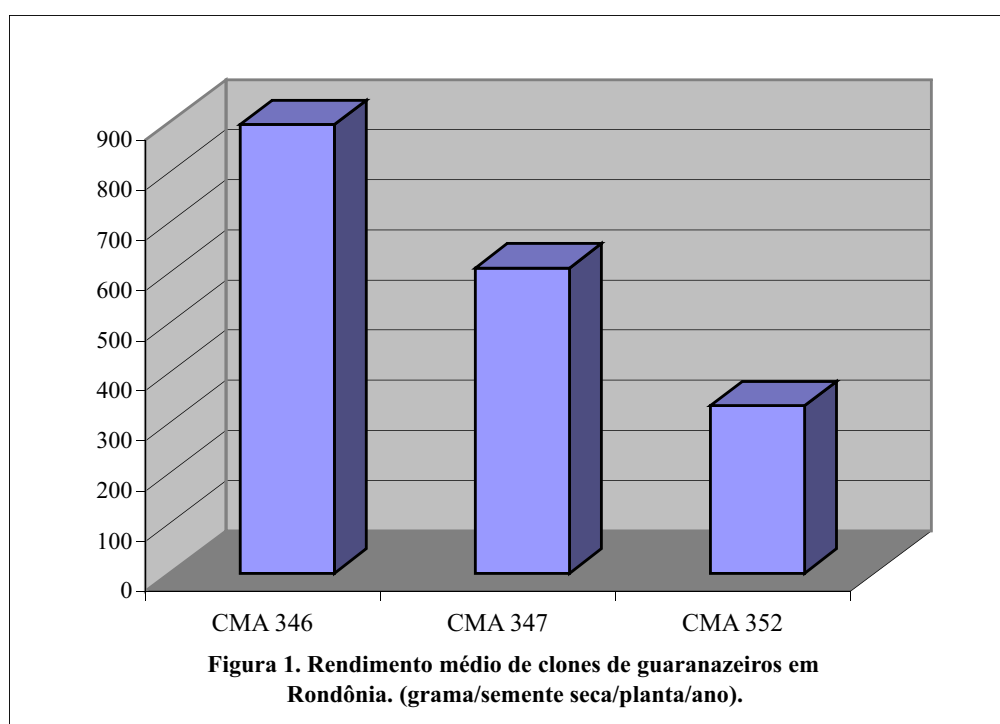
Em Rondônia foram realizados três ensaios, sendo dois no campo experimental da Embrapa Rondônia em Porto Velho e o terceiro em uma propriedade particular no município de Ariquemes. A área experimental em Porto Velho apresenta um solo era do tipo Latossolo amarelo. No primeiro experimento foram testados vinte e uma matrizes de guaranazeiro, selecionadas em Maués. No segundo ensaio foram testados três clones (CMA 346, CMA 352 e CMA 347) e diferentes níveis de adubação, sendo utilizadas mudas oriundas da Embrapa Amazônia Ocidental. Em Ariquemes o ensaio foi implantado em um solo do tipo Latossolo vermelho amarelo, textura média, sendo introduzidos 15 clones oriundos da Embrapa Amazônia Ocidental.

Resultados e Discussão

No primeiro ensaio em Porto Velho destacaram-se as seguintes progênies, nas variáveis desenvolvimento vegetativo e produção: RO 80-8(MAU M-5); RO 80-5(MAU M-19); RO 80-3(MAU M-32); RO 80-9(MAU M-2) e RO 80-7(MAU M-1).

Na figura 1 são apresentados os dados médios de quatro safras dos clones de guaranazeiros testados no segundo ensaio em Porto Velho. Os clones mais produtivos, independente da adubação, foram o CMA 346, que obteve uma produção média por planta de 895 g de semente seca/ano e CMA 347 com 609 g de sementes seca/ano.

No ensaio em Ariquemes onde estavam sendo testados 15 clones foi possível realizar apenas as avaliações de desenvolvimento vegetativo, devido o cancelamento do ensaio, destacando-se clones CMA 203, CMA 224 e CMA 227, com os maiores índice médios de sobrevivência e maiores comprimentos de ramos.



Repetibilidade do Caráter Produção de Sementes Secas por Ramete em Clones de Guaraná¹

Firmino José do Nascimento Filho², André Luiz Atroch³, Cosme Damião Cruz⁴, Pedro Crescêncio Souza Carneiro⁴

Introdução

A estimação do coeficiente de repetibilidade só é possível quando a característica em estudo for avaliada mais de uma vez no mesmo indivíduo durante o decorrer de sua existência. TURNER e YOUNG (1969), consideram este coeficiente a medida da consistência da posição relativa em relação à classificação dos indivíduos durante as sucessivas medições.

O coeficiente de repetibilidade de uma característica segundo LUSH, (1964), ABEYWARDENA, (1972), KEMPTHORNE, (1973) e CRUZ & REGAZZI, (1997), pode ser conceituado, estatisticamente, como sendo a correlação entre as medidas em um mesmo indivíduo feitas sob variações no tempo ou no espaço. Para CHAPMAN, 1985, ele representa a proporção da variância fenotípica total de um caráter que é explicada por diferenças permanentes entre indivíduos. Estas diferenças são ocasionadas por variações proporcionadas pelo genótipo e pelas alterações permanentes atribuídas ao ambiente comum. De acordo com FALCONER (1989), não apenas as diferenças permanentes entre indivíduos, mas também as diferenças causadas pelo ambiente temporário contribuem para a variância fenotípica total. Esta variância só poderá ser parcelada em variância dentro de indivíduos e variância entre indivíduos quando forem feitas várias medidas de um caráter em cada indivíduo. Esta subdivisão da variação fenotípica servirá para mostrar quanto pode ser ganho pela repetição das medidas e esclarecer sobre a natureza da variação causada pelo ambiente. O componente dentro de indivíduos reflete as variações entre desempenhos sucessivos do indivíduo, causadas somente por diferenças temporárias de ambiente, enquanto o componente entre indivíduos é parcialmente causado pelo ambiente e por diferenças genéticas. Neste caso, a parte de ambiente é causada por circunstâncias que afetam permanentemente os indivíduos. Desse modo, de acordo com FALCONER, (1981) e CRUZ e REGAZZI (1997), a variância causada por circunstâncias temporárias de ambiente é separada do resto e pode ser quantificada.

¹Trabalho extraído da tese de doutorado do primeiro autor. ⁽²⁾ Eng. Agr., Dr., Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, e-mail: firmino@cpaa.embrapa.br ⁽³⁾ Eng. Agr., Doutorando., Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Caixa Postal 319, CEP69011-970, Manaus, AM. E-mail: atroch@cpaa.embrapa.br ⁽⁴⁾ Eng. Agr., Dr., Professor do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa.

A repetibilidade representa o máximo valor que a herdabilidade em sentido amplo pode atingir. Quando a variância proporcionada pelos efeitos permanentes do ambiente é minimizada, a repetibilidade aproxima-se da estimativa da herdabilidade (CRUZ e REGAZZI, 1997). Se o valor da estimativa de repetibilidade for alto, a seleção com base em uma única ou poucas observações será eficiente, e se o valor da estimativa for baixo, será necessário calcular a média de várias observações para alcançar a mesma eficiência de seleção (LUSH, 1964; TURNER e YOUNG, 1969; CRUZ e REGAZZI, 1997).

Segundo CORNACCHIA et al. (1995), CRUZ e REGAZZI (1997), PEREIRA et al. (1998) e FERREIRA et al. (1999), as estimativas dos coeficientes de repetibilidade permitem determinar o número de medições necessárias que devem ser feitas em cada indivíduo ao longo do tempo, para que haja eficiência na seleção fenotípica realizada entre os genótipos, podendo assim reduzir os custos e a mão-de-obra. Para FALCONER (1981) e CRUZ e REGAZZI (1997) deve também ser levado em consideração que as estimativas de repetibilidade variam de acordo com a natureza da característica, com as propriedades genéticas da população e com as condições sob as quais os indivíduos são mantidos.

Caso o genótipo do indivíduo em que as medidas repetidas forem feitas não se encontrar estabilizado, CRUZ e REGAZZI (1997) chamam a atenção a três aspectos que deverão ser considerados: i) a variação dentro de indivíduos incluirá uma porção considerável da variância da interação do

genótipo com os efeitos de ambiente temporários; ii) o aumento do número de repetição de medidas, com a finalidade de reduzir o componente, poderá não ser mais vantajoso, pois a variância adicional, proporcionada pela interação entre genótipos e o ambiente temporário, poderá ser suficiente para neutralizar aquela redução; e iii) as expressões descritas na literatura para o cálculo da repetibilidade poderão não ter validade.

