



**Pesquisa com Guaranazeiro  
na Embrapa Amazônia  
Ocidental: Status Atual e  
Perspectivas**



*José Clério Rezende Pereira  
Murilo Rodrigues de Arruda*  
Editores Técnicos

**Embrapa**

**Pesquisa com Guaranazeiro  
na Embrapa Amazônia  
Occidental: Status Atual e  
Perspectivas**

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

# **Pesquisa com Guaranazeiro na Embrapa Amazônia Occidental: Status Atual e Perspectivas**

*José Clério Rezende Pereira  
Murilo Rodrigues de Arruda  
Editores Técnicos*

*Embrapa Amazônia Ocidental  
Manaus, AM  
2007*



Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Amazônia Ocidental**

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

Caixa Postal 319, CEP 69010-970 - Manaus-AM

Fone: (92) 3621-0300

Fax: (92) 3621-0320

www.cpa.embrapa.br/sac/

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: *Celso Paulo e Azevedo*

Secretária: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

Membros: *Cintia Rodrigues de Souza*

*João Ferdinando Barreto*

*Luadir Gasparotto*

*Marcos Vinícius Bastos Garcia*

*Maria Augusta Abtíbol Brito*

*Maria Perpétua Beleza Pereira*

*Nelcimar Reis Sousa*

*Paula Cristina da Silva Ângelo*

*Roger Crescêncio*

*Rogério Perin*

Revisor de texto: *Síglia Regina dos Santos Souza*

Normalização bibliográfica: *Maria Augusta Abtíbol Brito*

Diagramação e arte: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

Animação: *Doralice Campos Castro*

Fotos da Capa: *Murilo Rodrigues de Arruda*

**1ª edição**

**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.**

---

Pereira, José Clério Rezende

Pesquisa com guaranazeiro na Embrapa Amazônia Ocidental: status atual e perspectivas [recurso eletrônico] / editado por José Clério Rezende Pereira e Murilo Rodrigues de Arruda. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007, 246 p.

1 CD-Book : color. ; 4 ¾ pol.

ISBN 978-85-89111-08-9

1. Guaraná. 2. Pesquisa. I. Arruda, Murilo Rodrigues de. II. Título.

CDD 633.7





# Autores

Foto: Murilo R. de Arruda

## **André Luiz Atroch**

Engenheiro agrônomo, M.Sc. em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, [andre.atroch@cpaa.embrapa.br](mailto:andre.atroch@cpaa.embrapa.br)

## **Firmino José do Nascimento Filho**

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, [firmino.filho@cpaa.embrapa.br](mailto:firmino.filho@cpaa.embrapa.br)

## **José Clério Rezende Pereira**

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus - AM, [gasparotto@cpaa.embrapa.br](mailto:gasparotto@cpaa.embrapa.br)

## **José Cristino Abreu de Araújo**

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus - AM, [cristino.araujo@cpaa.embrapa.br](mailto:cristino.araujo@cpaa.embrapa.br)

## **Lúcio Pereira Santos**

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, [lucio.santos@cpaa.embrapa.br](mailto:lucio.santos@cpaa.embrapa.br)

## **Murilo Rodrigues de Arruda**

Engenheiro agrônomo, M.Sc. em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, [murilo.arruda@cpaa.embrapa.br](mailto:murilo.arruda@cpaa.embrapa.br)

## **Nelcimar Reis de Sousa**

Engenheira agrônoma, D.Sc. em Melhoramento Vegetal, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, [nelcimar.sousa@cpaa.embrapa.br](mailto:nelcimar.sousa@cpaa.embrapa.br)

## **Paula Cristina da Silva Angelo**

Bióloga, D.Sc. em Biotecnologia Vegetal, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, [paula.angelo@cpaa.embrapa.br](mailto:paula.angelo@cpaa.embrapa.br)

## **Wenceslau Gerales Teixeira**

Engenheiro agrônomo, Ph.D. em Física e Manejo do Solo, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, [wenceslulau@cpaa.embrapa.br](mailto:wenceslulau@cpaa.embrapa.br)

*“A experiência faz o mestre.”*

***José Clério R. Pereira***

*Aos doutores Ricardo Escobar, Maria P. F. Corrêa e Firmino José Nascimento Filho abnegados dos primeiros tempos, precursores do Programa de Pesquisa com Guaranazeiro no âmbito da Amazônia Ocidental e, também, aos abnegados dos tempos atuais, José de Ribamar Cavalcante Ribeiro e Luciano Malcher, pela intensidade com que se dedicam em suas atividades relativas ao Programa de Pesquisa com Guaranazeiro na Embrapa Amazônia Ocidental.*



# Apresentação

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) tem no decorrer dos últimos anos, priorizado a divulgação de resultados de pesquisa de forma intensiva e sistematizada, levando em consideração que transferir informações e disponibilizar tecnologias de modo enfático constitui-se em algumas das formas de maximizar retornos nas mais diferentes cadeias produtivas do agronegócio no Brasil, bem como, minimizar os custos ambientais devidos à atividade agrícola no País.

Desta forma, acreditamos que o trabalho "Pesquisas com Guaranazeiro na Embrapa Amazônia Ocidental: Status Atual e Perspectivas" organizado por área de concentração de pesquisa, como Melhoramento Genético, Genômica e Proteômica, Solos e Nutrição de Plantas, Entomologia, Fitopatologia e Fitotecnia, cujos capítulos são constituídos por trabalhos apresentados no formato de resumos expandidos, vem contribuir, sobremaneira, para a maior efetividade do programa de pesquisa com a cultura do guaranazeiro no âmbito da Amazônia Ocidental, região cuja vegetação ainda permanece preservada em sua quase totalidade.

Este trabalho soma de forma contributiva ao interesse de professores, estudantes e principalmente pesquisadores, que se dedicam à pesquisa com o guaranazeiro, com objetivo precípuo de atender parte das demandas do agronegócio na Amazônia Ocidental.

***Maria do Rosário Lobato Rodrigues***  
Chefe-Geral da Amazônia Ocidental

# Prefácio

À medida que se ampliam e intensificam a geração de tecnologias permitindo o uso dos descobrimentos científicos, torna-se mais perceptível, por parte da sociedade científica, e, também, por parte dos diferentes agentes da cadeia produtiva, a necessidade de gerar e tornar disponíveis novas técnicas para dar sustentabilidade ao agronegócio.

O guaranazeiro é, atualmente, cultivado em seis Estados brasileiros (Amazonas, Acre, Bahia, Mato Grosso, Pará e Rondônia), ocupando uma área de aproximadamente 14.000 ha, dos quais, 12.800 ha encontram-se de forma quase equitativa nos Estados da Bahia e Amazonas. No Estado do Amazonas a guaranaicultura é praticada em 24 dos 62 municípios, com predominância, em termos de área explorada, para os Municípios de Maués, Urucará, Presidente Figueiredo, Iranduba e Nova Olinda do Norte.

Embora a cultura seja praticada em pelo menos 6.800 ha, apenas duas propriedades utilizam áreas de até 400 ha para cultivo, sendo que as demais utilizam até 3 hectares para cultivo em guaranaicultura amazonense como agricultura familiar.

A partir de 1976, a Embrapa criou o Programa de Pesquisa direcionado para o guaranazeiro (*Paullinia cupana* var *sorbilis*), cujo objetivo principal é obter ganhos em produtividade, para tornar a cultura socioambiental e economicamente sustentável.

*José Clério Rezende Pereira*  
Pesquisador

# Sumário

## Fitopatologia

Avaliação da Estabilidade Fenotípica e da Previsibilidade da Resistência em Clones de Guaranazeiro A <i>Colletotrichum Guaranicola</i> .....	16
<b>J. C. R. Pereira; J. C. A. Araújo; F. J. Nascimento Filho; A. L. Atroch; L. Gasparotto; M. R. Arruda; L. P. Santos.</b>	
Avaliação da Frequência de Infecção da Antracnose em Clones de Guaranazeiro.....	22
<b>J. C. R. Pereira; J. C. A. Araújo; L. Gasparotto; F. J. Nascimento Filho; M. R. Arruda; L. P. Santos.</b>	
Avaliação da Resistência à Antracnose em Clones de Guaranazeiro.....	29
<b>J. C. R. Pereira; J. C. A. Araújo; F. J. Nascimento Filho; A. L. Atroch; L. Gasparotto; M. R. Arruda; L. P. Santos.</b>	
Avaliação da Resistência ao Superbrotamento em Clones de Guaranazeiro.....	34
<b>J. C. R. Pereira; J. C. A. Araújo; F. J. Nascimento Filho; A. L. Atroch; M. R. Arruda; A. Moreira; L. Gasparotto; L. P. Santos.</b>	
Avaliação de Fungicidas no Controle da Antracnose do Guaranazeiro.....	40
<b>J. C. A. Araújo; J. C. R. Pereira; L. Gasparotto; M. R. Arruda; F. J. Nascimento Filho; A. Moreira.</b>	
Caracterização dos Sintomas da Antracnose do Guaranazeiro.....	45
<b>J. C. A. Araújo; J. C. R. Pereira; L. Gasparotto; M. R. Arruda.</b>	
Frequência de Infecção do Superbrotamento do Guaranazeiro.....	49
<b>J. C. R. Pereira; J. C. A. Araújo; L. Gasparotto; F. J. Nascimento Filho; M. R. Arruda; A. Moreira; L. P. Santos.</b>	
Poda Fitossanitária no Controle da Antracnose do Guaranazeiro.....	56
<b>J. C. A. Araújo; J. C. R. Pereira; L. Gasparotto; M. R. Arruda; F. J. Nascimento Filho; A. Moreira.</b>	
Progresso da Antracnose do Guaranazeiro no Estado do Amazonas.....	62
<b>J. C. A. Araújo; J. C. R. Pereira; L. Gasparotto.</b>	



## **Fitotecnia**

- Desempenho de Mudras de Pimenta de Macaco em Função do Tipo de Substrato.....67  
**I. O. V. L. Costa; F. C. M. Chaves; E. de A. Pena.**
- Enraizamento de Estacas de Clones de Guaranazeiro Tratados com Ácido Indol-3-Butírico (AIB).....71  
**A. L. Atroch; M. da S. Cravo; J. A. dos Santos.**
- Enraizamento de Estacas Herbáceas de Clones de Guaranazeiro em Diferentes Substratos.....79  
**M. R. Arruda; J. C. R. Pereira; A. Moreira.**
- Produção de Mudras de Bertalha em Diferentes Substratos.....85  
**F. C. M. Chaves; R. F. Berni; E. de A. Pena; J. V. do Bomfim Neto; I. O. V. L. Costa.**
- Produção de Mudras de Caapeba em Diferentes Substratos.....90  
**E. de A. Pena; F. C. M. Chaves; I. O. V. L. Costa; A. C. da S. Pinto, A. M. Pohlit.**
- Produção de Mudras de Cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dun) em Função.....95  
**F. C. M. Chaves; S. E. L. da Silva; R. F. Berni; E. de A. Pena; I. O. V. L. Costa; M. de Q. Rocha.**
- Produção de Mudras de Guaranazeiro em Tubetes Plásticos do Tipo de Substrato.....100  
**A. L. Atroch; F. J. do Nascimento Filho; J. A. dos Santos.**
- Produção de Mudras de Variedades de Alface em Função de Diferentes Substratos.....106  
**F. C. M. Chaves; M. O. Cardoso; J. R. P. Gonçalves; J. V. S. Camargo.**

## **Biotechnologia Vegetal**

- Análise Preliminar de Marcadores Microsatélite para Guaranazeiro.....113  
**P. C. da S. Angelo; M. V. Amado; M. do P. S. Lira; A. L. Atroch; I. P. Farias; S. Astolfi Filho.**
- Genoma Funcional do Fruto do Guaranazeiro: Terminada a Fase de Anotação Automática.....122  
**P. C. da S. Angelo; E. R. P. Almeida; M. de M. Brígido; J. R. Porto; M. J. S. Vital; J. C. da C. Peixoto; M. P. C. Schneider; H. Schneider; W. Fernandez; E. R. L. R. B. P. L.; Mesquita; M. A. da Silveira; L. H. P. Silva; M. L. Carvalho; S. Astolfi Filho.**

- Indução de Callus em Explantes de Mudanças Estioladas de Guaranazeiro.....127  
**P. C. da S. Angelo; L. A. C. Moraes; N. R. Souza.**
- Interação Antagônica entre *Chromobacterium violaceum* e *Colletotrichum guaranicola*, o Agente Causador da Antracnose do Guaranazeiro.....135  
**P. C. da S. Angelo; M. T. Sena; L. A. C. Moraes; M. G. de Souza; A. das G. C. de Souza; J. L. L. Lozano.**

## **Melhoramento Genético**

- Adaptabilidade e Estabilidade de Clones de Guaraná.....143  
**F. J. do Nascimento Filho; A. L. Atroch; C. D. Cruz; P. C. S. Carneiro.**
- Avaliação do Programa de Melhoramento Genético do Guaranazeiro via Seleção Clonal.....157  
**A. L. Atroch; F. J. do Nascimento Filho.**
- Classificação do Coeficiente de Variação na Cultura do Guaranazeiro.....161  
**A. L. Atroch; F. J. do Nascimento Filho.**
- Divergência Genética entre Clones de Guaranazeiro.....166  
**F. J. do Nascimento Filho; A. L. Atroch; N. R. Sousa; T. B. Garcia; M. da S. Cravo; E. F. Coutinho.**
- Estudos Preliminares para a Determinação do Número de Cromossomos do Guaranazeiro (*Paullinia cupana* var *Sorbilis* (Mart) Ducke.....176  
**F. J. do Nascimento Filho; M. L. R. de A. Perencin; M. L. C. Vieira.**
- Interação de Clones de Guaraná por Locais.....180  
**F. J. do Nascimento Filho; A. L. Atroch; C. D. Cruz; P. C. S. Carneiro.**
- Padrões de Florescimento de Clones de Guaranazeiro.....192  
**P. C. da S. Angelo; A. L. Atroch; F. J. do Nascimento Filho; N. R. Sousa; W. da S. Mendonça; A. P. A. Da Fonseca.**
- Repetibilidade do Caráter Produção de Sementes Secas por Ramete em Clones de Guaraná.....199  
**F. J. do Nascimento Filho; A. L. Atroch; C. D. Cruz; P. C. S. Carneiro.**
- Seleção Clonal em Guaranazeiro via Metodologia de Modelos Lineares Mistos (REML/BLUP).....215  
**A. L. Atroch; M. D. V. de Resende; F. J. do Nascimento Filho.**
- Similaridade Genética no Germoplasma de Guaranazeiro.....224  
**N. R. Sousa; F. J. do Nascimento Filho; A. L. Atroch.**
- Variação do Teor de Cafeína e Associação com Conteúdos Químicos nas Sementes de Guaranazeiro.....229  
**N. R. Sousa; F. J. do Nascimento Filho; M. da S. Cravo; A. L. Atroch.**

## **Solos e Nutrição de Plantas**

- Aplicação de Micronutrientes no Guaranazeiro.....235  
**M. R. de Arruda; A. Moreira; J. C. R. Pereira.**
- Monitoramento Intensivo da Dinâmica da Umidade do Solo num Guaranazal em Manaus-AM.....242  
**W. G. Teixeira; A. R. Reis; M. R. de Arruda.**



# Fitopatología

Foto: Murilo R. de Arruda



# Apresentação

José Clério Rezende Pereira<sup>1</sup>

O programa de fitopatologia relativo à cultura do guaranazeiro na Embrapa Amazônia Ocidental tem como escopo principal, fornecer subsídios para o programa de melhoramento genético.

Em função disso, o enfoque tem sido dado à avaliação de genótipos com relação à adaptabilidade, estabilidade e previsibilidade de caracteres, principalmente no que se refere à resistência à antracnose, causada por *Colletotrichum guaranicola*.

Em adição, tem também como objetivo caracterizar *C. guaranicola* com relação à possibilidade de ocorrência de mutabilidade vertical, além de caracterizar diferentes isolados em nível de marcadores moleculares. Técnicas de controle cultural e controle químico, como época de poda fitossanitária e seleção de dose e épocas de aplicação de fungicidas também têm sido desenvolvidas.

Outro problema fitopatológico, que se constitui em limitação para o Programa de Melhoramento Genético da Cultura, refere-se ao complexo do superbrotamento, constituído por três doenças com sintomas e reações distintas para genótipos distintos. A primeira, refere-se ao superbrotamento tradicional, caracterizado pela emissão massal de ramos vegetativos a partir de uma única gema vegetativa, cujo agente está identificado como sendo *Fusarium decemcellulare*. A segunda doença do complexo tem sido referida, no âmbito da Embrapa Amazônia Ocidental, como hipertrofia floral, cujo agente etiológico ainda não foi identificado. Trata-se de uma anomalia caracterizada pela multiplicação massal de células em pétalas florais, com subsequente enrijecimento das flores, que não abrem e não são, portanto, passíveis de serem polinizadas. Assim como no superbrotamento tradicional as partes ou órgãos da planta infectadas secam e morrem precocemente. Tem-se observado, ainda, que os genótipos comportam-se de forma diferenciada em relação a estas duas doenças. Geralmente genótipos suscetíveis à hipertrofia floral comportam-se como resistentes ao superbrotamento. Além dessas doenças, ocorrem também hipertrofia e hiperplasia de gemas vegetativas dormentes no caule da planta, resultando em sintomas semelhantes à galha de coroa, causada por *Agrobacterium fumefaciens*. Para doenças do complexo superbrotamento o enfoque atual é: identificar os respectivos agentes etiológicos, avaliar a reação de genótipos

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM.

com relação a cada doença, em especial. Atualmente, a utilização de poda fitossanitária, com remoções das partes infectadas, tem sido a estratégia de controle recomendada.

Dentre outras doenças da parte aérea merecem atenção a ocorrência da mancha concêntrica, cujo agente etiológico e reação de genótipos estão sendo avaliados, e da mancha angular, causada pela *Xanthomonas campestris* pv. *Paullinae*.

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

J. C. R. Pereira<sup>1</sup>; J. C. A. Araújo<sup>1</sup>; F. J. Nascimento Filho<sup>1</sup>; A. L. Atroch<sup>1</sup>;  
L. Gasparotto<sup>1</sup>; M. R. Arruda<sup>1</sup>; L. P. Santos<sup>1</sup>

## **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 & Morais, 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 por meio do melhoramento genético, é o mais viável do ponto de vista econômico e socioambiental. Independente da natureza da resistência, a ênfase deve ser dada para a obtenção de genótipos possuidores de resistência estável.

Segundo Prabhu & Morais, 1993, independentemente de ser classificada como vertical ou horizontal, a resistência estável é duradoura em razão da 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, mesmo quando submetidos às variações no ambiente, proporciona redução significativa no tempo para obtenção de genótipos com resistência estável e por conseguinte duradoura.

Diante da 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

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, murilo.arruda@cpaa.embrapa.br

e principalmente serem utilizados como estratégia de controle da antracnose que é a doença mais severa do guaranazeiro.

## Material é Métodos

Foram avaliados 32 clones do programa de melhoramento genético do guaranazeiro da Embrapa Amazônia Ocidental. O experimento foi instalado em 1996, na Estação Experimental de Maués, onde a antracnose prevalece em níveis de severidade alta. 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 à 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:  $Y_{jk} = U_j + B_{ij}I_j + s_{ij} + E_{jk}$ , onde:  $Y_{jk}$  = média do clone  $i$  no ambiente  $K$ ;  $U_j$  = média geral do clone;  $B_{ij}$  = coeficiente de regressão linear;  $I_j$  = índice ambiental;  $s_{jk}$  = 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 ( $s_i$ ) 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  $\sigma_i$  constituem-se em indicativo da variação nos valores observados em relação aos valores esperados tomados em relação à media 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  $\lambda$  como possuidor de resistência estável e previsível, os clones cujo valor de  $b_i$  seja o menor possível, não diferente de zero; valores de  $b_i$  reduzidos e não significativos bem como, valores de  $R^2$  elevados ou mais próximo de 100, possível.

## Resultados 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 porcentagem 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.

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

Clones <sup>1</sup>	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

\*Ensaio 1- ambiente de capoeira; Ensaio 2- ambiente de mata.



**Tabela 1.** Continuação.

Clones <sup>1</sup>	2000*		2002		2004	
	Ensaio I	Ensaio II	Ensaio I	Ensaio II	Ensaio I	Ensaio II
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

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

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.

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

Clone <sup>1</sup>	Média (severidade)	Média relativa (%)	$\hat{b}_i$	$\delta^2_{di}$	$R^2_{(%)}$	Classificação da resistência
624	2,78	6,63	0,47ns	19,58ns	98,23	A/E/P
626	4,60	10,71	0,53ns	60,33ns	81,07	A/E/MP
611	6,03	14,04	0,14ns	23,56*	72,04	A/E/MP
300	6,94	16,16	1,10ns	24,01ns	69,52	A/E/MP
871	8,05	18,75	0,25ns	24,86ns	86,94	A/E/P
648	8,59	20,01	1,17*	38,42ns	81,39	A/E/MP
612	8,59	20,01	1,47**	102,92*	72,04	A/NE/MP
882	12,09	28,16	0,76ns	16,35ns	14,45	A/E/NP
605	16,16	37,65	0,81ns	150,28*	34,96	A/E/NP
388	16,53	38,51	0,34ns	118,22ns	73,20	A/E/MP
601	19,52	45,48	1,70ns	5,33ns	98,49	A/E/P
862	28,75	60,20	3,29**	57,65	88,66	M/NE/P
861	34,33	66,97	0,37ns	40,05ns	12,78	M/E/NP
610	43,83	102,12	0,14ns	54,08ns	45,60	M/E/NP
385	45,05	104,96	1,88**	104,89**	72,39	M/NE/MP
609	46,13	107,47	1,59**	79,91ns	79,45	M/E/MP
389	46,31	107,89	1,12**	27,90*	78,43	M/NE/MP
631	49,10	114,39	2,62**	51,10**	94,23	M/NE/P
375	52,65	122,70	0,43ns	32,13*	31,23	B/E/NP
619	54,43	126,81	1,23**	263,41*	41,42	B/NE/NP
607	55,23	128,68	1,21*	189,04*	48,42	B/NE/NP
381	55,83	130,07	1,09*	22,45**	80,50	B/NE/MP
276	59,83	139,39	0,67*	18,23**	63,82	B/NE/NP
225	59,83	139,39	1,57ns	68,83*	70,49	B/E/MP
222	62,37	145,31	1,55**	118,41*	57,74	B/NE/NP
227	63,12	147,06	1,28*	20,84**	84,15	B/NE/MP
217	63,20	149,58	0,84ns	112,24*	20,90	B/E/NP
613	64,48	150,23	0,17ns	204,45ns	11,88	B/E/NP
224	64,87	151,14	0,92ns	17,55ns	76,39	B/E/MP
228	65,66	152,74	0,34ns	27,37*	22,21	B/E/NP
223	70,58	164,44	1,47**	29,17*	83,22	B/NE/MP
274	77,37	180,26	0,29ns	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

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

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  $\hat{b}_i$  foram iguais ou menores que a média e não significativos) apresentam 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, 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 Consultada

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, 2001, 648p.

EBERHART, S.A.; RUSSEL, W.A. Stability parimeters 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.

# Avaliação da Frequência de Infecção da Antracnose em Clones de Guaranazeiro

J. . R. Pereira<sup>1</sup>; J. C. A. Araújo<sup>1</sup>; L. Gasparotto<sup>1</sup>; F. J. Nascimento Filho<sup>1</sup>;  
M. R. Arruda<sup>1</sup>; L. P. Santos<sup>1</sup>

## Introdução

Segundo Parlevliet (1979) para as doenças de juros 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 dada 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. Ela é determinada por mecanismos que dificultam o desenvolvimento do patógeno nos tecidos dos hospedeiros (Van Der Plank, 1963).

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, murilo.arruda@cpaa.embrapa.br

Esta resistência à colonização e à reprodução do patógeno interfere na patogênese (Nelson, 1973), e o principal resultado é a 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.

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

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.

## **Resultados e Discussão**

Os valores médios dos índices de doenças, considerados os anos de avaliação como repetição, foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

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.