Estudos de repetibilidade já foram aplicados ao melhoramento de diversas culturas perenes como a do dendê (CEDILLO, 2003), a do café (BONOMO, 2002), a do cajueiro-anão (CAVALCANTI et al., 2000), a do cacauzeiro (CARVALHO, 1999; DIAS e SOUZA, 1993), a do cupuaçuzeiro (COSTA et al., 1997), a da erva-mate (REZENDE et al., 1995b), a da seringueira (GONÇALVES et al., 1990), a do coqueiro (SIQUEIRA, 1982) e a do próprio guaranazeiro envolvendo as seguintes características: tamanho da inflorescência, número de botões florais e número de frutos por inflorescência e o número de sementes por frutos (VALLOIS et al., 1979). Estes autores, afirmam que no processo seletivo envolvendo o melhoramento de espécies perenes, a estimativa do coeficiente de repetibilidade é de grande importância, pois se espera que avaliações feitas através de medidas repetidas sobre uma característica em um grupo de indivíduos, a classificação de cada um, em relação aos demais, mantenha-se inalterada em todas as avaliações.

Para o guaranazeiro a característica produção de sementes secas por ramete é, atualmente, a mais importante no programa melhoramento genético da cultura, haja vista que o principal objetivo é o incremento da produtividade através da seleção dos clones com maiores produções. Para isso há a necessidade de se realizar várias colheitas durante a fase produtiva que é iniciada a partir do segundo ano pós-plantio onde até então são necessários as devidas manutenções e os tratos culturais de acordo com o sistema de produção da cultura. Outro aspecto a considerar é a biologia reprodutiva da espécie que, nas condições do estado do Amazonas, permite ocorrência da colheita apenas uma vez por ano, porém necessitando de até quinze coletas dos frutos em um ramete, para se colher todos os frutos. Estas coletas são por ramete e em dias diferentes, variando de acordo com o genótipo e as condições ambientais. Atualmente, para que a avaliação dos clones e, conseqüentemente, a seleção dos mais produtivos, sejam feitas com maior segurança são necessários repetir esta operação durante 5 a 6 anos consecutivos. Estas características da colheita dos frutos maduros de guaraná fazem com que essa operação seja a que mais onera os custos do programa de melhoramento.

Assim, o presente trabalho foi desenvolvido com os seguintes objetivos: i) estimar o coeficiente de repetibilidade para a característica produção de sementes secas por ramete de guaraná; ii) estimar o número mínimo de medições necessárias para predizer o valor real dos genótipos, com base em cinco coeficientes de determinação preestabelecidos (0,80, 0,85,

0,90, 0,95 e 0,99); iii) calcular o coeficiente de determinação genotípico para a referida característica, com base na média dos quatro anos de produção e na estimação dos coeficientes de repetibilidade obtidos.

Materiais e Métodos

Materiais

Em 1996 implantou-se, em campos experimentais da Embrapa Amazônia Ocidental, uma rede de ensaios com dez experimentos em três municípios do Estado do Amazonas. O objetivo foi avaliar 27 clones de guaraná pré-selecionados (NASCIMENTO FILHO e GARCIA, 1993), em diferentes condições ambientais.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados (PIMENTEL GOMES, 1981) com duas repetições e três plantas por parcela em espaçamento 5 x 5 m.

A partir do segundo ano pós-plantio, na fase produtiva, avaliou-se a produção de sementes secas por ramete de acordo com SMYTH e CRAVO (1989), durante quatro anos consecutivos: 1998, 1999, 2000 e 2001.

Métodos

Em ensaios com delineamentos experimentais, em que são tomadas sucessivas medições no tempo, existem diferentes modelos estatísticos que podem ser empregados para descrever o caráter medido no i-ésimo genótipo e no j-ésimo tempo. Assim, pode-se ajustar modelo de parcelas subdivididas, modelo em fatorial e fatorial reduzido, entre outros. Segundo

CARVALHO (1999), as estimativas de repetibilidade como correlação entre medidas sucessivas (médias de unidades experimentais tomadas nas sucessivas medições), assumem sempre o mesmo valor, independente do modelo estatístico empregado, bem como das restrições, das naturezas e das pressuposições utilizadas para os efeitos de cada modelo.

Para estimar com maior consistência o coeficiente de repetibilidade (r), e permitir inferências confiáveis foram utilizados quatro procedimentos além da estimação do número mínimo de observações e do coeficiente de determinação.

Método da Análise de Variância

Uma simplificação no processamento de dados pode ser obtida, adotando-se um modelo reduzido, a partir do modelo fatorial, que utiliza as médias das unidades experimentais de cada genótipo em cada ano (CRUZ e REGAZZI, 1997).

Método dos Componentes Principais

Segundo ABEYWARDENA (1972), o coeficiente de repetibilidade estimado com base na técnica dos componentes principais é mais estável e eficiente, sendo principalmente indicado para situações em que os genótipos avaliados apresentam comportamento cíclico em relação ao caráter em estudo. Neste caso, CRUZ e REGAZZI (1997) chama atenção ao fato das produções entre os materiais genéticos variar de maneira e intensidade diferentes e cujos efeitos não serem eliminados do erro

experimental com a utilização do método da análise de variância. O método dos componentes principais permite estimar o coeficiente de repetibilidade através de dois procedimentos:

- i) utilizando a matriz de correlações e
- ii) utilizando a matriz de variâncias e covariâncias fenotípicas.

Método da Análise Estrutural com Base na Matriz de Correlações

A obtenção do coeficiente de repetibilidade mediante o método da análise estrutural apresenta apenas diferenças conceituais em relação ao método baseado nos componentes principais. MANSOUR et al. (1981), autores deste método, consideram R a matriz paramétrica de correlações entre tratamentos, em cada par de avaliações e, seu estimador.

Estimação do Número Mínimo de Observações e do Coeficiente de Determinação

Uma vez obtido o coeficiente de repetibilidade, estimou-se o número mínimo de medições que devem ser realizadas para prever o valor real dos indivíduos, com base em um coeficiente de determinação (R^2) preestabelecido. A predição desse valor foi realizada com base na expressão (LUSH, 1964): Todas as análises estatísticas foram feitas utilizando-se o programa computacional GENES (CRUZ, 2001).

Resultados e Discussão

Análise de Variância

A análise de variância da produção de sementes secas de rametes de clones de guaraná, avaliados em quatro anos consecutivos, em dez diferentes condições ambientais está apresentada no Quadro 1. Detectaram-se diferenças significativas, a 1 e 5% de probabilidade, entre os clones, indicando existência de heterogeneidade no material genético e possibilidade de êxito com a seleção daqueles mais promissores.

A produção média de sementes secas variou de 260 a 765 g por ramete (Quadro 1), com os coeficientes de variação entre 53,78 a 73,34% que, segundo NASCIMENTO FILHO et al. (2000), são considerados de média precisão. Estes

autores analisando dados de treze experimentos de competição de clones de guaraná avaliados num período variando de quatro até nove anos consecutivos, obtiveram um coeficiente de variação médio em torno de 74% para as análises individuais e para a análise combinada esse coeficiente foi de 92,17%. Ainda, num estudo de interações de clones de guaraná por locais, por tipo de solos, em relação à vegetação preexistente ao plantio, e de clones por sistemas de cultivos obteve-se um coeficiente de variação médio de 61,5%, em relação a todas as interações, com variação de 42,30 a 82,49% que segundo a classificação de coeficientes de variação em guaraná, apresentada por ATROCH e NASCIMENTO FILHO (2004), indicam uma precisão experimental média.

Quadro 1. Resumo das análises de variância da variável produção de sementes secas por ramete de clones de guaraná testados em solos caracterizados pelo tipo de vegetação capoeira, mata primária e mata secundária e em dois sistemas de cultivo, com e sem o uso de adubação, avaliados em diferentes ambientes durante quatro anos consecutivos (1998, 1999, 2000 e 2001) nos municípios de Manaus, Maués e Iranduba, no estado do Amazonas

F.V.	G.L.	Ambientes				
		01	02	03	04	05
Ano	3	3326954,6688	729842,9021	1075788,9652	3343406,1325	223471,9959
Clone	26	306775,1432*	190043,0265**	139021,5396**	304145,6587*	377893,5285**
Resíduo	78	167159,3074	81129,4622	58129,2489	158430,8172	122621,0484
Média		557,44	475,19	435,03	594,15	539,41
CV (%)		73,34	59,94	55,42	66,99	64,92

F.V.	G.L.	Ambientes				
		06	07	08	09	10
Ano	3	625714,3462	647317,2809	1829920,8588	1488469,4591	810298,6545
Clone	26	124510,6424ns	520538,7517**	386227,157**	423183,3185**	69733,504**
Resíduo	78	96099,5547	169283,2175	130023,9317	111847,2131	29707,419
Média		426,41	765,01	550,99	576,07	260,06
CV (%)		72,70	53,78	65,44	58,06	66,28

*, **Significativos, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Ambientes: 01 = Iranduba, mata secundária, com adubação; 02 = Iranduba, mata secundária, sem adubação; 03 = Manaus, mata secundária, com adubação; 04 = Manaus, mata secundária, sem adubação; 05 = Manaus, capoeira, com adubação; 06 = Manaus, capoeira, sem adubação; 07 = Maués, mata primária, com adubação; 08 = Maués, mata primária, sem adubação; 09 = Maués, capoeira, com adubação; 10 = Maués, capoeira, sem adubação.

Mesmo estando classificado como coeficientes de variação experimental de média precisão, suas elevadas magnitudes, em parte, podem ser causadas pelas diferenças nas condições das mudas, pela necessidade de replantios e, principalmente, pelas maiores produções das plantas dentro de parcelas e, ou, ainda entre as repetições nas quais as plantas tiveram inicialmente um melhor desenvolvimento vegetativo, em função de desuniformidade na conformação das copas (comprimento dos ramos, número de ramos e número de folhas) dos clones em relação a seus rametes.