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

Clone <sup>1</sup>	Intervalos de classes (%)			
	0 - 5	6 - 25	26 - 53	54 - 100
217	0,00	11,11	44,44	44,44
222	4,34	20,29	31,88	43,49
223	0,00	9,72	36,11	54,16
224	0,00	6,94	48,61	44,44
225	4,16	9,72	48,61	37,33
227	2,77	11,36	39,52	46,33
228	0,00	9,72	51,38	38,88
274	0,00	5,55	25,00	69,44
276	0,00	14,68	43,54	41,75
300	28,79	49,99	16,66	4,54
375	8,33	27,98	45,83	18,05
381	11,59	20,28	36,23	31,88
385	10,09	54,42	32,46	3,03
388	11,11	81,48	7,40	0,00
389	8,75	35,85	47,89	7,50
601	12,50	45,89	38,77	2,84
605	16,66	58,21	25,12	0,00
607	5,85	22,64	38,76	33,02
609	8,33	36,11	38,88	16,66
610	6,94	32,79	46,07	14,19
611	27,84	65,27	6,94	0,00
612	18,05	41,66	29,16	11,11
613	0,00	12,50	16,33	70,83
619	5,56	38,89	37,50	18,05
624	52,77	45,83	1,39	0,00



**Tabela 1.** Continuação.

Clone <sup>1</sup>	Intervalos de classes (%)			
	0 - 5	6 - 25	26 - 53	54 - 100
626	38,78	59,82	1,39	0,00
631	5,56	29,16	40,27	25,00
648	26,08	50,72	20,28	2,89
861	9,72	49,15	35,44	7,00
862	19,84	45,53	31,74	3,17
871	49,27	39,16	8,68	2,89
882	11,66	68,33	17,00	3,00

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

Com relação aos clones da série 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 superiores a 75, o que indica que as maiorias das plantas apresentam baixa frequência de infecção.

Nos clones da série 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, não apresentam plantas com 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, 88,39%, 80% e 65,4% 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 o uso potencial como estratégia de controle da antracnose do guaranazeiro.

**Tabela 2.** Valores médios dos índices de doença referentes à antracnose do guaranazeiro.

<b>Clone</b>	<b>2000</b>	<b>2002</b>	<b>2004</b>	<b>Média</b>
222	53,25	71,73	32,60	52,52a*
217	44,79	76,04	29,16	49,99a
225	50,00	47,91	37,50	45,13a
224	50,00	44,79	34,37	43,00ab
228	43,74	46,87	37,50	42,70ab
227	43,74	48,96	35,22	42,64ab
276	46,73	42,04	30,68	39,87ab
223	37,49	36,46	36,45	36,80 b
274	33,32	41,62	31,25	35,06 b
<b>Média</b>	<b>43,12</b>	<b>50,60</b>	<b>33,85</b>	
<b>cv</b>				<b>16,58</b>
388	77,78	75,00	75,00	75,92a
300	87,49	69,31	70,45	75,75a
385	68,86	68,75	70,58	69,39ab
389	70,10	56,58	58,00	61,52 b
375	65,62	59,38	44,79	56,59 bc
381	55,42	54,34	48,92	52,89 c
<b>Média</b>	<b>70,86</b>	<b>57,50</b>	<b>61,29</b>	
<b>cv</b>				<b>31,55</b>
871	84,77	80,42	86,12	83,77a
882	73,75	71,25	67,00	70,76ab
862	87,50	64,27	59,43	70,40ab
861	75,00	65,63	57,60	66,07 b
<b>Média</b>	<b>80,25</b>	<b>70,39</b>	<b>67,73</b>	
<b>cv</b>				<b>46,98</b>

**Tabela 2.** Continuação.

<b>Clone</b>	<b>2000</b>	<b>2002</b>	<b>2004</b>	<b>Média</b>
624	91,66	85,41	86,45	87,84a
626	86,45	84,09	82,50	84,34a
611	87,50	80,17	72,91	80,17a
648	77,17	78,25	67,39	74,27ab
605	82,29	63,54	72,82	72,88ab
612	79,13	75,61	56,25	69,99ab
601	75,96	64,13	60,87	66,98ab
609	45,13	54,34	54,16	59,02 bc
610	64,57	60,87	48,91	58,11 bc
619	67,70	59,75	46,88	58,11 bc
631	63,54	55,21	42,70	53,91 bc
607	45,83	54,34	33,69	44,62 c
613	41,66	35,41	29,16	35,41 c
<b>Média</b>	<b>70,82</b>	<b>64,87</b>	<b>58,20</b>	
<b>cv</b>				<b>35,42</b>

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

## Literatura Consultada

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

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.

# Avaliação da Resistência à Antracnose em Clones de Guaranazeiro

J. C. R. Pereira<sup>1</sup>; J. C. A. Araújo<sup>1</sup>; F. J. Nascimento Filho<sup>1</sup>; A. L. Atroch<sup>1</sup>;  
L. Gasparotto<sup>1</sup>; M. R. Arruda<sup>1</sup>; L. P. Santos<sup>1</sup>

## 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.

Entre os fatores de produção do guaranazeiro encontram-se as doenças e, dentre 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. Os primeiros surtos da doença, segundo Duarte & 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, se nenhuma estratégia de controle for 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 à 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.

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, murilo.arruda@cpaa.embrapa.br

Neste sentido, Nascimento Filho & 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.

## **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 porcentagem de copa atacada pela antracnose foram realizadas nos anos de 2000, 2002 e 2004, nos meses de março e 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 infectada 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).

## **Resultados e Discussão**

Os resultados são apresentados na Tabela 1 e serão discutidos dentro de cada série clonal, tendo em comum a variável porcentagem 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 como suscetíveis a altamente suscetíveis na sua maioria.



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

Clone <sup>1</sup>	Anos			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
<b>CV%</b>				<b>16,78</b>
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
<b>CV%</b>				<b>33,75</b>
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	41,41 ab
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
<b>CV%</b>				<b>37,42</b>
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
<b>CV%</b>				<b>46,92</b>

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

<sup>1</sup>Numeração dos clones segundo o programa de melhoramento genético do guaranzeiro. Embrapa Amazônia Ocidental.

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

Nos 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, foi classificado como resistente, os demais foram classificados como suscetíveis.

Nos clones da série 600, a severidade média variou de 1,13% a 78,73% de copa atacada e os valores médios da severidade média variaram 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%, respectivamente, de copa atacada foram classificados como suscetíveis, ao passo que o clone 613 com 66,6% de copa atacada foi classificado como altamente suscetível.

Nos 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 Consultada

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.

# Avaliação da Resistência ao Superbrotamento em Clones de Guaranazeiro

J. C. R. Pereira<sup>1</sup>; J. C. A. Araújo<sup>1</sup>; F. J. Nascimento Filho<sup>1</sup>; A. L. Atroch<sup>1</sup>;  
M. R. Arruda<sup>1</sup>; A. Moreira<sup>2</sup>; L. Gasparotto<sup>1</sup>; L. P. Santos<sup>1</sup>

## 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 em 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.

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, murilo.arruda@cpaa.embrapa.br

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos-SP.

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.

Em razão 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 porcentagem 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. Foram realizadas avaliações 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.

## Resultados 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).

**Tabela 1.** Valores médios da severidade (%) do superbrotamento em clones de guaranazeiro.

Clone <sup>1</sup>	Severidade (%) Média	Clone <sup>1</sup>	Severidade (%) Média <sup>2</sup>
274	41,6 a*	613	45,4 a
217	31,4 ab	607	15,1 b
223	25,7 ab	610	13,9 b
228	22,1 ab	612	9,8 bc
227	18,3 ab	601	8,9 bcd
276	17,4 ab	609	7,2 bcd
224	16,2 b	619	6,5 bcd
225	16,0 b	631	6,5 bcd
222	11,0 b	648	4,6 bcd
		626	2,1 cd
381	17,0 a	605	2,1 cd
300	9,3 ab	611	1,0 d
389	5,0 bc	624	0,9 d
388	4,5 bc		
375	4,2 bc	882	2,6 a
385	0,8 c	862	1,6 a
		861	1,0 a
		871	0,8 a
<b>CV</b>	<b>72,18</b>		

<sup>1</sup>Numeração dos clones segundo Programa de Melhoramento Genético do Guaraná. Embrapa Amazônia Ocidental.

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 que explicam 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.

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

Clones <sup>1</sup>	Mata <sup>2</sup>	Capoeira <sup>3</sup>	Clones <sup>1</sup>	Mata <sup>2</sup>	Capoeira <sup>3</sup>
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
<b>CV%</b>	<b>48,32</b>		<b>CV%</b>	<b>61,17</b>	

<sup>1</sup>Numeração dos clones segundo Programa de Melhoramento Genético do Guaraná. Embrapa Amazônia Ocidental.

<sup>2</sup>Médias seguidas por letras maiúsculas na linha e minúscula na 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).

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.

A leitura dos resultados deste trabalho permite inferir da existência de níveis variados de resistência ao superbrotamento do guaranzeiro 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 Consultada

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 Guaranazeiro. **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.

# Avaliação de Fungicidas no Controle da Antracnose do Guaranazeiro

J. C. A. de Araújo<sup>1</sup>; J. C. R. Pereira<sup>1</sup>; L. Gasparotto<sup>1</sup>; M. R. de Arruda<sup>1</sup>;  
F. J. Nascimento Filho<sup>1</sup>; A. Moreira<sup>2</sup>

## 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 frequentes, 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 a 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 de 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 trifetil estanho, ziram, oxicloreto 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.

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, cristino.araujo@cpaa.embrapa.br

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos-SP.

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.

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 em dois ensaios, no período de março a julho de 2005, nas áreas do experimento ME 96-1 e ME 96-2, instalados em 1996, no campo experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, localizado 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.

O primeiro ensaio foi instalado em março de 2005; com a realização de poda nas plantas selecionadas em 10/03/2005 e a aplicação dos fungicidas entre 06/04/2005 e 04/05/2005. O segundo ensaio foi instalado em abril de 2005, com a poda das plantas realizada em 15/04/2005 e a aplicação dos fungicidas entre 29/04/2005 e 27/05/2005. As podas consistiram na 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 induzir e uniformizar a emissão de novos lançamentos, condição fenológica em que as plantas se tornam mais suscetíveis à antracnose. No início das pulverizações, 5% a 10% das plantas já apresentavam lançamentos novos.

Os fungicidas testados e respectivas dosagens 1, 2, e 3, em valores crescentes colocados entre parênteses, foram: flutriafol (0,062; 0,094 e 0,125 L ha<sup>-1</sup>); epoxiconazole (0,062; 0,094 e 0,125 L ha<sup>-1</sup>); tebuconazole (0,08; 0,12 e 0,16 L ha<sup>-1</sup>); azoxystrobin + difenoconazole (200 + 125 mL L<sup>-1</sup>) (0,162; 0,195 e 0,260 L ha<sup>-1</sup>); tiofanato metílico (0,250; 0,340 e 0,425 kg ha<sup>-1</sup>); mancozeb (1,2; 1,6 e 2,0 kg ha<sup>-1</sup>); propiconazole (0,08; 0,12 e 0,16 kg ha<sup>-1</sup>) e azoxystrobin (0,10; 0,15 e 0,20 L ha<sup>-1</sup>). Foram feitas três aplicações dos fungicidas protetores em intervalos semanais e duas aplicações dos sistêmicos em intervalos quinzenais. O delineamento experimental de cada ensaio foi inteiramente casualizado com três repetições para cada tratamento, sendo cada planta uma unidade experimental.

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 porcentagem de copa atacada pela doença. Os dados foram transformados usando a fórmula  $\bar{O} x + 0,5$  e submetidos 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.

Comparando-se os dados das tabelas 1 e 2, observa-se um melhor efeito geral de controle da doença pelos fungicidas no segundo ensaio, à exceção do epoxiconazole, que sempre foi idêntico à testemunha nos dois ensaios. Isto pode ser explicado por dois fatores: (1) maior volume de chuvas nos meses de março e abril, período em que se concentraram as pulverizações do primeiro ensaio e (2) ocorrência de alguma deriva pela ação dos ventos em função do horário de aplicação dos fungicidas. A melhoria no segundo ensaio também pode ser consequência da maior eficiência da aplicação, em detrimento da ocorrência de deriva.

**Tabela 1.** Valores médios de severidade da antracnose em função dos fungicidas e doses. Ensaio 1.

Produtos	Dose			Média
	1	2	3	
Testemunha	88,00 C <sup>1*</sup>	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				
Azoxystrobin +	18,57 AB	18,57 ABC	13,07 AB	16,63 B
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
<b>CV%</b>	<b>22,186</b>			

<sup>1</sup>Médias 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  $\bar{O}x + 0,5$ ).

\*Severidade - Valores médios expressos em porcentagens de copas atacadas pela antracnose.

**Tabela 2.** Valores médios de severidade da antracnose em função dos fungicidas e doses. Ensaio 2.

Produtos	Dose			Média
	1	2	3	
Testemunha	59,41 C <sup>1*</sup>	59,41 C	59,41 B	59,41 D
Epoxiconazole	52,39 C	57,83 C	48,35 B	52,79 CD
Tiofanato metílico	53,09 C	8,50 CB	4,50 AB	17,02 BC
Flutriafol	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			
Azoxystrobin +		69,05 C	4,50 AB	41,10 CD
Difenoconazole	1,66 AB	0,00 B	0,00 A	0,42 A
Azoxystrobin	0,00 A	0,00 B	0,00 A	0,00A
<b>CV%</b>	<b>37,256</b>			

<sup>1</sup>Médias 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  $\bar{O}x + 0,5$ ).

\*Severidade - Valores médios expressos em porcentagens de copas atacadas pela antracnose.

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 avaliados com o objetivo de controlar ácaros. A observada redução da antracnose foi uma constatação que, provavelmente, não resultou de uma avaliação criteriosa da doença.

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

## Literatura Consultada

ARAUJO, 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

J. C. A. de Araújo<sup>1</sup>; J. C. R. Pereira<sup>1</sup>; L. Gasparotto<sup>1</sup>; M. R. de Arruda<sup>1</sup>

## 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).

Fotos: Murilo R. de Arruda



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

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, cristino.araujo@cpaa.embrapa.br

Entretanto, em avaliações da doença nos Campos Experimentais da Embrapa Amazônia Ocidental, nos Municípios de Maués e Manaus, têm-se observado frequentemente 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

Foto: Murilo R. de Arruda



**Fig. 2.** Lesões de coloração marrom circundada por halo amarelo conspícuo.

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, manchas marrons alongadas ao longo das nervuras (Fig. 4), associadas à requeima, causada por *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*, e o sintoma tipo 4, mancha areolada sem halo (Fig. 5),



semelhante ao associado à queima da teia micélica, causada por *Thanatephorus cucumeris* (Fig. 4), 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.



Fotos: Murilo R. de Arruda



**Fig. 3.** Lesão do tipo mancha zonada sem halo.

**Fig. 4.** Lesão marrom-alongada, acompanhando a nervura.



**Fig. 5.** Mancha aureolada sem halo.



Fotos: Murilo R. de Arruda

**Fig. 6.** Manchas irregulares castanho-avermelhadas.

Foram observados em todos os materiais submetidos à câmara úmida e 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, (Fig. 2, 3, 4, 5 e 6), são causados pelo *Colletotrichum garanicola*. 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.

### **Literatura Consultada**

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.

# Frequência de Infecção do Superbrotamento do Guaranazeiro

J. C. R. Pereira<sup>1</sup>; J. C. A. Araújo<sup>1</sup>; L. Gasparotto<sup>1</sup>; F. J. Nascimento Filho<sup>1</sup>;  
M. R. Arruda<sup>1</sup>; A. Moreira<sup>2</sup>; L. P. Santos<sup>1</sup>

## 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 de 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 frequência da infecção e/ou dos genes de virulência.

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, murilo.arruda@cpaa.embrapa.br

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos-SP.

Frequência 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 frequência de infecção implicada em maior severidade e progresso de doença em prejuízo da produção. Neste trabalho, frequência da infecção é conceituada como sendo a porcentagem de plantas de cada clone em particular, dentro de intervalos de classe de doença predeterminados.

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 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 porcentagem da copa atacada.

Os valores médios da severidade foram agrupados em intervalos de classe de doença (IC) sendo o intervalo de clone I (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:  $ID = \frac{\Sigma[(4 IC I) (3 IC II) (2 IC III) (1 IC IV)]}{4}$ .

## Resultados e Discussão

Os valores médios dos índices de doença, considerados os anos de avaliação como repetição, foram submetidos a análise pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

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

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

Clone	Intervalo de classe de (%)			
	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
$\bar{X}$	<b>41,03</b>	<b>24,05</b>	<b>21,28</b>	<b>11,07</b>
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
$\bar{X}$	<b>62,27</b>	<b>29,05</b>	<b>6,13</b>	<b>0,97</b>
601	62,31	33,33	4,36	0,00
605	75,72	22,88	1,40	0,00
607	44,02	17,33	15,82	22,83
609	56,94	34,72	6,74	1,60
610	51,09	37,38	11,53	0,00
611	84,72	15,28	0,00	0,00
612	54,17	33,33	9,72	2,78
613	19,44	40,11	26,39	14,06
619	69,44	23,44	4,66	2,46

**Tabela 1.** Continuação.

Clone	Intervalo de classe de (%)			
	0	1 - 33	34 - 66	67 - 100
624	90,27	9,73	0,00	0,00
626	77,28	22,72	0,00	0,00
631	58,33	33,33	8,34	0,00
648	72,46	26,08	1,46	0,00
<b>X</b>	<b>62,78</b>	<b>26,86</b>	<b>7,09</b>	<b>2,33</b>
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
<b>X</b>	<b>82,30</b>	<b>17,70</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

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

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

Clones*	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
<b>Média</b>	<b>87,29</b>	<b>68,51</b>	<b>63,65</b>	<b>73,15</b>
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
<b>Média</b>	<b>97,24</b>	<b>91,47</b>	<b>78,85</b>	<b>89,06</b>

**Tabela 2.** Continuação.

<b>Clones*</b>	<b>2000</b>	<b>2002</b>	<b>2004</b>	<b>Média</b>
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
<b>Média</b>	<b>93,74</b>	<b>87,48</b>	<b>80,25</b>	<b>87,15</b>
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
<b>Média</b>	<b>99,41</b>	<b>95,04</b>	<b>96,18</b>	<b>96,87</b>

<sup>1</sup>Numeração dos clones segundo o programa de melhoramento genético do guaranzeiro. Embrapa Amazônia Ocidental.

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 apresentaram 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 a 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 apresentou 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 da 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, indicam 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, em razão da 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 Consultada

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

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

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

# Poda Fitossanitária no Controle da Antracnose do Guaranazeiro

J. C. A. de Araújo<sup>1</sup>; J. C. R. Pereira<sup>1</sup>; L. Gasparotto<sup>1</sup>; M. R. de Arruda<sup>1</sup>;  
F. J. Nascimento Filho<sup>1</sup>; A. Moreira<sup>2</sup>

## 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) foram 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<sup>-1</sup> de sementes secas, bem abaixo das médias da Bahia (390 kg.ha<sup>-1</sup>) e brasileira, que foi de 298 kg.ha<sup>-1</sup> (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 à expansão e produtividade dos guaranazeiros 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 frequente, 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.

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, cristino.araujo@cpaa.embrapa.br

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos-SP.

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 definido como táticas de evasão ou regulação (Kimati e Bergamin 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 dos níveis e das épocas de 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 porcentagem 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 resultou 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 poda<sup>1</sup>.

Época de poda	Níveis de poda		
	50%	70%	Médio
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	
<b>CV%</b>	<b>9,28</b>		

<sup>1</sup>Médias 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  $\bar{O}x + 0,5$ ).

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 pela existência de erro crítico, conforme Van der Plank (1963).

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

**Tabela 2.** Severidade média da antracnose expressa em % de copa infectada em clones de guaranazeiro em função da intensidade de poda<sup>1</sup>.

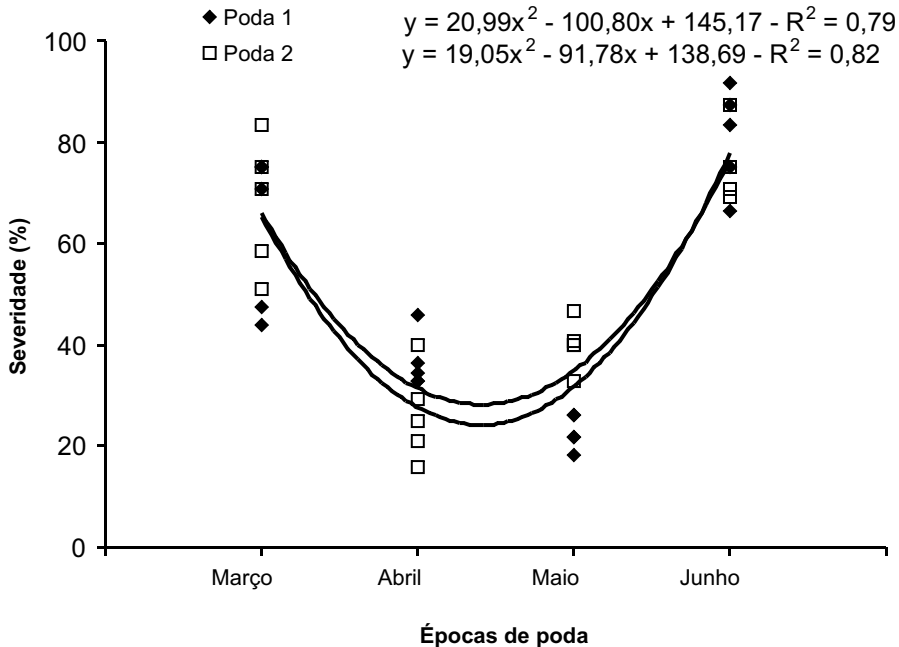
Níveis de Poda	Época				Média
	Março	Abril	Maior	Junho	
50%	61,59 a B	36,31 b A	22,70 a A	80,56 a B	47,49 a
75%	67,17 a B	25,49 a A	39,92 b A	74,54 a B	49,71 a
Média	64,35 B	30,66 A	30,72 A	77,52 B	
<b>CV%</b>	<b>9,282</b>				

<sup>1</sup>Médias 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  $\bar{O}x + 0,5$ ).

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 Uruará, as plantas podadas nos meses de abril e maio produzirão 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.

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 das menores severidades 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, pelo fato de *C. guaranicola* constituir-se em um patógeno hemibiotrófico, o qual produz enzimas que degradam a parede celular, o mesmo é beneficiado pela ocorrência de alguma forma de estresse como, por exemplo, déficit hídrico e/ou nutricional.



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

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 Consultada

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](http://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: epidemics and control**. New York: Academic Press, 1963. 349 p.

# Progresso da Antracnose do Guaranazeiro no Estado do Amazonas

J. C. A. de Araújo<sup>1</sup>; J. C. R. Pereira<sup>1</sup>; L. Gasparotto<sup>1</sup>

## 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 (Fig. 1).



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

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, cristino.araujo@cpaa.embrapa.br



Em folhas com limbo parcialmente expandido, os sintomas são do tipo lesões necróticas, caracterizando o quadro de antracnose (Fig. 2). Ataques sucessivos de *C. guaranicola*, com desfolhas frequentes, induzem morte descendente dos ramos e subsequente morte da planta. Este quadro de sintomas é frequente nos plantios de Maués, que em sua maioria são antigos e formados de plantas propagadas sexualmente, 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 guaranzeiro em um plantio localizado no município de Maués.

Foto: Murilo R. de Arruda



Fig. 2. Lesões necróticas em folíolos de guaranzeiro.

## 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 8.000 plantas, distribuídas em espaçamento de 5 x 5 m. 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.

Registrou-se uma perda acumulada de aproximadamente 4.800 plantas, correspondente a 60% da população inicial. Das plantas remanescentes, cerca de 3.200, 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 (Fig. 3).

Fotos: Murilo R. de Arruda



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



Foto: Murilo R. de Arruda

# Fitotecnia

# Apresentação

*Murilo Rodrigues de Arruda*

A Embrapa Amazônia Ocidental implantou e conduziu durante as décadas de 1980 e 1990, um programa de melhoramento genético com o objetivo de selecionar plantas superiores de guaranazeiro que apresentassem ao mesmo tempo, resistência à antracnose (*Colletotrichum guaranicola*), principal fator limitante para a expansão da cultura na Amazônia, além de alta produtividade, de maneira a inserir novamente, a guaranaicultura no cenário agrícola do Amazonas.

O desenvolvimento da tecnologia de reprodução assexuada por meio de estaquia do guaranazeiro, aliado ao lançamento de 16 cultivares resistentes à antracnose e altamente produtivas a partir de 1999 mostram o sucesso deste programa.

Entretanto, na medida que plantios antigos e decadentes estão sendo substituídos, maior atenção tem sido dada ao manejo da cultura, que vem se tornando importantíssimo para se alcançar produtividades acima de dois quilos de sementes secas por planta ano, um número cerca de dez vezes maior quando comparado com o 0,2 kg produzidos nos sistemas tradicionais.

O controle de plantas invasoras, épocas de poda, distribuição espacial, espaçamento das plantas e a produção orgânica de guaraná estão sendo estudadas e novas tecnologias serão disponibilizadas nos próximos dois anos aos produtores e técnicos da extensão rural para cada dia mais tornar a guaranaicultura uma referência do ponto de vista econômico, social e ambiental.

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM.