BONOMO (2002) em estudos de progênies de cafeeiros, que é uma espécie perene a exemplo do guaranazeiro, expõe que, além das diferenças nas condições das mudas e necessidade de replantios, as altas magnitudes dos coeficientes de variação experimental podem também estar associados, em parte, às pequenas diferenças nos tratos culturais aplicados à cultura.

As correlações entre as produções anuais de sementes secas em gramas por ramete estão apresentadas no Quadro 2. De modo geral, as correlações foram não-significativas e aquelas significativas foram de baixa magnitude, indicando comportamento diferenciado dos clones entre os anos, requerendo, portanto, maior atenção nos critérios de seleção e, ou, indicações. Esta observação confirma os resultados encontrados por NASCIMENTO FILHO et al. (2000a) em experimentos de avaliação de clones quanto à produção, onde detectaram efeitos significativos da interação clones x anos. Esta interação, de

um lado dificulta a seleção e, por outro, aumenta os custos de condução das pesquisas por se tornar necessário maior número de anos para avaliação no sentido de se conseguir estimativas que garantam uma melhor seleção e recomendação de clones. Em avaliação de cultivares de alfafa com base em caracteres forrageiros, FERREIRA et al. (1999) encontrou resultados semelhantes.

Apesar da baixa correlação manifestada na maioria dos pares de anos considerados, constata-se haver melhor consistência nas medições referente às duas últimas produções representadas pelos anos 2000 e 2001, conforme verificado nos ambientes 4, 7, 8, 9 e 10. No ambiente 8, por exemplo, esta correlação foi de alta magnitude ($r = 0,8694$).

ESCOBAR (1984b), avaliando a produção de sementes secas de plantas de pé-franco (oriundas de sementes) por seis anos, verificou que as correlações de médias acumuladas de ano em ano e de médias bianuais com a média geral, dos seis anos, aumentaram com a idade das plantas, concluindo que a avaliação com base nos três primeiros anos foi suficiente para estimar com boa precisão a produção média dos seis anos. Ainda, neste mesmo estudo, o autor verificou que as correlações devidas às associações da produção do primeiro ano com o segundo, do segundo com o terceiro e sucessivamente até o sexto ano aumentaram, com exceção do quarto ano que devido a um efeito climático ou nutricional as plantas tiveram baixas produções. Este aumento na magnitude das correlações se dá em virtude do aumento do número de plantas que vão se tornando

produtivas ao longo dos anos, uma vez que para mudas oriundas de sementes a estabilidade produtiva ocorre em torno do quinto ano de produção.

Segundo NASCIMENTO FILHO et al. (2000b), em plantas propagadas vegetativamente o processo de estabilização da produção se inicia após o terceiro ano do plantio, caso não haja

nenhum efeito climático que interfira negativamente no desenvolvimento geral dos clones.

Neste estudo, verifica-se no Quadro 2 que houve uma tendência de estabilização da produção a partir do ano de 2000. Este atraso na estabilização ocorreu, principalmente, em função de um veranico ocorrido em 1997.

Quadro 2. Estimativa dos coeficientes de correlação intraclasse da combinação de anos, da variável produção de sementes secas por ramete de clones de guaraná testados em solos caracterizados pelo tipo de vegetação capoeira, mata primária e mata secundária e em dois sistemas de cultivo, com e sem o uso de adubação, avaliados em diferentes ambientes durante quatro anos consecutivos (1998, 1999, 2000 e 2001) nos municípios de Manaus, Maués e Iranduba, no estado do Amazonas

Pares de Anos	Ambientes									
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
1998-1999	0,5854 **	0,5917 **	0,3416 ns	0,0982 ns	0,3156 ns	-0,0396 ns	0,5648 **	0,2892 ns	0,1316 ns	0,3508 ns
1998-2000	0,0343 ns	0,3670 ns	0,3905 *	0,2055 ns	0,1888 ns	-0,1057 ns	0,2388 ns	-0,0044 ns	-0,0016 ns	0,3575 ns
1998-2001	-0,0112 ns	-0,2143 ns	-0,0210 ns	0,1295 ns	0,3731 ns	0,1122 ns	-0,0821 ns	-0,0546 ns	0,2819 ns	-0,0035 ns
1999-2000	0,0645 ns	0,5517 **	0,4455 *	-0,1829 ns	0,5283 **	0,2792 ns	0,3763 ns	0,3358 ns	0,6486 **	0,4349 *
1999-2001	0,4095 *	-0,0223 ns	0,1961 ns	-0,1073 ns	0,4630 *	0,1954 ns	0,1821 ns	0,1751 ns	0,6195 **	0,1116 ns
2000-2001	0,2386 ns	0,2765 ns	0,1946 ns	0,5840 **	0,3573 ns	0,0048 ns	0,7222 **	0,8694 **	0,6975 **	0,6505 **

*, **Significativos, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t. ns Não-significativo, a 5%.

Ambientes: 01 = Iranduba, mata secundária, com adubação; 02 = Iranduba, mata secundária, sem adubação; 03 = Manaus, mata secundária, com adubação; 04 = Manaus, mata secundária, sem adubação; 05 = Manaus, capoeira, com adubação; 06 = Manaus, capoeira, sem adubação; 07 = Maués, mata primária, com adubação; 08 = Maués, mata primária, sem adubação; 09 = Maués, capoeira, com adubação; 10 = Maués, capoeira, sem adubação.

No Quadro 3 encontram-se as estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r) e de determinação (R^2) para a variável produção de sementes secas, em gramas, por ramete de clones de guaraná, com base em quatro metodologias. As estimativas de repetibilidade obtidas, de modo geral, foram relativamente baixas variando de acordo com as metodologias utilizadas e em relação aos ambientes onde os clones foram testados. A média encontrada para as estimativas dos coeficientes de

repetibilidade e de determinação, com base nos quatro anos de avaliação (1998, 1999, 2000 e 2001), foi de 0,3544 e 63,89%, respectivamente, indicando ser necessárias várias medições para acessar o valor genotípico dos clones de guaraná.

As baixas estimativas do coeficiente de repetibilidade implicam em dificuldades para o melhorista em identificar os melhores materiais genéticos a partir de poucas medições (FERREIRA et al., 1999).

Quadro 3. Estimativas dos coeficientes de repetibilidade (r) e de determinação (R^2) da variável produção de sementes secas por ramete de clones de guaraná, avaliados em diferentes ambientes representados por solos caracterizados pelo tipo de vegetação capoeira, mata primária e mata secundária e em dois sistemas de cultivo, com e sem o uso de adubação, nos municípios de Manaus, Maués e Iranduba, no estado do Amazonas, nos anos de 1998, 1999, 2000 e 2001.

Ambientes	Métodos							
	Anova		Componentes Principais (Covariância)		Componentes Principais (Correlação)		Análise Estrutural de Correlação (r médio)	
	r	R ² (%)	r	R ² (%)	r	R ² (%)	r	R ² (%)
01	0,1727	45,51	0,6136	86,40	0,2488	56,98	0,2202	53,04
02	0,2513	57,31	0,3372	67,05	0,3377	67,10	0,2584	58,22
03	0,2581	58,19	0,3566	68,91	0,2817	61,07	0,2579	58,16
04	0,1869	47,91	0,6002	85,73	0,2356	55,22	0,1212	35,55
05	0,3423	67,55	0,4638	77,58	0,3768	70,75	0,3710	70,23
06	0,6380	22,82	0,3976	72,53	0,1165	34,54	0,0744	24,32
07	0,3416	67,48	0,4220	74,49	0,3462	67,93	0,3337	66,70
08	0,3300	66,33	0,7098	90,73	0,3349	66,82	0,2684	59,48
09	0,4103	73,57	0,6951	90,12	0,4510	76,67	0,3962	72,41
10	0,2520	57,40	0,7122	90,83	0,3348	66,82	0,3169	64,99

Ambientes: 01 = Iranduba, mata secundária, com adubação; 02 = Iranduba, mata secundária, sem adubação; 03 = Manaus, mata secundária, com adubação; 04 = Manaus, mata secundária, sem adubação; 05 = Manaus, capoeira, com adubação; 06 = Manaus, capoeira, sem adubação; 07 = Maués, mata primária, com adubação; 08 = Maués, mata primária, sem adubação; 09 = Maués, capoeira, com adubação; e 10 = Maués, capoeira, sem adubação.

Entre os métodos utilizados, o de componentes principais utilizando covariâncias foi o que apresentou os maiores valores de coeficiente de repetibilidade. Uma explicação para os baixos valores do coeficiente de repetibilidade no método da Anova pode ser os altos valores do quadrado médio do resíduo, evidenciados pelos elevados coeficientes de variação experimental. Para os outros dois métodos, os baixos valores dos coeficientes de repetibilidade podem estar relacionados, em parte, pelas baixas correlações (Quadro 2), utilizadas pelo método dos componentes principais e pela análise estrutural de correlação. Pode-se pressupor, ainda, que se os experimentos fossem instalados com maior número de repetições haveria possibilidade de diminuição de erros experimentais e, conseqüentemente, a classificação em relação à eficiência dos métodos poderiam não ser a mesma.