# Desempenho de Mudas de Pimenta de Macaco em Função do Tipo de Substrato

F. C. M. Chaves<sup>1</sup>; I. O. V. L. Costa<sup>2</sup>; E. de A. Pena<sup>2</sup>

## 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-bleorrágico 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 Manaus (AM), 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.

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 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).

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, celio.chaves@cpaa.embrapa.br

<sup>2</sup>Bolsista DCTA/Fapeam, 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 quatro repetições e doze 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 50% de sombreamento, germinando em 30/1/2004 e 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
<b>CV (%)</b>		<b>22,76</b>	<b>10,02</b>	<b>7,85</b>	<b>23,54</b>	<b>22,09</b>

\*\*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 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	3,50a	2,40a	6,50a	0,267a	0,340a
T8	2,87ab	2,34a	5,79a	0,140cd	0,340a
<b>Média</b>	<b>2,10</b>	<b>1,79</b>	<b>5,24</b>	<b>0,121</b>	<b>0,195</b>

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 biossólidos 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 Consultada

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 biossólidos 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.



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

A. L. Atroch<sup>1</sup>; M. da S. Cravo<sup>2</sup>; J. A. dos Santos<sup>2</sup>

## 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. 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

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, andre.atroch@cpaa.embrapa.br

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA.

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 controvertido. Resultados obtidos por Shiembo et al. (1996) concluíram que não houve efeito do AIB na porcentagem 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 porcentagem 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.

## Metodologia

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 guaranzeiro 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 folíolo, retiradas de matriz sadia e de bom desenvolvimento vegetativo. Foram utilizados, os clones de guaranzeiro 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, 2000, 4000, 6000, 8000 e 10000 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 porcentagem de enraizamento. Os dados foram transformados segundo  $\sqrt{\chi + 0,5}$ . 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

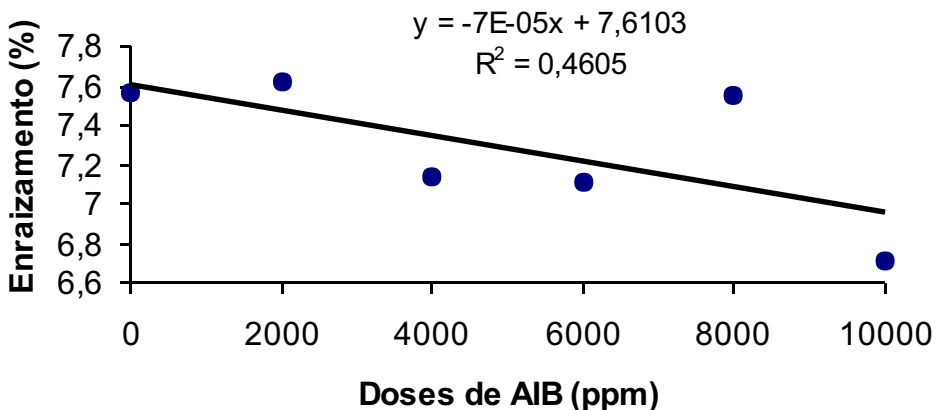
A Tabela 1 contém o resumo da análise de variância para a característica porcentagem de enraizamento de clones de guaranzeiro submetidos a diferentes concentrações de AIB.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância conjunta para a característica porcentagem de enraizamento de clones de guaranzeiro 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
Residuo	216	2,4148
<b>CV(%)</b>		<b>21,56</b>

Houve variação genética para o caráter porcentagem 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 porcentagem de enraizamento das estacas dos clones de guaranzeiro em função do aumento dos níveis de AIB. Verifica-se que a porcentagem 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 porcentagem 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.



**Fig. 1.** Regressão linear para a variável porcentagem de enraizamento em estacas de guaranzeiro em função dos níveis de AIB. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2002.

A Tabela 2 contém as médias transformadas segundo  $\sqrt{\chi + 0,5}$  e médias originais da porcentagem 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.

**Tabela 2.** Médias transformadas para  $\sqrt{\chi}+0,5$  e médias originais da porcentagem 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.

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.

A idade 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 folíolo, 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 2.000, 4.000 e 6.000 ppm 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 esclarecida 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.

## Literatura Consultada

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 semilenhosos 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* Hoehchst. 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.

SCOTT, 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.



# Enraizamento de Estacas Herbáceas de Clones de Guaranazeiro em Diferentes Substratos

M. R. de Arruda<sup>1</sup>; J. C. R. Pereira<sup>1</sup>; A. Moreira<sup>2</sup>

## Introdução

O guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) pode se constituir em fonte de renda alternativa para populações amazônidas 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 guaranícola* 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> ou 600 kg ha<sup>-1</sup> (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.

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, murilo.arruda@cpaa.embrapa.br

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos-SP.

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). Estes compostos 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 AM-010, 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 ), em tubetes com volume de 250 cm<sup>3</sup>, utilizando-se o fitormônio ácido indol-3-butírico (AIB) na concentração de 2.000 mg L<sup>-1</sup> (Atroch, 2002).

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  $\sqrt{x+0,5}$ . 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.

Considerando-se as médias de todos os clones, 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.

Entretanto 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 (Tabela 2). 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.

**Tabela 2.** Porcentagem de enraizamento de estacas de 12 clones de guaranazeiro, cinco meses após o plantio, de acordo com o substrato utilizado.

Substrato Clone	Substrato comercial	Esterco + carvão	Esterco + solo
BRS 300	85,0 a	88,7 a	90,6 a
BRS 610	90,6 a	79,5 a	84,9 a
BRS 871	71,9 a	75,9 a	79,6 a
BRS 648	67,6 a	65,6 a	73,9 a
BRS 612	75,7 a	44,4 b	43,7 b
BRS 850	61,1 a	63,8 a	35,9 b
BRS 189	58,3 a	68,4 a	23,4 b
BRS 611	43,3 a	42,5 a	38,5 a
BRS 505	38,7 a	25,6 ab	19,3 b
BRS 608	46,7 a	22,0 b	14,7 b
BRS 882	38,5 a	24,5 a	11,1 b
BRS 372	18,2 a	24,6 a	5,6 b

Letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

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, pois a desidratação das mudas afeta 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.

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

- O substrato comercial e o esterco de aves + carvão proporcionaram a maior porcentagem de enraizamento, com 55,9% e 49,3%, respectivamente.
- O clone BRS 300 obteve o maior percentual de enraizamento (88,1%), enquanto o clone BRS 372, o menor (15%).

## Literatura Consultada

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](http://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 laranjeira '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. **Resumenes...** 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.

# Produção de Mudas de Bertalha em Diferentes Substratos

F. C. M. Chaves<sup>1</sup>; R. F. Berni<sup>1</sup>; E. de A. Pena<sup>2</sup>; J. V. do Bomfim Neto<sup>2</sup>;  
I. O. V. L. Costa<sup>2</sup>

## Introdução

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 substrato 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. Foram utilizados como tratamentos as seguintes combinações: T1 - ¼ Terriço (solo da camada superficial do solo, até 10 cm, rico em matéria orgânica) + ¾ Carvão, T2 - ¼ Terriço + ¾ Casca de Guaraná

---

Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, celio.chaves@cpaa.embrapa.br<sup>1</sup>

<sup>2</sup>Bolsista DCTA/Fapeam, Manaus-AM.

(*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 4 repetições e 16 plantas/parcela. Utilizou-se bandejas de poliestireno expandido de 128 células. A sementeira 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 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 significativas para nenhum dos níveis citados.

**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 beralha provenientes de diferentes substratos. Embrapa Amazônia Ocidental/Manaus AM, 2004.

Causa de variação	G.L.	Q.M.						
		Emergência	IVE	Altura	Diâmetro	Número de folhas	Biomassa	
							Parte aérea	Raiz
Tratamentos	6	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
<b>Total</b>	<b>27</b>							
DMS		<b>24,98</b>	<b>0,57</b>	<b>2,13</b>	<b>0,8238</b>	<b>0,7179</b>	<b>0,0501</b>	<b>0,0101</b>
CV		<b>13,91</b>	<b>20,37</b>	<b>13,10</b>	<b>25,31</b>	<b>15,81</b>	<b>20,55</b>	<b>22,81</b>

\*; \*\*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 porcentagem 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 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 bortalha, mas o uso de substrato que tenha na sua composição casca de guaraná também pode ser utilizado, constituindo-se 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 bertalha 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
<b>Media</b>	<b>78,12</b>	<b>1,21</b>	<b>7,13</b>	<b>1,41</b>	<b>1,97</b>	<b>0,11</b>	<b>0,019</b>

Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúscula) não diferem significativamente, ao nível de 5 % de probabilidade pelo Teste Tukey.

## Literatura Consultada

CARDOSO, M.O. (Coord.). *Hortalças 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.; Scarpate 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. 289 p.

# Produção de Mudas de Caapeba em Diferentes Substratos

F. C. M. Chaves<sup>1</sup>; E. de A. Pena<sup>2</sup>; I. O. V. L. Costa<sup>2</sup>; A. C. da S. Pinto<sup>3</sup>;  
A. M. Pohlit<sup>4</sup>

## 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.

Dentre as espécies nativas encontra-se a caapeba, *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, frequentemente representam alternativa bastante

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, celio.chaves@cpaa.embrapa.br

<sup>2</sup>Bolsista DCTA/Fapeam, Manaus-AM.

<sup>3</sup>Doutoranda em Biotecnologia (Ufam), Manaus-AM.

<sup>4</sup>Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Manaus-AM.

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 caapeba, *Pothomorphe peltata*.

## Metodologia

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:  $\frac{1}{4}$  terriço (solo da camada superficial, até 10 cm, rico em matéria orgânica) +  $\frac{3}{4}$  carvão; T4:  $\frac{1}{4}$  terriço +  $\frac{3}{4}$  casca de guaraná; T5:  $\frac{1}{4}$  terriço +  $\frac{1}{4}$  esterco de gado curtido +  $\frac{1}{2}$  casca de guaraná; T6:  $\frac{1}{4}$  terriço +  $\frac{1}{4}$  esterco de gado curtido +  $\frac{1}{2}$  casca de arroz carbonizada; T7:  $\frac{1}{4}$  terriço +  $\frac{1}{4}$  esterco de gado curtido +  $\frac{1}{4}$  carvão +  $\frac{1}{4}$  casca de guaraná; T8:  $\frac{1}{4}$  terriço +  $\frac{1}{4}$  esterco de gado curtido +  $\frac{1}{4}$  casca de arroz carbonizada +  $\frac{1}{4}$  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
<b>CV (%)</b>		<b>16,07</b>	<b>9,65</b>	<b>13,34</b>	<b>25,14</b>	<b>28,45</b>

\*\* - 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
<b>Media</b>	<b>1,06</b>	<b>2,20</b>	<b>3,23</b>	<b>0,11</b>	<b>0,12</b>

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente, ao nível de 5 % 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 Consultada

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.). Horticult. 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.; Penteadó, 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.



# Produção de Mudas de Cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dun.) em Função do Tipo de Substrato

F. C. M. Chaves<sup>1</sup>; S. E. L. da Silva<sup>1</sup>; R. F. Berni<sup>1</sup>; E. de A. Pena<sup>2</sup>; I. O. V. L. Costa<sup>2</sup>;  
M. de Q. Rocha<sup>3</sup>

## 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 agrônomo, 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).

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 Medicinais 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<sup>®</sup>.

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

---

Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, celio.chaves@cpaa.embrapa.br<sup>1</sup>

<sup>2</sup>Bolsista DCTA/Fapeam, Manaus-AM.

diária até a data de avaliação (64<sup>o</sup> dia). A germinação iniciou a partir do 5<sup>o</sup> dia após a sementeira. 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).

Os substratos alternativos proporcionaram um maior desenvolvimento das plantas, estabelecendo médias significativamente superiores em altura (6,31 cm), biomassa da parte aérea (3,31 g) e raízes (0,081 g), quando comparados aos respectivos parâmetros do substrato comercial (3,8 cm, 0,05 g e 0,016 g). Estes resultados são diferentes dos encontrados em alguns trabalhos anteriores, onde o substrato comercial puro ou misturado com adubo químico + casca de arroz carbonizada, proporcionaram melhor desenvolvimento de mudas de beralha, tomate e moringa quando comparado com outras alternativas de substratos (Gambassi *et al.*, 2002; Chaves *et al.*, 2004; Bezerra *et al.* 2004), exceto quando na produção de mudas de alface, pois esse foi superado por um substrato composto por terra, esterco, casca de arroz carbonizada e adubo químico (Gambassi *et al.*, 2002).

A utilização de casca de guaraná nos substratos superou a alternativa de uso do carvão, as plantas apresentaram maior altura (7,74 vs. 4,87 cm), ganho de biomassa na parte aérea (0,31 g vs. 0,089 g) e no sistema radicular (0,14 g vs 0,02 g).

A substituição de ¼ de guaraná ou de ¼ 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 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% (7,95 vs. 1,8 cm) 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.

**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.

<b>Altura (cm)</b>			
<b>Causa da Variação</b>	<b>GL<sup>1</sup></b>	<b>S. Q.<sup>2</sup></b>	<b>F<sup>3</sup></b>
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 *
<b>Tratamentos</b>	<b>4</b>	<b>(167,496)</b>	<b>45,0 **</b>
<b>Resíduo</b>	<b>20</b>	<b>18,609</b>	
<b>Total</b>	<b>24</b>		
<b>Número de folhas/planta</b>			
<b>Causa da Variação</b>	<b>GL</b>	<b>S. Q.</b>	<b>F</b>
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 **
<b>Tratamentos</b>	<b>4</b>	<b>(2,902)</b>	<b>6,72 *</b>
<b>Resíduo</b>	<b>20</b>	<b>0,108</b>	
<b>Total</b>	<b>24</b>		

**Tabela 1. Continuação.**

<b>Biomassa (g/planta parte aérea)</b>			
<b>Causa da Variação</b>	<b>Gl<sup>1</sup></b>	<b>S. Q.<sup>2</sup></b>	<b>F<sup>3</sup></b>
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**
<b>Tratamentos</b>	<b>4</b>	<b>(0,410)</b>	<b>60,4**</b>
<b>Resíduo</b>	<b>20</b>	<b>0,002</b>	
<b>Total</b>	<b>24</b>		
<b>Biomassa (g/planta/raiz)</b>			
<b>Causa da Variação</b>	<b>GL</b>	<b>S. Q.</b>	<b>F</b>
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**
<b>Tratamentos</b>	<b>4</b>	<b>(0,085)</b>	<b>65,9**</b>
<b>Resíduo</b>	<b>20</b>	<b>0,006</b>	
<b>Total</b>	<b>24</b>		

<sup>1</sup>Graus de liberdade, <sup>2</sup>Soma de quadrados; <sup>3</sup>Teste de F.

\*\*Significativo (P£0,01) e \*( P£0,05).

## Literatura Consultada

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.

# Produção de Mudanças de Guaranazeiro em Tubetes Plásticos do Tipo de Substrato

A. L. Atroch<sup>1</sup>; F. J. do Nascimento Filho<sup>1</sup>; J. A. dos Santos<sup>2</sup>

## 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.

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.

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, andre.atroch@cpaa.embrapa.br

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA.

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 folíolo, 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 nº 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 m<sup>3</sup> de substrato. Após o enraizamento, por volta de 45 dias após o plantio, iniciou-se adubações líquidas com Ouro Verde<sup>®</sup> quinzenalmente direcionado para a folhagem e para o substrato, até o final do experimento. Após 210 dias foi realizada a avaliação da porcentagem de mudas com uma, duas e três folhas compostas formadas e da porcentagem 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.

**Tabela 1.** Porcentagem 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 uma folha composta jovem	Mudas com duas folhas compostas jovens	Mudas com três 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

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%.

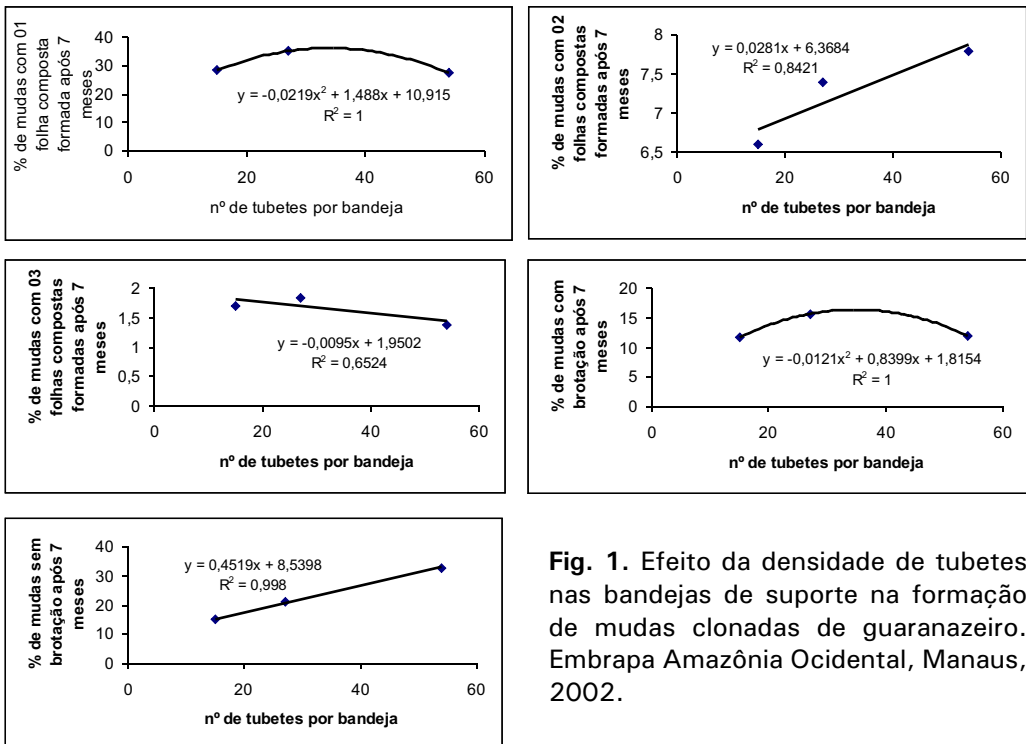
Em relação à formação das mudas, considera-se uma muda de guaraná apta para o plantio quando esta apresentar duas folhas compostas completamente desenvolvidas, fato que não foi observado em nenhum dos tratamentos, pois apesar das folhas terem surgido elas não se desenvolveram adequadamente, sendo de tamanho reduzido. Isto pode ser explicado de duas formas: a uma é em decorrência da 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 uma folha composta foi maior do que com duas ou três 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 (Fig. 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 duas 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 três 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.



**Fig. 1.** Efeito da densidade de tubetes nas bandejas de suporte na formação de mudas clonadas de guaranzeiro. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2002.

Pelos resultados expostos é possível sugerir o manejo das mudas nas bandejas em que se inicia com a densidade de 35 tubetes por bandeja até a formação de uma 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.

## Literatura Consultada

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**. SãoPaulo: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.

# Produção de Mudanças de Variedades de Alface em Diferentes Substratos

F. C. M. Chaves<sup>1</sup>; M. O. Cardoso<sup>1</sup>; J. R. P. Gonçalves<sup>1</sup>; J. V. S. Camargo<sup>2</sup>.

## Introdução

A produção de mudas constitui etapa importante na horticultura, pois uma muda que não atenda os requisitos desejáveis pode comprometer em mais de 50 % a produção comercial. 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 favoreçam a germinação e o desenvolvimento das mudas (FACHINELLO et al., 1995). Diversos materiais estão disponíveis no mercado na forma de substratos, mas a utilização de materiais disponíveis na região torna-se mais acessível e tende a ser economicamente vantajosa (MINAMI; PUCHALA, 2000). Materiais como cascas de guaraná e de cupuaçu fermentada têm demonstrado grande potencial no suprimento das necessidades iniciais das plântulas, favorecendo, inclusive, o desenvolvimento de algumas espécies de hortaliças não convencionais e medicinais (CHAVES et al., 2004; CHAVES et al., 2005; COSTA et al., 2005 e PENA et al., 2005). Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar duas variedades de alface e oito substratos na produção de mudas nas condições do Município de Manaus - AM.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Olericultura da Embrapa Amazônia Ocidental, no Km 29 da rodovia AM-010, Manaus, AM, utilizando delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 8 x 3, sendo 2 variedades (Vitória e Simpson), 8 tipos de substratos (T1 - 4 terriço:4 guaraná:1 areia; T2 - 4 terriço:3 guaraná: 1 areia; T3 - 4 terriço:2 guaraná:1 areia; T4 - 4 terriço:1 guaraná: 1 areia; T5 - 4 terriço:0 guaraná: 1 areia; T6 - 4 terriço: 2 esterco de aves: 1 areia; T7 - 4 terriço: 1 esterco de aves: 1 areia e T8: Substrato comercial) e 3 repetições de 10 plantas cada. A casca de guaraná foi mantida em ambiente coberto e arejado visando a fermentação do produto que depois foi seco à sombra e peneirado, antes da mistura com o terriço e a

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, celio.chaves@cpaa.embrapa.br

<sup>2</sup>Bolsista Pibic/CNPq/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM.

areia. Foram utilizadas bandejas de poliestireno expandido, com 128 células. A semeadura foi realizada no dia 14/02/2006 e a emergência ocorreu dois dias depois. As bandejas permaneceram sob abrigo, recebendo irrigação diária. Aos 22 dias após a emergência avaliou-se o número de folhas/planta e a massa seca de parte aérea/planta, tendo sido as mesmas cortadas ao nível do substrato, retirando-se restos de substratos e areia. A parte aérea foi seca em estufa a 65 °C por três dias e em seguida determinado o seu peso.

As médias foram avaliadas estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

## **Resultados e Discussão**

A interação cultivares por tipos de substratos foi significativa (Tabela 1). O número de folhas por planta variou de 2,30 a 5,03 para as variedades, com médias da cv. Vitória superiores aos da cv. Simpson, tendo esta pior desempenho também em relação à massa seca da parte aérea, que apresentou média 18% inferior que a verificada para a cv. Vitória.

Na comparação entre os substratos, os que continham esterco em sua composição apresentaram, juntamente com o substrato comercial, melhores desempenhos tanto para número de folhas como para massa seca da parte aérea e qualidade das mudas (Tabela 1). Os substratos contendo casca de guaraná vieram em seguida, apresentando médias superiores ao substrato contendo apenas terço e areia. O aumento da concentração de esterco de aves (T6 e T7) não influenciou o número de folhas e a massa seca das mudas das duas variedades. Rossi et. al (2005) constataram que houve decréscimo da altura e da massa seca da parte aérea das plântulas de alface em função do aumento da concentração de húmus no substrato. Os tratamentos T4 e T5 apresentaram as menores médias em todas as variáveis analisadas, demonstrando pequeno efeito na nutrição das mudas, pois apresentaram somente terço e areia.

Considerando os atributos para qualidade das mudas, verificou-se que o substrato comercial seguido daqueles contendo esterco de aves apresentaram características favoráveis para produção de mudas. Provavelmente, os substratos só com casca de guaraná não forneceram nitrogênio suficiente, sendo necessário testes adicionando fertilizante nitrogenado.

**Tabela 1.** Número médio de folhas e massa seca da parte aérea de duas cultivares de alface em função de diferentes substratos. Manaus, Embrapa Amazônia Ocidental, 2006.

Tipos de substratos	Cultivares		Média
	Vitória	Simpson	
	Número de folhas/pl** CV = 5,92		
T1 - 4 terriço:4 guaraná:1 areia	3,90 Ab	3,67 Abc	3,79 b
T2 - 4 terriço:3 guaraná: 1 areia	4,00 Ab	3,40 Bcd	3,70 bc
T3 - 4 terriço:2 guaraná: 1 areia	3,47 Ab	3,60 Abcd	3,54 bc
T4 - 4 terriço:1 guaraná: 1 areia	3,63 Ab	3,07 Bd	3,35 c
T5 - 4 terriço:0 guaraná: 1 areia	2,57 Ac	2,30 Ae	2,44 d
T6 - 4 terriço: 2 esterco de aves: 1 areia	4,83 Aa	4,00 Bab	4,42 a
T7 - 4 terriço: 1 esterco de aves: 1 areia	5,03 Aa	4,13 Bab	4,58 a
T8 - Plantamax	5,00 Aa	4,57 Ba	4,79 a
<b>Média</b>	<b>4,05 A</b>	<b>3,59 B</b>	
	Massa seca parte aérea (g/pl)** CV = 13,51		
T1 - 4 terriço:4 guaraná:1 areia	0,0210 Ab	0,0193 Ab	0,0202 b
T2 - 4 terriço:3 guaraná: 1 areia	0,0177 Ab	0,0147Ab	0,0162 b
T3 - 4 terriço:2 guaraná: 1 areia	0,0133 Abc	0,0150 Ab	0,0142 b
T4 - 4 terriço:1 guaraná: 1 areia	0,0160 Ab	0,0123 Abc	0,0142 b
T5 - 4 terriço:0 guaraná: 1 areia	0,0050 Ac	0,0043 Ac	0,0047 c
T6 - 4 terriço: 2 esterco de aves: 1 areia	0,0507 Aa	0,0367 Ba	0,0437 a
T7 - 4 terriço: 1 esterco de aves: 1 areia	0,0497 Aa	0,0427 Ba	0,0462 a
T8 - Plantamax	0,0547 Aa	0,0413 Ba	0,0480 a
<b>Média</b>	<b>0,0285 A</b>	<b>0,0233 B</b>	

\*\* Significativo a 5% pelo teste F; Médias seguidas por mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Literatura Consultada

CHAVES, F C.M., BERNI, R.F., PENA, E.A., BOMFIM NETO, J.V., COSTA, I.O.V.L. Produção de mudas de bertalha em diferentes substratos. *Hort. bras.*, v.22, n.2, supl. 1, 2004.