Os coeficientes de determinação foram baixos quando estimados pelas metodologias da Anova, componentes principais utilizando correlações e método da análise estrutural. Na metodologia dos componentes principais utilizando as covariâncias a média dos coeficientes de determinação (R^2) foi de 80,44%, com uma variação de 67,05 a 90,83% (Quadro 3).

Embora não existindo, na literatura, estudos específicos de repetibilidade envolvendo a característica de produção de sementes secas por ramete de clones de guaraná, ESCOBAR (1986) considerando o fato de que o guaranazeiro é, por natureza, uma espécie altamente heterogênea, prevê que as variações entre plantas, clones e anos serão sempre maiores nos primeiros anos de colheitas, concluindo que, provavelmente, sejam necessários vários anos de acompanhamento da produção para quantificar com precisão o potencial produtivo de clones de guaraná em

avaliação. Este fato é confirmado pela correlação intraclasse da combinação de anos, para a variável produção, (Quadro 2), onde se verifica que as magnitudes das correlações envolvendo o primeiro ano de produção, 1998, foram muito baixas mesmo para as de efeito significativo, tanto a 5% quanto a 1% de probabilidade, pelo teste "t".

Com base nos coeficientes de repetibilidade encontrados através dos métodos da Anova (M_1) e de Componentes Principais, com base na matriz de correlação (M_2), estimou-se o número de medições que devem ser realizadas para prever o real valor dos clones, com base em coeficientes de determinação (R^2) preestabelecidos (Quadro 4).

Considerando-se que, entre os clones de guaraná, possa ocorrer oscilações de produção de um ano para outro, os resultados apresentados são os obtidos pelo método dos componentes principais com base na matriz de correlações que, segundo CRUZ e REGAZZI (1997), neste caso, essa metodologia é a mais apropriada. No Quadro 4 observa-se que, para uma acurácia de 80% os menores números de medições da produção de sementes secas por ramos necessários para prever o real valor dos clones foi de 7,55 (M_2), no ambiente 7, e de 4,87 medidas no ambiente 9 os quais representam o município de Maués, utilizando o sistema de cultivo com adubação sendo o solo com tipo de vegetação de mata primária e capoeira,

respectivamente. Com base no estudo de adaptabilidade e estabilidade com os mesmos materiais genéticos verificou-se que os ambientes 7 e 9 foram classificados como favoráveis os quais permitiram maior expressão genotípica dos clones e em cujos ambientes também ocorreram um dos menores coeficientes de variação experimental. Calculando-se a média do número de medições entre estes dois ambientes representativos de condições favoráveis ao desenvolvimento e à produção de sementes secas por ramos de clones de guaraná observa-se que haverá a necessidade de no mínimo 6 anos de avaliação efetiva ou 8 anos a partir do ano de plantio considerando um controle rigoroso do experimento e eliminando das análises informações geradas em anos atípicos ao bom desenvolvimento das fases fenológicas do guaranazeiro.

Este número mínimo de 6 anos coincide com o período de avaliação de clone realizada no programa de melhoramento clonal do guaraná, na Embrapa Amazônia Ocidental em Manaus. A definição desse período foi embasada tanto em conhecimentos do comportamento de plantas no cultivo tradicional, cuja reprodução é feita por sementes, quanto no acompanhamento da avaliação de ramos em plantios clonais, principalmente, ao nível de campo, desde 1978.

Quadro 4 Estimativa do número de anos de colheita associado a diferentes graus de determinação do valor genotípico (R^2) por dois métodos de estimação de repetibilidade (M_1 e M_2) com base na variável produção anual de sementes secas por ramete de clones de guaraná testados em solos caracterizados pelo tipo de vegetação capoeira, mata primária e mata secundária e em dois sistemas de cultivo, com e sem o uso de adubação, avaliados em diferentes ambientes durante quatro anos consecutivos (1998, 1999, 2000 e 2001) nos municípios de Manaus, Maués e Iranduba, no estado do Amazonas.

Ambientes	Número de Medições para Certos R^2 (%)									
	80		85		99		90		95	
	M^1	M^2	M^1	M^2	M^1	M^2	M^1	M^2	M^1	M^2
1	19,16	12,08	27,14	17,11	43,10	27,18	90,99	57,38	474,12	298,96
2	11,92	7,85	16,88	11,12	26,82	17,65	56,61	37,27	294,98	194,18
3	11,50	10,20	16,29	14,45	25,87	22,95	54,61	48,45	284,57	252,45
4	17,40	12,98	24,65	18,38	39,14	29,19	82,63	61,63	430,56	321,13
5	7,69	6,62	10,89	9,37	17,29	14,89	36,51	31,43	190,22	163,75
6	54,12	30,32	76,67	42,96	121,77	68,23	257,07	144,03	1339,46	750,49
7	7,71	7,55	10,92	10,70	17,35	16,99	36,63	35,88	190,85	186,94
8	8,12	7,95	11,50	11,26	18,27	17,88	38,57	37,74	200,97	196,63
9	5,75	4,87	8,14	6,90	12,93	10,96	27,30	23,13	142,26	120,52
10	11,88	7,95	16,82	11,26	26,72	17,88	56,41	37,74	293,91	196,66

Ambientes: 01 = Iranduba, mata secundária, adubação; 02 = Iranduba, mata secundária, sem adubação; 03 = Manaus, mata secundária, adubação; 04 = Manaus, mata secundária, sem adubação; 05 = Manaus, capoeira, adubação; 06 = Manaus, capoeira, sem adubação; 07 = Maués, mata primária, adubação; 08 = Maués, mata primária, sem adubação; 09 = Maués, capoeira, adubação; e 10 = Maués, capoeira, sem adubação.

De uma maneira geral os baixos valores dos coeficientes de repetibilidade indicam que não houve regularidade na repetição do caráter de uma colheita para outra. Portanto, para se predizer o valor real dos clones com 90% de certeza de se estar avaliando o real valor de cada um deles pelo método dos Componentes Principais, com base na matriz de correlação (M_2) (Quadro 4) envolvendo, os ambientes, 7 e 9 seriam necessários, em média, 14 anos de avaliação de produções efetivas, contabilizando 1 ano para a formação das mudas e preparo da área para o plantio, mais os dois anos para o estabelecimento dos rames ao nível de campo, seria necessário um prazo de 17 anos.

Deve-se considerar que as estimativas de repetibilidade não só variam em relação à natureza da característica que está sendo analisada, mas também com as propriedades genéticas da população e das condições a que os indivíduos são

submetidos (CRUZ e REGAZZI, 1997). Isto pode ser verificado para o ambiente 6 (Manaus, capoeira, sem adubo) considerado desfavorável para se obter a predição do real valor dos clones com uma acurácia de, no mínimo, 80% conforme os resultados das análises pelo método dos Componentes Principais com base na matriz de correlação (M_2) (Quadro 4), seria praticamente inviável, visto que, segundo ESCOBAR (1986) a longevidade da cultura é de aproximadamente 30 anos e, neste caso haveria a necessidade de avaliação durante toda vida útil dos rames, pois, nas condições do Estado do Amazonas, a produção ocorre apenas uma vez por ano.

O ambiente 6 foi o que apresentou o maior coeficiente de variação experimental. Portanto, esta falta de precisão pode ter contribuído para as subestimativas dos coeficientes de repetibilidade e assim superestimado o número necessário de anos de colheita para a avaliação. Neste

caso, uma estratégia que o programa de melhoramento genético do guaranazeiro poderia adotar para obter o número mínimo de medidas necessárias para obter o real valor dos clones e com maior acurácia seria submetê-los a ambientes de alta potencialidade, a exemplo do ambiente 7 e procurar meios mais eficientes para aumentar a precisão experimental para reduzir o custo e a mão-de-obra necessária ao trabalho de seleção e recomendação de clones produtivos e resistentes às doenças.

Conclusões

- As estimativas de repetibilidade obtidas, de modo geral, foram relativamente baixas, variando de acordo com as metodologias utilizadas e com relação aos ambientes. Assim, embora existindo heterogeneidade no material genético e possibilidade de êxito na seleção e indicação de clones promissores, é necessário maior cuidado, nos critérios para sua realização.

- A maioria das correlações entre anos foi não-significativa. Já as correlações significativas apresentaram baixa magnitude, indicando comportamento diferenciado dos clones entre anos.

- Pela significância das correlações entre as produções nos anos de 2000 e 2001 em determinadas condições de cultivo, pode-se inferir que houve início de estabilização na produção dos clones.

- As condições de cultivo influenciaram as estimativas do número mínimo de medidas necessárias para a avaliação do real valor dos clones de guaraná.

- Uma estratégia que pode ser adotada para reduzir o número de mensurações de colheitas e, ou, anos de avaliações e com boa acurácia sobre o valor genotípico é melhorar a precisão experimental, bem como realizar as avaliações em ambientes de alta potencialidade.

- Considerando os quatro anos de avaliação da produção, o número mínimo de seis medições necessárias para se obter o real valor genotípico dos clones foi coincidente com o número de avaliações realizadas pelo Programa de Melhoramento Genético do Guaraná, da Embrapa Amazônia Ocidental.