CHAVES, F.C.M., SILVA, S.E.L., BRNI, R.F., PENA, E.A., COSTA, I.O.V.L., ROCHA, M.Q. Produção de mudas de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dun.) em função do tipo de substrato. *Hort. bras.*, v.23, supl., 2005.

COSTA, I.O.V.L., CHAVES, F.C.M., PENA, E.A. Desempenho de mudas de pimenta de macaco em função do tipo e substrato. *Hort. bras.*, v.23, supl., 2005.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; KLUGE, R.A. *Propagação de plantas frutíferas de clima temperado*. 2 ed. Pelotas: UFPel, 1995. 178p.

PENA, E .A., CHAVES, F.C.M., COSTA, I.O.V.L., PINTO, A.C.S, POHLIT, A.M. Produção de mudas de caapeba em diferentes substratos. *Hort. bras.*, v.23, supl., 2005.

MINAMI, K.; PUCHALA, B. Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade. *Hortic. bras.*, v.18, 2000, 162-163p.

ROSSI, F.; MELO, P. C. T.; AMBROSANO, E. J.; CHIAVEGATO, E. J.; GUIRADO,N.; MENDES, P. C. D.; SCHAMMASS, E. A.; AMBROSANO, G. M. B.; ENDO, G. K.; MANFREDINI, D. Composto orgânico e húmus de minhoca na produção de mudas de alface. *Hort. bras.*, v.23, p. 486, supl., 2005.

# Biotecnologia Vegetal

Fotos: Murilo R. de Arruda/Paula Angelo





# Apresentação

*Paula Cristina da Silva Angelo*

Os Laboratórios de Biologia Molecular e Cultura de Tecidos da Embrapa Amazônia Ocidental estão em funcionamento desde 2000 e a partir de 2002 esta estrutura tem sido utilizada para realização de experimentos em genética e biologia molecular e cultura de tecidos de *Paullinia cupana* var. *sorbilis*.

Marcadores moleculares RAPD foram utilizados para avaliar a diversidade genética de 100 acessos do Banco Ativo de Germoplasma, incluindo os clones recomendados para cultivo e aqueles que estão sendo avaliados para futuros lançamentos. Os padrões de bandas RAPD foram coerentemente correlacionados com dados de produtividade dos clones analisados e os resultados deste trabalho devem contribuir para a orientação de atividades futuras do Programa de Melhoramento e de manutenção do Banco Ativo de Germoplasma.

Em 2003 foi criada, sob a coordenação da Universidade Federal do Amazonas, a Rede da Amazônia Legal de Pesquisas Genômicas (Realgene). A Rede conta com Instituições de Ensino e Pesquisa de nove Estados da Amazônia Legal Brasileira, incluindo a Embrapa Amazônia Ocidental. O guaranzeiro foi eleito como objeto de estudo do primeiro projeto de sequenciamento da Realgene e a Embrapa cedeu frutos/sementes e folhas do BRS-Amazonas para a construção de bibliotecas de cDNA e análise dos transcriptomas destes órgãos, mediante assinatura de cartas de intenções das instituições participantes do projeto. Os primeiros experimentos foram realizados na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, em março/abril de 2004. Um relato do progresso alcançado até dezembro de 2005 está incluído entre os trabalhos publicados neste volume. No primeiro semestre de 2006, a análise preliminar do transcriptoma dos frutos/sementes foi terminada. Foram identificadas unidades transcricionais vinculadas à síntese de cafeína, muitas sequências envolvidas com as reações de defesa quase profiláticas que ocorrem no fruto deste clone como quitinases e inibidores de proteases que têm atividade anti-fúngica, fatores de transcrição que ativam genes de proteínas relacionadas com defesa ("PR proteins") e sequências que denunciam a presença de genes de avirulência. Ficaram também registradas no banco de dados do projeto sequências que codificam proteínas envolvidas em reações de resistência à seca, como as "late embryogenesis abundant proteins", outras envolvidas com a resistência a herbicidas e sequências que dão conta da riqueza das sementes em flavonóides, incluindo taninos, entre

---

<sup>1</sup>Pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM.

muitas outras. Espera-se que este registro e a análise preliminar tenham sido o primeiro passo para a aplicação do conhecimento gerado em inovações tecnológicas que contribuam para agregar valor e para facilitar a exploração do guaranazeiro cultivado.

A busca por microssatélites e a cultura de tecidos do guaranazeiro, foram iniciadas em 2004 e também são objeto de contribuições a este volume. Marcadores microssatélites uma vez desenvolvidos, vão ser utilizados para a genotipagem de todos os acessos do BAG, para correlacionar os resultados alcançados com aqueles obtidos com marcadores RAPD e com dados de produtividade para os clones que já estão avaliados. A depender do padrão de polimorfismo devem servir também para avaliar a taxa de autofecundação de plantas desta espécie e para a certificação de mudas. Os resultados alcançados até dezembro de 2005 com quatro pares de "primers" específicos não foram muito animadores. Existem padrões muito complexos de alelos em cada clone, o que pode estar relacionado com o alto grau de poliploidia da espécie e, ao mesmo tempo pouca variabilidade é encontrada entre clones diferentes. As tentativas de definir *loci* de microssatélites úteis para aquelas finalidades continua, inclusive buscando-se entre sequências do transcriptoma de frutos e sementes do BRS-Amazonas.

Os experimentos de cultura de tecidos têm como objetivo principal a produção de grande quantidade de plantas micropropagadas dos clones recomendados, para contribuir com o fornecimento de mudas. O processo de indução de *calli* em explantes de pecíolo e nervura parece ter sido controlado e os experimentos prosseguem no sentido de obter tecido embriogênico, o que para muitas espécies é conseguido pela manutenção dos *calli* em cultura por pelo menos seis meses, e/ou para induzir organogênese indireta nestes *calli* e organogênese direta em segmentos nodais.

Por fim, a Embrapa Amazônia Ocidental é parte integrante da Rede Proteômica do Estado do Amazonas, coordenada pela Fundação de Medicina Tropical do Amazonas, que elegeu como objeto de análise a *Chromobacterium violaceum*. As atividades da Embrapa neste projeto estão direcionadas para a identificação de proteínas/peptídeos produzidos pela bactéria que tenham atividade fungistática ou fungicida sobre o *Colletotrichum guaranicola*, fungo causador da antracnose, que é uma das causas principais do aumento do custo de produção do guaranazeiro no Amazonas. Há um trabalho que relata os primeiros ensaios de co-cultivo para a bactéria e o fungo neste volume e os experimentos estão prosseguindo com testes para seis frações protéicas diferentes obtidas de culturas da bactéria em grande escala.

# Análise Preliminar de Marcadores Microssatélite para Guaranazeiro

P. C. da S. Angelo<sup>1</sup>; M. V. Amado<sup>2</sup>; M. do P. S. Lira<sup>3</sup>; A. L. Atroch<sup>1</sup>; I. P. Farias<sup>4</sup>;  
S. Astolfi Filho<sup>4</sup>

## 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. 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 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).

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 sequência por meio de um ensaio simples (Ferreira & Grattapaglia, 1996; Grattapaglia, 2001), com a vantagem de serem realizados 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

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, paula.angelo@cpaa.embrapa.br

<sup>2</sup>Colaboradora eventual do Projeto Biotecnologias para o Guaranazeiro/Fapeam, Manaus-AM.

<sup>3</sup>Professora Substituta, Universidade Federal do Amazonas (Ufam), Manaus-AM.

<sup>4</sup>Professor, Universidade Federal do Amazonas (Ufam), Manaus-AM.

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. O trabalho teve por 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. (1999) 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" (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 frequência 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 enriquecida com sonda (AT)<sub>12</sub>, 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): frequência baixa de microssatélites "ideais" e alta frequência daqueles constituídos de quatro repetições do dinucleotídeo AT ou de outros dinucleotídeos. Quando encontrados, os microssatélites mais extensos estavam frequentemente 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 de "núcleo" similares aos que são comumente utilizados para genotipagem. Pares de "primers" específicos foram sintetizados e utilizados para genotipar plantas de seis acessos do Banco de Germoplasma (Fig. 1).

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 sequência utilizada como modelo (clone da biblioteca enriquecida) estão indicados por "x" na Figura 1.

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., neste volume). Esta informação permitiu incluir na Figura 1, como quadrículas coloridas, para cada *locus* um número de marcações para alelos maior que uma (o que seria verificado para homocigotos diplóides) ou duas (o que seria verificado para diplóides heterocigotos), 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 (Fig. 2), o que pode ser esperado para indivíduos poliplóides. Note-se, ainda, que a detecção de quatro possíveis alelos neste *locus* não informa necessariamente 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*.

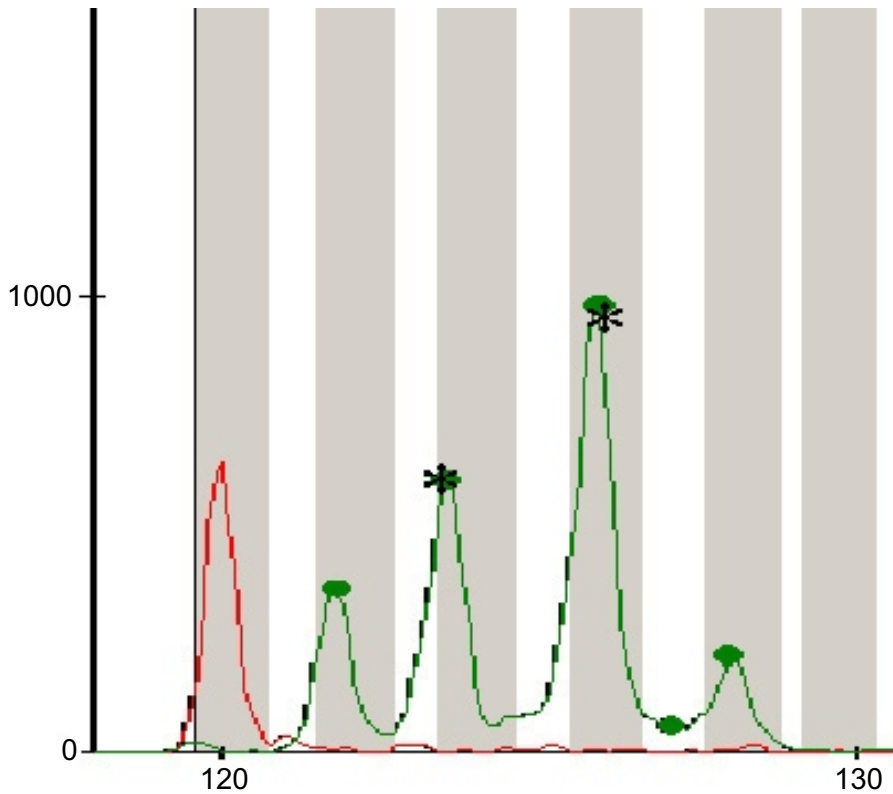
Para o *locus* GRN03 foram encontrados três picos de intensidade aproximada, na região de abrangência dos “primers” para cada uma das plantas genotipadas e existe a possibilidade de existirem mais alelos no mesmo *locus*.

LOCI	NÚCLEO	AL	CIR203	CMA372	CMU505	CMU609	CMU610	CMU902	
GRN01	(CA) <sub>6</sub> (CA) <sub>3</sub>	122							
		124	X					X	
		126	X	X	X	X	X	X	X
		128		X	X	X	X		
GRN03	(AC) <sub>4</sub> t(TA) <sub>3</sub> (TG) <sub>2</sub>	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) <sub>4</sub> ca(CCA)	140							
		218							
		222							
		228							
		231							
		236							
		239							
		242	X	X	X	X	X	X	
GRN05	(TA) <sub>5</sub> (AT) <sub>5</sub>	258	X						
		259							
		260							
		261						X	
		262	X	X	X	X	X		
		263							

**Fig. 1.** 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. Os fragmentos amplificados que apresentaram os maiores picos de intensidade de fluorescência, com tamanho justificado pela localização dos sítios de anelamento dos “primers” na sequência utilizada como modelo, estão marcados com x. (Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. 2005).