Referências Bibliográficas

ABEYWARDENA, V. An application of principal analysis in genetics. **Journal of Genetics**, Hyderabad, v.61, n.1, p. 27-51, 1972.

ATROCH, A.L.; NASCIMENTO FILHO, F.J. do. Classificação do coeficiente de variação na cultura do guaranazeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém. n.41, p.193-201, jan./jun. 2004.

BONOMO, P. **Metodologias biométricas para seleção de progênies no melhoramento genético do cafeeiro**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 124p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) Universidade Federal de Viçosa, 2002.

CARVALHO, C.G.P. **Repetibilidade e seleção de híbridos de cacauero**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 176p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) Universidade Federal de Viçosa, 1999.

CAVALCANTI, J.J.V.; PINTO, C.B.P.; CRISÓSTOMO, J.R.; FERREIRA, D.F. Análise dialéctica para a avaliação de híbridos interpopulacionais de cajueiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.1567-1575, 2000.

CEDILLO, D.S.O. **Análises biométricas aplicadas ao melhoramento de dendê (*Elaeis guineensis*, Jacq)**. Viçosa: UFV, 2003. 94p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) Universidade Federal de Viçosa, 2003.

CHAPMAN, A.B. **General and quantitative genetics**. Amsterdam: Elsevier Science, 1985. 408p.

CORNACCHIA, G., CRUZ, C.D., PIRES, I.E. Estimativas do coeficiente de repetibilidade para características fenotípicas de procedências de *Pinus tecunumanii* (Schw.) Eguluz & Perry e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barret & Golfari. **Revista Árvore**, v.19, n.3, p.333-345, 1995.

COSTA, J.G.; LEDO, A.S.; OLIVEIRA, M.N. Estimativas de repetibilidade de características de frutos de cupuaçuzeiro no Estado do Acre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.19, p.313-318, 1997.

CRUZ, C.D. **Programa GENES: versão Windows - Aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: Editora UFV, 2001. 648p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: Editora UFV. 1997. 390p.

DIAS, L.A.S.; SOUSA, C.A.S. Aplicação do coeficiente de repetibilidade na seleção de cacaueros em plantação comercial. **Revista Brasileira de Genética**, v.16, p.364, 1993.

ESCOBAR, J.R. **Herdabilidade de alguns caracteres da fase juvenil de clones de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*)**. Manaus: EMBRAPA-UEPAE Manaus, 1986. p.23. (EMBRAPA-UEPAE Manaus. BOLETIM DE PESQUISA, 6).

ESCOBAR, J.R.; CORRÊA, M.P.F.; AGUILERA, F.J.P. Estruturas florais, floração e técnicas para polinização controlada do guaranzeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO GUARANÁ, 1., 1983, Manaus. **Anais...** Manaus: EMBRAPA UEPAE de Manaus, 1984a. p. 240-256.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Tradução de M.A. SILVA; J.C. SILVA. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1981. 279p.

FALCONER, D.S. **Introduction to quantitative genetics**. London: Longman, 1989. 438p.

FERREIRA, R.P.; BOTREL, M.A.; PEREIRA, A.V.; CRUZ, C.D. Avaliação de cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.) e estimativas de repetibilidade para caracteres forrageiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.6, p.995-1002, jun. 1999.

GONÇALVES, P.S.; CARDOSO, M.; SAES, L.A. Estimativas de repetibilidade na seleção de árvores de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, p.1031-1038, 1990.

KEMPTHORNE, O. **An introduction to genetic statistics**. 2.ed Ames: The Iowa State University Press, 1973. 545p.

LUSH, J.L. **Melhoramento dos animais domésticos**. Rio de Janeiro, RJ: Sedagra, 1964. 570p.

MANSOUR, H., NORDHEIM, E.V., RUTLEDGE J.J. Estimators of repeatability. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.60, n.3, p.151-156, 1981.

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

NASCIMENTO FILHO, F.J. do; ATROCH, A.L.; CRAVO, M. da S; GARCIA, T.B.; RIBEIRO, J. de R.C.; LIMA, L. dos P.; FERREIRA, J.O. **Novos clones de guaranazeiro para o Estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000b. 3p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado Técnico, 8).

NASCIMENTO FILHO, F.J. do; GARCIA, T.B. **Competição e avaliação de clones de guaraná**. Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1993. 37p. (EMBRAPA-CPAA. Programa 7 Diversificação Agropecuária Guaraná. Projeto 8.07.83.005-4). Projeto concluído.

PEREIRA, A.V.; FERREIRA, R.P.; CRUZ, C.D.; FREITAS, V.P.; OLIVEIRA, P.T.A. Comportamento da alfafa cv. Crioula de diferentes origens e estimativas dos coeficientes de repetibilidade para caracteres forrageiros. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.4, p.686-690, jul./ago. 1998.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Ed. 9, Piracicaba, Livraria Nobel S.A. 1981. 430p.

RESENDE, M.D.V. de; STURION, J.A.; MENDES, S. **Genética e melhoramento de erva-mate**. Colombo: EMBRAPA, CNPF, 1995b. 33P. (Documentos, 25).

SIQUEIRA, E.R. Coeficiente da repetibilidade da produção de frutos de coqueiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, p.573-574, 1982.

SMYTH, T.J. & CRAVO, M.S. Resposta do guaranazeiro a níveis de N, P, K e Mg .Embrapa Amazônia Ocidental, Relatório Final de Projeto . 1989.

TURNER, H.N., YOUNG, S.S.Y. **Quantitative genetics in sheep breeding.** New York: Cornell University, 1969. 332p.

VALLOIS, A.C.C.; CORREA, M.P.F.; VASCONCELLOS, M.E.C. Estudo de caracteres correlacionados com a produção de amêndoas secas no guaranazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v.14, n.2, p.175-179, 1979.

Estimativa da Exportação de Nutrientes pela Colheita de Guaraná (*Paullinia cupana var. sorbilis*) no Estado do Amazonas

Manoel da Silva Cravo¹; André Luiz Atroch²; Jeferson Luis Vasconcelos de Macêdo², Firmino José do Nascimento Filho², Lúcio dos Passos Lima², José de Ribamar Cavalcante Ribeiro³

Introdução

Na Amazônia o guaraná vem sendo cultivado, predominantemente, em Latossolos e Argissolos que são solos reconhecidamente de baixa fertilidade natural (Cravo & Smyth, 1997) e, apesar de ser uma cultura de alto valor econômico na região Amazônica são poucas, ainda, as informações sobre suas exigências nutricionais e respostas ao uso de fertilizantes.

Um dos primeiros autores a se preocupar com a adubação e nutrição do guaranazeiro foi Watzel, citado por Castro (1975), que recomendava a adubação das covas e escolha de terrenos férteis para o estabelecimento da cultura, não havendo informações de como essas covas deveriam ser adubadas. Gonçalves (1971), baseado em observações pessoais de um plantio existente no extinto IPEAN, em Belém do Pará, recomendava a aplicação de torta de amendoim, sulfato de amônio, superfosfato triplo, cloreto de potássio e farinha de ostra, nas dosagens respectivas de 2.000, 150, 150, 100 e 125 kg/ha, anualmente. Não há, entretanto, referências sobre os acréscimos de produção conseguidos com esta adubação.

Alguns trabalhos foram realizados em condições de viveiro indicando resposta do guaranazeiro à aplicação de fertilizantes químicos e orgânicos, sendo de maior importância o N e, de mediana resposta o P, Ca, Mg e K (CASTRO, 1975 e KATO, 1981). Em plantas adultas, já em fase de produção no município de Maués AM, CASTRO (1975) encontrou altos teores de N (4,37 e 3,93%) no tecido foliar de plantas com alta e com baixa produtividade de sementes, respectivamente. Não são encontradas na literatura, porém, informações sobre o peso total e a composição nutricional das diferentes partes da planta que permitam estimar a quantidade total de nutrientes absorvidos pela planta do guaraná, referente a uma dada produção de amêndoas.

¹Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal, 48 CEP 66.095-100 Belém - Pará. E-mail cravo@expert.com.br

²Pesquisadores da Embrapa Amazônia Ocidental, Caixa Postal, 319, CEP 69.011-970. E-mail atroch@cpaa.embrapa.br

³Assistente de Pesquisa da Embrapa Amazônia Ocidental.

A Embrapa, na década de 80, instalou dois experimentos de adubação testando doses de N, P, K e Mg em Manaus e Porto Velho. Em ambos os locais, devido à grande variabilidade dos materiais genéticos existentes na época (Smyth & Cravo, 1989), não foi possível ser definida uma resposta clara aos nutrientes aplicados, permanecendo a lacuna de informações sobre adubações específicas para o guaraná.

Para a primeira tentativa de se estimar a quantidade de nutrientes exportada pelo guaraná, em uma dada produção, foi considerada a seguinte base de cálculo (Smyth et al, 1987): Em quatro das matrizes mais promissoras de Maués, a produtividade média de grãos no período de 1976 a 1980 foi de 2.426 kg/ha/ano, considerando-se uma população de 622 plantas/ha. Esses autores assumiram que 30% do peso do fruto correspondem à casca da amêndoa, conforme Maravalhas (1965) e utilizaram os dados de análises das concentrações de nutrientes nos frutos dessas matrizes, no ano de 1980, chegando à conclusão de que a produção corresponderia a uma extração anual de 6,8; 3,5; 13,7; 8,6 e 31 kg/ha de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente. Em comparação, observaram que os teores de N, P, K, Ca e Mg em 10 toneladas de amêndoas de cacau são de 64; 7,9; 63,1; 3,5 e 4,8 kg, respectivamente, indicando que, por unidade de amêndoas produzidas, o guaranazeiro é mais exigente em N, P, Ca e Mg do que o cacauzeiro.

Atualmente a Embrapa Amazônia Ocidental dispõe de clones de alta produtividade, já sendo plantados por pequenos e grandes produtores no Amazonas (Nascimento Filho et al., 1999). Esses clones, quase com certeza devem ser mais exigentes em nutrientes do que as plantas provenientes de mudas de

sementes, que têm produtividade de semente torrada, em plantios comerciais, dez vezes menor que a dos atuais clones. Por outro lado, como as adubações atualmente sugeridas no Sistema de Produção do Guaraná (Embrapa, 1998) representam uma compilação de dados da cultura do guaraná e cacau, no sentido de se fornecer uma sugestão aos agricultores, o objetivo deste trabalho foi estudar a exportação de nutrientes pela colheita de alguns clones, que atualmente são recomendados para plantios comerciais, de tal forma a se definir uma adubação de reposição específica para a cultura do guaraná.

Material e Métodos

Para tanto, na safra 98/99 foram colhidos frutos de nove clones de guaraná de experimentos da Embrapa em Manaus, distribuídos em blocos ao acaso, com 4 repetições. Os cachos dos frutos foram separados em Ráquis, Casca e Semente, analisando-se N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu e B, em cada componente, no laboratório da Embrapa Amazônia Ocidental. Com base nesses resultados foram estimadas as exportações de nutrientes pela colheita, entendendo-se como tal, a parte que é retirada do campo e não só as sementes.

Resultados e Discussão

Observa-se (Tabela 1) que existem variações entre clones na concentração dos diversos nutrientes. Essas variações foram mais acentuadas entre os micronutrientes, com destaque para Fe e Mn. Entre os macronutrientes, as maiores variações foram observadas para P e Ca e a menor para o N.

Na Tabela 2 observa-se que a concentração dos diversos nutrientes é

variável entre componentes do fruto. As maiores concentrações (máxima) de P, Ca, Mn, e Zn foram encontradas na ráquis. O K, Mg, Fe, Cu e B foram encontrados em maior concentração na casca do fruto; o S na ráquis e na Casca e, somente o nitrogênio foi encontrado em maior concentração nas sementes. Esses dados sugerem que, com o retorno das cascas e ráquis ao campo, na forma de composto orgânico, as exportações da maioria dos nutrientes podem ser minimizadas.

Tabela 1. Concentração de nutrientes em frutos maduros de diversos clones de guaraná Média de quatro repetições.

Código doClone	g.kg ⁻¹						mg.kg ⁻¹				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
385	79.82	12.92	59.87	10.08	5.63	6.68	494	147	111	55	66.16
505	74.15	12.61	47.87	6.82	5.01	6.72	455	90	87	52	46.20
604	63.52	9.69	53.84	7.47	4.76	6.16	254	89	71	46	5834
609	74.54	9.69	50.60	5.49	4.23	5.71	325	59	73	54	72.33
611	70.03	12.76	55.77	9.18	4.49	4.96	238	134	72	60	70.51
623	71.46	10.21	56.25	6.31	3.96	5.92	322	80	66	58	77.16
624	75.66	13.05	60.37	5.66	4.54	6.23	335	67	67	90	63.80
628	66.23	10.01	60.24	6.83	5.24	4.94	324	57	85	62	51.90
631	75.14	17.46	67.66	7.03	4.42	4.82	381	68	70	82	57.69
Média	72,28	10,97	56,94	7,21	4,70	5,79	3,48	88	78	62	62,68
Variação (%)*	30	90	40	90	70	50	220	170	110	120	73

*Variação entre a concentração total mínima e a máxima observada nos frutos dos diferentes clones

Tabela 2. Concentração mínima, média e máxima de nutrientes nos diversos componentes de frutos de guaraná Média de trinta e seis repetições.

Concentração de Nutrientes	Componente do Fruto	g.kg ⁻¹						mg.kg ⁻¹				
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Mínima	Ráquis	17,98	4,28	18,84	2,71	0,67	1,63	45	22	19	13	16
Mínima	Casca	21,82	2,51	20,84	2,28	1,59	1,61	83	16	17	16	18
Mínima	Semente	23,41	2,29	7,36	0,59	1,23	1,43	42	17	17	13	11
Total		63,21	9,08	47,0	5,58	3,49	4,67	170	55	53	42	45
Média	Ráquis	21,88	5,71	22,88	3,64	1,07	1,89	87	39	27	17	21
Média	Casca	23,87	3,55	25,74	2,90	2,09	2,10	170	25	23	23	29
Média	Semente	26,34	2,57	8,32	0,69	1,45	1,70	91	23	28	22	13
Total		72,09	11,8	56,9	7,23	4,61	5,69	348	87	78	62	63
Máxima	Ráquis	25,79	8,55	27,09	5,48	1,72	2,59	113	65	39	24	25
Máxima	Casca	27,61	6,19	31,15	4,23	2,52	2,42	272	48	36	34	37
Máxima	Semente	29,57	2,89	9,42	0,83	1,66	1,96	162	35	35	33	16
Total		82,97	17,6	67,6	10,5	5,90	6,97	547	148	110	91	78

Tabela 3. Estimativa das exportações mínima, média e máxima de nutrientes pela colheita de guaraná, considerando-se uma produtividade de 400 kg.ha⁻¹ de sementes torradas, provenientes de 3.200 kg.ha⁻¹ de cachos*

Quantidade de nutriente	kg.ha ⁻¹						g.ha ⁻¹				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn	Cu	B
Mínima	25,3	8,3	22,7	2,2	1,4	1,9	68	21	22	17	18
Média	28,8	10,8	27,4	2,9	1,8	2,3	139	31	35	25	25
Máxima	33,2	16,0	35,6	4,2	2,4	2,8	219	44	59	36	31

*Cada 8 kg de cachos de guaraná produzem 1kg de sementes torradas.

As estimativas das quantidades exportadas, encontradas neste trabalho, estão muito abaixo dos totais recomendados para adubação de guaranazais em produção na Bahia, que são de 60, 90 e 90 kg de N, P₂O₅ e K₂O.ha⁻¹, até o sexto ano (Chepote et. al., 1991). Contudo, há coerência das recomendações da Bahia, com os dados obtidos neste trabalho, uma vez que nas estimativas de exportação de nutrientes só foi computado o que sai nos frutos, o que representa somente uma pequena parte das exigências totais da planta, enquanto que nas recomendações de adubação deve ser considerada a exigência total da planta.

As estimativas das quantidades de fertilizantes para a adubação de reposição, encontram-se na Tabela 4. Para o N as quantidades estão muito próximas das que atualmente são recomendadas pelo Sistema de Produção para Guaraná no Amazonas, para plantas em idade produtiva (Tabela 6). Para os demais macronutrientes as quantidades estimadas representam praticamente a metade do que atualmente está sendo recomendado, sendo motivo de preocupação, principalmente para N, pois as quantidades estimadas para adubação de reposição consideram uma eficiência de utilização pela planta de 100% do fertilizante aplicado o que, na prática, não

ocorre. Como essa eficiência de utilização está abaixo de 50% é importante serem testadas, experimentalmente, doses mais elevadas do que as que vêm sendo usadas nas recomendações de adubação da cultura, a fim de se definir a dose máxima física e econômica para a cultura.

Já para micronutrientes, especialmente B e Zn, as estimativas representam cerca de dez vezes menos do que o recomendado (Tabela 6), o que também se torna preocupante, considerando a possibilidade de acúmulo desses nutrientes no solo, podendo causar toxidez às plantas. Neste caso, é preferível se fazer a aplicação das doses recomendadas no Sistema de Produção, utilizando-se uma fonte completa, como é o caso dos FTEs (BR 8 e BR 12) e só voltar a fazer nova aplicação mediante carência constatada através de análises de solo e planta.

As fontes de nutrientes relacionadas a seguir e, consideradas nos cálculos para a adubação de reposição (Tabela 4), foram decididas em função da facilidade de serem encontradas no mercado de Manaus, podendo ser substituídas por outras, desde que sejam refeitos os cálculos, considerando os teores dos nutrientes presentes nessas novas fontes e ofereçam vantagens para os produtores.

Tabela 4. Quantidades mínimas, médias e máximas de fertilizantes necessários para adubação de reposição de guaranazeiro, tomando-se como base as exportações pela colheita.