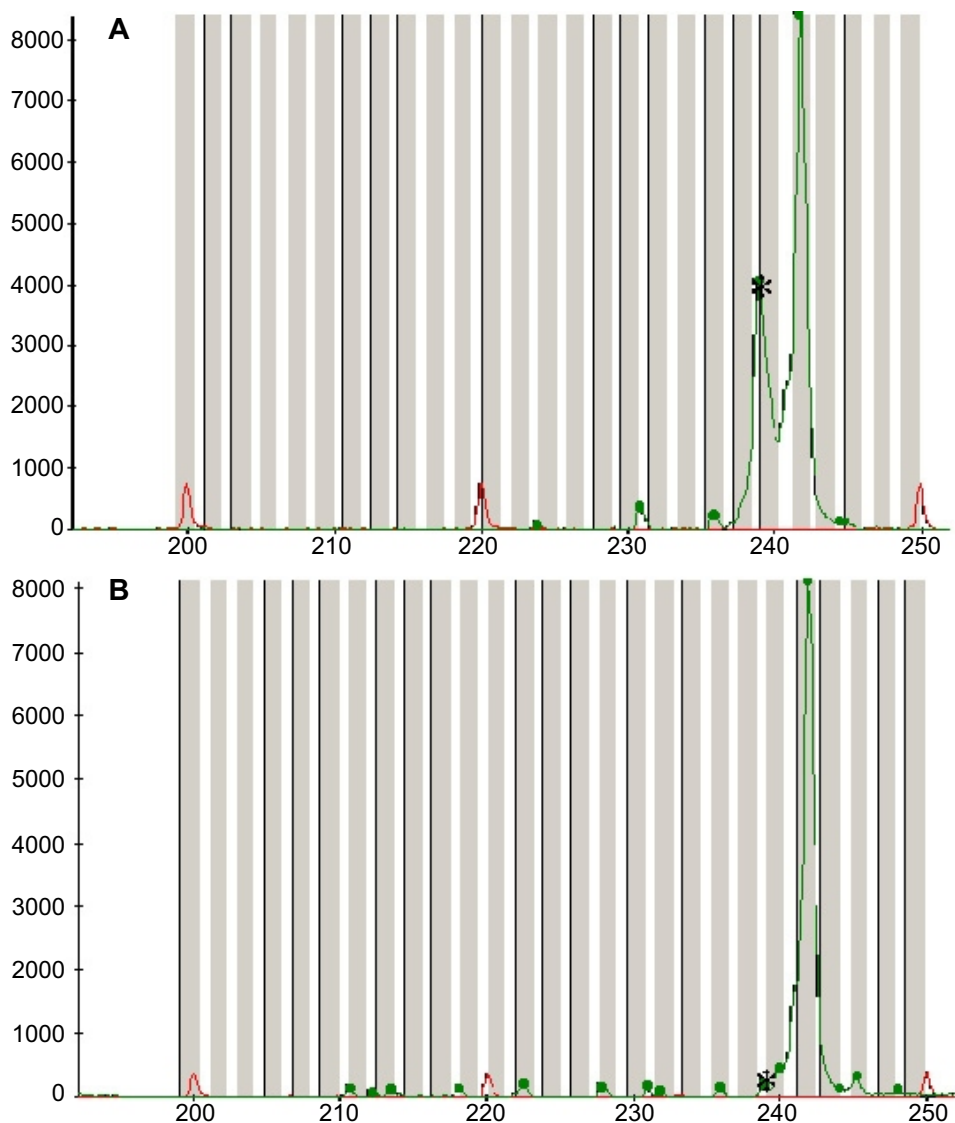
Para o GRN04, um alelo de cerca de 140 pares de bases, fora da região de abrangência esperada para os “primers” específicos, esteve presente como pico bem definido, nos perfis de genotipagem de todas menos uma (CMA372) das plantas. Dentro da região de abrangência dos “primers” para GRN04, a interpretação 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 (Fig. 3).



**Fig. 2.** 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" na Figura 1. Os quatro picos estão marcados com quadrículas coloridas na Figura. O pico representado em vermelho é um dos fragmentos do padrão ET-ROX.

A complexidade dos núcleos dos microssatélites analisados e a presença de interrupções são fatores que complicam a definição dos genótipos (Fig. 1, 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 identificados (Fig. 1). Variações de uma e de três bases entre alelos também foram consideradas como hipótese para a análise de outros *loci*, embora as bibliotecas tenham sido enriquecidas para repetições de dinucleotídeos.



**Fig. 3.** Perfis de genotipagem do *locus* GRN04 para plantas de guaranazeiro. **A** planta de guaranazeiro 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 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 hipóteses, como por exemplo, da existência de oito alelos para a planta do acesso CIR203 no *locus* GRN04. A busca por microssatélites de núcleo perfeito, que continua, justifica-se pelo objetivo de minimizar esta complexidade.

Situação semelhante, quanto à dificuldade de encontrar microssatélites “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 microssatélites 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

À FAPEAM, pelo financiamento do projeto. À UFAM e INPA, instituições parceiras na realização das metas. Ao CNPq pela Bolsa concedida à Profa. Maria do Perpétuo Socorro Lira. E a 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 Consultada

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-Ingliš, 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: Exame dos Resultados da Fase de Anotação Automática

P. C. da S. Angelo<sup>1</sup>; E. R. P. Almeida<sup>2</sup>; M. de M. Brígido<sup>2</sup>; J. R. Porto<sup>3</sup>;  
M. J. S. Vital<sup>4</sup>; J. C. da C. Peixoto<sup>5</sup>; M. P. C. Schneider<sup>6</sup>; H. Schneider<sup>6</sup>;  
W. Fernandez<sup>6</sup>; E. R. L. R. B. P. L. Mesquita<sup>7</sup>; M. A. da Silveira<sup>8</sup>; L. H. P. Silva<sup>9</sup>;  
M. L. Carvalho<sup>10</sup>; S. Astolfi Filho<sup>11</sup>

## Introdução

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 do Amapá, Universidade Federal do Maranhão, Universidade Federal do Pará (três grupos), Universidade Federal de Roraima, Universidade Federal do 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 Seminário sobre Pesquisas com Guaranazeiro foi divulgar que parte das metas já foi cumprida e registrar que a Genômica do guaranazeiro dispõe de resultados.

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, paula.angelo@cpaa.embrapa.br

<sup>2</sup>Professor, Universidade de Brasília, Brasília - DF.

<sup>3</sup>Pesquisador, Instituto de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Manaus-AM.

<sup>4</sup>Professor, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista-RR.

<sup>5</sup>Professor, Universidade Federal do Amapá, Macapá-AP.

<sup>6</sup>Professora, Universidade Federal do Pará, Belém-PA.

<sup>7</sup>Professora, Universidade Federal do Maranhão, São Luís - MA.

<sup>8</sup>Professor, Unitins, Tocantins-TO.

<sup>9</sup>Professor, Universidade Federal de Rondônia, Rondônia-RO.

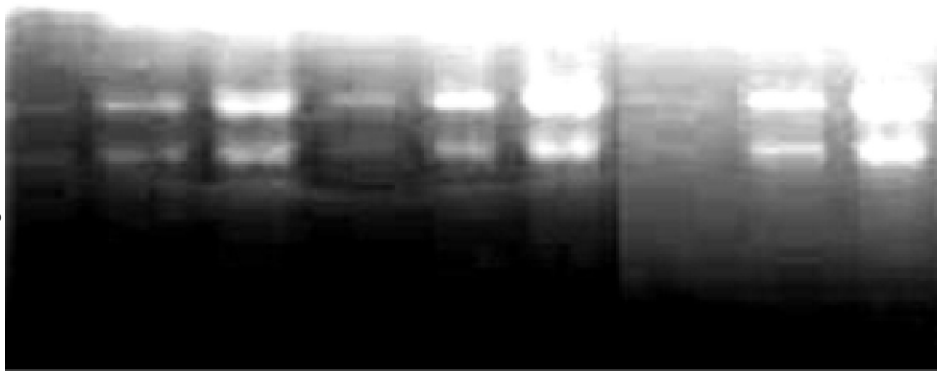
<sup>10</sup>Professora, Universidade Federal do Acre, Rio Branco-AC.

<sup>11</sup>Professor, Universidade Federal do Amazonas (Ufam), Manaus-AM.

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 (Fig. 1) foi extraído na Embrapa Recursos 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). Insertos foram seqüenciados 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 autenticação de senha, por meio da página <https://www.biomol.unb.br/GR/>. As seqüências de cDNA clonadas são mantidas na Universidade Federal do Amazonas.



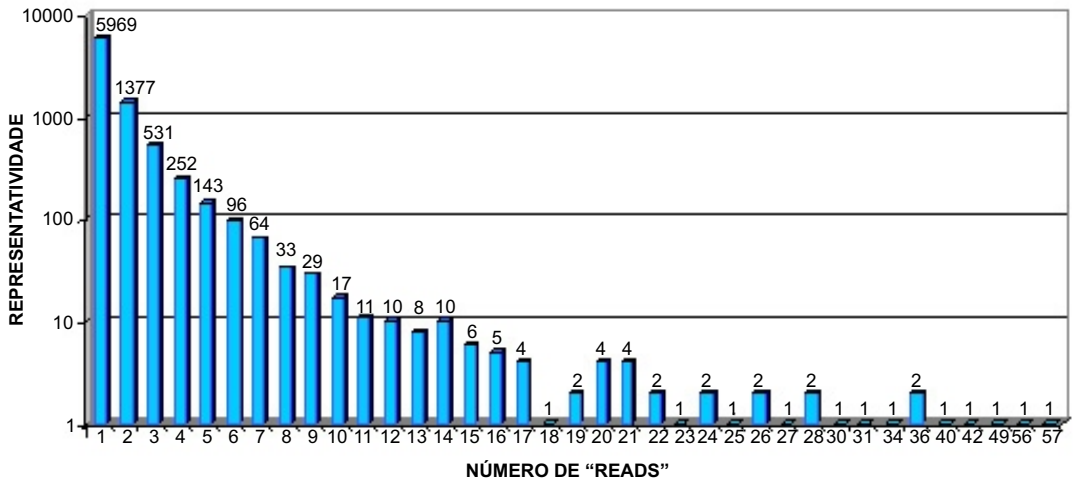
Fotos: Paula Angelo



**Fig. 1:** frutos do guaranzeiro nos três estádios de desenvolvimento e o RNA total extraído para a construção das bibliotecas de cDNA e geração de ESTs.

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 (Fig. 2) ou cDNAs representados. Cada "contig" tem, em média, 760 bases.

Seguiu-se 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 - GeneOntology <http://www.godatabase.org/dev/database/>.



**Fig. 2.** distribuição e número de "reads" (ESTs aceitas). A frequência 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 sequências 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 suficientemente 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 sequências (sequência de referência x sequência de guaraná anotada), porque são testadas mais de um milhão de possibilidades de similaridade durante a busca e nem todas as anotações automáticas 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 sequências. Existem, também, ESTs que apresentam mais de uma possibilidade de tradução para um mesmo grupo de nucleotídeos e, portanto, mais de uma sequência protéica é anotada automaticamente, algumas vezes com valores estatísticos aproximados. Para outras, foi registrada similaridade com sequências depositadas que ainda não apresentam função definida. Isto ocorre porque o depósito de sequências 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 sequência apresentou similaridade com aquelas expressas em espécies dos mais diferentes filos, foi, portanto, aparentemente conservada ao longo do processo evolutivo e, ainda assim, sua função não está claramente definida em nenhuma espécie.

A anotação automática ocorreu durante os meses de setembro, outubro e novembro de 2005, sendo revista e aprimorada por anotação manual. Ao longo do processo de anotação manual foi possível complementar o registro existente para cada sequência, 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 sequências 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 nucleicos, 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 sequências 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 sequências.

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.

## **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 13º autor. Agradecemos especialmente à Enedina N. Assunção, técnica do Laboratório de Tecnologia do DNA da Universidade Federal do Amazonas.



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

P. C. da S. Angelo<sup>1</sup>; L. A. C. Moraes<sup>1</sup>; N. R. Souza<sup>1</sup>

## 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 agronomicamente viável para a utilização do ecossistema denominado