Quantidade de fertilizantes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn	Cu	B
	g.planta ⁻¹										
Mínima	140	46	95	(2,38)	37	(1,92)	0,85	0,22	0,23	0,18	0,41
Média	160	60	114	(3,11)	48	(2,49)	1,74	0,35	0,34	0,26	0,57
Máxima	184	89	148	(4,61)	62	(3,22)	2,74	0,59	0,48	0,37	0,70

Os valores entre parênteses para Ca e S são supridos pelo Superfosfato Triplo e Sulfato de Magnésio, respectivamente.

Tabela 5. Fontes de nutrientes consideradas nos cálculos da Tabela 4.

Nutriente	Fonte Fertilizante	Nutriente	Fonte Fertilizante
N	Uréia (45% de N)	S	Sulfato de magnésio (13% de S)
P	Superfosfato triplo (45% de P ₂ O ₅)	Fe	Sulfato ferroso heptahidratado (20% de Fe)
K	Cloreto de potássio (60% de K ₂ O)	Mn	Sulfato de manganês (25% de Mn)
Ca	Superfosfato triplo (13% de Ca)	Cu	Sulfato de cobre pentahidratado (24% de Cu)
Mg	Sulfato de magnésio (9,5%)	Zn	Sulfato de zinco heptahidratado (23% de Zn)

Tabela 6. Recomendações de adubação para guaranazeiro no Estado do Amazonas, na fase produtiva.

Idade da Planta	Época de Aplicação	Uréia	Superfosfato triplo	Cloreto de Potássio	Sulfato de Magnésio	Bórax	Sulfato de Zinco	Total a ser aplicado por planta
A partir do 3º ano		230	200	250	160	10	10	860

Fonte: Sistema de Produção de Guaraná para o Estado do Amazonas. Embrapa, 1998.

Conclusões

Os resultados obtidos neste trabalho, embora ofereçam limitações para a orientação precisa de adubação, são de grande valia para o direcionamento de trabalhos de pesquisa, para a obtenção de curvas de respostas da cultura do guaraná, aos diversos nutrientes, com prioridade para os macronutrientes. Nesses trabalhos é de capital importância a correlação entre a produtividade de sementes torradas e os teores dos nutrientes no solo e no tecido foliar. Desta forma poder-se-á definir a dose de máxima eficiência física e econômica dos diversos nutrientes, para tomar como base para as recomendações de adubação.

Literatura Citada

CHEPOTE, R.E., VALLE, R.R., SACRAMENTO, C.K. Respostas do guaranazeiro à adubação mineral. *Agrotropica*. Itabuna. v.3, n.3, p. 153-159, 1991.

Castro, A.M.G. Efeitos de macronutrientes no crescimento de mudas e na produção de guaranazeiro (*Paullinia cupana*, var. *Sorbilis*). Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1975. 109 p. Tese de Mestrado.

CRAVO, M. S.; SMYTH, T. J. Manejo sustentado da fertilidade de um Latossolo da Amazônia Central sob cultivos sucessivos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa MG, 21:607-616, 1997

EMBRAPA.- Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (Manaus, AM). Sistema de produção para guaraná. 3ª ed. Manaus, 1998. 34p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 13).

GONÇALVES, J.R.C. A cultura do guaraná. Belém: IPEAN, 1971. 13p. il. (IPEAN - Série: Cultura da Amazônia, v.2, n.1).

KATO, A.K. Propagação assexuada do guaranazeiro. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1981. (Trabalho apresentado no Treinamento sobre a cultura do guaraná. Belém, 1981).

MARAVALHAS, N. Estudos sobre o guaraná e outras plantas produtoras de

caféina. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). v. 10, 1965. 26 p.

NASCIMENTO FILHO, F.J. do; ATROCH, A.L.; CRAVO, M. S.; MACÊDO, J.L.V. de; GARCIA, T.B.; COSTA JÚNIOR, R.C.; RIBEIRO, J. de R.C. Clones de guaranazeiro para o estado do Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. 3p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Comunicado Técnico, 1).

SMYTH, T.J. & CRAVO, M.S. Resposta do guaranazeiro a níveis de N, P, K e Mg. Manaus, Embrapa Amazônia Ocidental, Relatório Final de Projeto, 1989.

SMYTH, T.J.; CRAVO, M.S. & ESCOBAR, J.R. Guaraná Fertilizations - In: TROPISOILS - Technical Report 1985-1986. North Carolina State University, Raleigh, N.C. p.100-101, 1987.

Aplicação de Fritas no Guaranazeiro

Murilo Rodrigues de Arruda¹, Adônis Moreira¹, José Clério Rezende Pereira¹

Introdução

A cultura do guaranazeiro, no que se refere à adubação e nutrição de plantas, possui poucas informações baseadas em pesquisas, o que vem restringindo a produtividade e diminuindo a viabilidade econômica da cultura. A maior parte das pesquisas realizadas nesta área, concentrou-se na década de 80, utilizando-se plantas originadas de sementes, o que muitas vezes tornou os resultados obtidos inconclusivos. Na década de 90, a pesquisa com o guaranazeiro concentrou-se no melhoramento genético, pois este era o fator mais limitante à evolução da cultura na região Norte. Ao final da década de 90, materiais geneticamente melhorados, resistentes a doenças, em particular à antracnose, começaram a ser disponibilizados pela Embrapa, tornando o manejo da cultura, e principalmente a adubação, o novo desafio a ser enfrentado.

As recomendações de adubação para o guaraná são feitas, na maioria das vezes, empiricamente, sendo essas baseadas em exigências de outras culturas, como o cacau (Cravo et al., 1999). Castro (1992), verificou que a elevada variabilidade genética dos guaranazais provenientes de sementes, interferiu consideravelmente nos resultados dos experimentos. Isso porque, muitas vezes não se conseguia diferenciar o resultado do tratamento aplicado, com o comportamento peculiar de cada genótipo dentro do experimento.

Em relação especificamente aos micronutrientes, as informações são ainda mais escassas, havendo apenas os trabalhos de Chepote et al. (1984) e Cruz et al. (1980), sobre sintomatologia. Na ausência de estudos com micronutrientes, recomenda-se, a aplicação de 1,0 grama de boro e 2,0 gramas de zinco por planta ao ano (Embrapa, 1998). Em razão das dificuldades de transporte encontradas nas comunidades ribeirinhas ou distantes das cidades, e conseqüentemente da disponibilidade de fertilizantes com pouco volume de vendas, é comum o uso de fritas de micronutrientes, produto mais fácil de ser encontrado no mercado.

O objetivo desse trabalho foi o de avaliar a resposta à aplicação de fritas, no plantio, em mudas no viveiro e plantas com um ano de idade do guaranazeiro.

¹Pesquisador Embrapa Amazônia Ocidental. C.P. 319, CEP. 69011-970 Manaus, Amazonas. murilo@cpaa.embrapa.br

Material e Métodos

Uma avaliação preliminar de campo, foi feita em área de produtor no município de Maués, AM, utilizando-se mudas ou plantas com um ano de idade do clone BRS 871, em um plantio comercial. O solo no local é distrófico, álico, ácido, pobre em nutrientes, mas com teores relativamente altos de matéria orgânica (Tabela 1) e textura média (61 % de areia; 11% de silte e 28% de argila). Aplicou-se, imediatamente antes do plantio, 10 gramas fritas (1,8% de

B, 0,8% de Cu, 3,0% de Fe, 2,0% de Mn, 0,1% de Mo e 9,0% de Zn) na cova, previamente preparada de acordo com Embrapa (1998).

Nas plantas com um ano de idade, conduzidas na mesma área citada anteriormente, aplicou-se em cobertura 50 gramas de fritas, ao redor da planta, tomando-se por base, neste caso, a recomendação de zinco (2 gramas por planta) e da composição do fertilizante. Aproximadamente 30 dias após a aplicação, coletou-se, aleatoriamente, folhas completamente desenvolvidas para análise em laboratório.

Tabela 1. Análises de solo, Maués.

	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	V	M.O.
	água	mg kg ⁻¹		cmol _c dm ⁻³				%	
Cova	4,5	21	160	3,5	1,2	0,4	8,2	39,4	4,7
Entrelinhas	3,5	4,6	28	0,2	0,1	2,5	10,9	3,7	4,2

No viveiro do Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental em Manaus/Am foi montado um experimento utilizando-se mudas de estacas da série 200, enraizadas, com pelo menos duas folhas compostas abertas. O delineamento foi inteiramente casualizado, com três repetições e cinco doses de fritas: 0; 2,5; 5; 15 e 30 g kg⁻¹ de solo, aplicado em cobertura, na muda. O fertilizante foi aplicado no dia 06/03/2005. Como as folhas de alguns tratamentos senesceram, em razão dos sintomas de fitotoxidez apresentados pelas mudas, foram realizadas coletas diárias do dia 12/03 a 15/03, quando se encerrou a amostragem. Cerca de 30 dias antes da aplicação das doses do coquetel de micronutrientes, as mudas receberam uma adubação composta por 8,0 gramas de uréia (44% de N), 6,0 gramas de superfosfato triplo (40%

P₂O₅); 8,0 gramas de cloreto de potássio (60% de K₂O) e 4,0 gramas de sulfato de magnésio (9% Mg).

Resultados e Discussão

A aplicação de 10 gramas do coquetel de micronutrientes na cova, causou a morte rápida de todas as mudas de guaranazeiro, até 30 dias após o plantio. Em um novo plantio, repetido nas mesmas covas, o índice de mortalidade foi alta ficando na ordem de quase 100%. Nas plantas com um ano de idade, também apareceram sintomas de fitotoxidez, com senescência de parte das folhas mais velhas.

No viveiro, as mudas que receberam a dose de 2,5 gramas de fritas por quilo de solo não apresentaram sintomas de fitotoxidez, enquanto que nas doses de 5, 15 e 30 gramas, ocorreram sintomas severos. Assim como nas mudas plantadas no campo e naquelas com um ano de idade, nas mudas no viveiro, os sintomas começaram a aparecer entre cinco e seis dias após a aplicação do fertilizante, nas folhas mais velhas. Inicialmente, os sintomas se caracterizaram por pontuações escuras circundadas por um halo amarelo, entre as nervuras secundárias, evoluindo para um amarelecimento geral dos folíolos. A seguir, a margem dos folíolos começaram a mostrar-se queimadas, generalizando-se posteriormente, culminado com sua queda (Figura 1). Para as doses de 15 e 30 gramas, as mudas morreram, após a queda das folhas.

De acordo com Bergmann (1992), os sintomas de toxidez de boro nas plantas ocorre nas folhas mais velhas, inicialmente

com amarelecimento nas margens da folhas, para posterior aparecimento de lesões necróticas, que coalescem, até causar a morte de toda a folha. Brown & Hu (1997) verificaram ainda que nas espécies em que o boro é móvel no floema, o seu excesso pode causar defeitos nos frutos, como necrose interna e na casca e morte de ramos.

A análise foliar das plantas com um ano de idade (Tabela 2), mostrou que nas folhas que não apresentavam sintomas de fitotoxidez, a concentração de B era de 105 mg kg⁻¹, enquanto que naquelas com sintomas, a concentração de boro era de 190 mg kg⁻¹. Em relação aos outros micronutrientes, a suas respectivas concentrações, se encontravam dentro do esperado para o guaranazeiro. Após a queda das folhas, as plantas lançaram novos ramos, e entraram em produção a partir de setembro de 2005, não tendo sido verificada a morte de nenhuma delas.

Tabela 2. Análise foliar do clone de guaranazeiro BRS 871, com e sem sintomas de fitotoxidez.

Folhas	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
Com sintomas	14,3	2,7	10,3	5,4	2,5	1,7	190	11,8	74,5	342	43,0
Sem sintomas	17,0	2,9	12,8	3,0	1,9	1,2	105	12,5	68,1	180	42,7

A análise foliar das mudas em viveiro (Tabela 3), mostrou que não houve diferenças significativas na concentração de micronutrientes nas folhas, em função

das doses de fritas, com exceção do boro. A aplicação de até 2,5 gramas do coquetel não causou injúrias nas folhas.



Figura 1. Fitotoxidez de boro em guaranazeiro: sintomas iniciais nas folhas mais velhas, com pontuações escuras e halo amarelo (A), evoluindo para o amarelecimento da folha (B) e depois queima das margens (C), para senescer em seguida.

Tabela 3. Concentração de micronutrientes nas folhas de guaranazeiro, submetidos a diferentes doses de coquetel de micronutrientes, em gramas por quilo de solo.

Dose g kg ⁻¹	Boro	Cobre	mg kg ⁻¹		
			Ferro	Manganês	Zinco
0	16,3	8,0	71	21,7	41,7
2,5	133,7	12,0	75	23,3	45,0
5	322,7	13,3	82	29,7	54,0
15	349,7	15,0	154	64,7	145,3
30	351,7	35,3	261	33,0	76,7

A análise de regressão entre dose de B aplicado no solo e a concentração no folha, puderam ser explicadas por uma equação quadrática (Figura 2), em que a concentração de B na folha, tende a se estabilizar em 300 mg kg⁻¹, aproximadamente. A concentração de até

130 mg kg⁻¹ de boro nas folhas, não provocaram sintomas de fitotoxidez. Mariano et al (2000) mostraram que para o feijoeiro, os níveis críticos superiores do teor de boro na planta, variaram de 143 a 199 mg kg⁻¹, e os inferiores de 44 a 68 mg kg⁻¹. Ribeiro et al., (1999), mostraram valores de

referência para 53 culturas, em que a concentração de B nas folhas variou de 15 a 100 mg kg⁻¹ para a maioria delas.

A análise foliar em plantas produtivas tem demonstrado que teores de B na folha em torno de 20 mg kg⁻¹, são suficientes para

o guaranazeiro atingir produtividade superior a 1,5 kg de sementes secas por planta, e que apenas o fornecimento desse micronutriente pelo solo, pode ser suficiente para as necessidades da cultura.

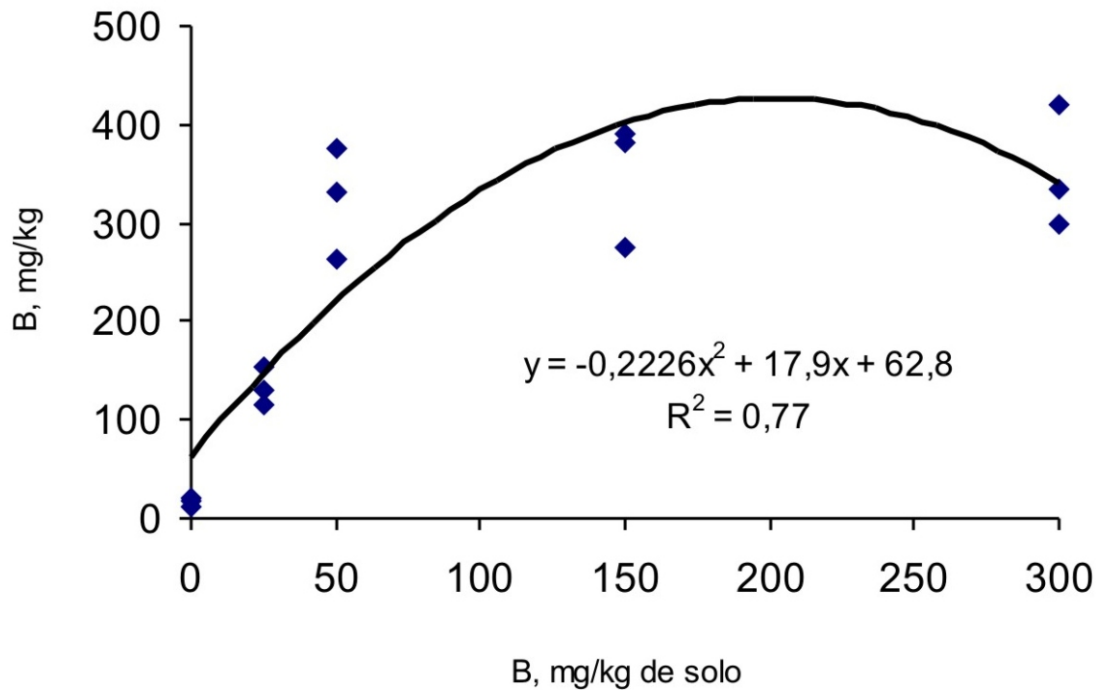


Figura 2. Concentração de boro nas folhas do guaranazeiro, em função das doses de boro, equivalente em fritas, aplicadas no solo.

Chepote et al (1984), observaram que na ausência de boro, molibdênio, zinco e cobre não causaram nenhum sintoma de deficiência em mudas de guaranazeiro. No entanto, na ausência de manganês e ferro, as mudas apresentaram folhas cloróticas e menor produção de matéria seca.

Literatura Citada

BERGMANN, W. **Nutritional disorders of plants**; New York, Gustav Fischer, 1992. 742p.

BROWN, P.H.; HU, H. Does boron play a structural role in the growing tissues of higher plants? **Plant and Soil**, Netherlands, p. 211-215, 1997.

CASTRO, N.H.C. **Cultura do guaranazeiro**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1992. 71 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 68).

CHEPOTE, R.E.; SANTANA, M.B.M.; SACRAMENTO, C.K. Sintomas de deficiências minerais em guaraná. **Revista Theobroma**, Ilhéus, 14(4) p. 305-312, 1984.

CRAVO, M. S. et al. **Exportação de nutrientes pela colheita do guaraná.** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. 4 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Pesquisa em Andamento, 43).

CRUZ, E.S.; OLIVEIRA, R.F.; FRAZÃO, D.A.C.; OLIVEIRA, R.P. **Identificação de deficiências nutricionais do guaraná.** Brasília, Embrapa-Cpatu, 1980. 14p. (Embrapa-Cpatu. Circular Técnica, 13)

EMBRAPA. **Sistema de produção para guaraná.** 3. ed. Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1998. 34 p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 13).

MARIANO, E.D.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A.E.; ANDRADE, A.T.; MARIANO, I.O.S. Níveis críticos de boro em solos de várzea para o cultivo do feijoeiro. **Pesq.**

Agropec. Bras. Brasília, v. 35, n.8, p. 1637-1644, ago. 2000.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants;** London, Academic Press Limited, 1986. 674 p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo, Editora Agronômica Ceres 1980. 255 p.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ VENEGAS, V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação.** Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

Embrapa

Amazônia Ocidental



Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento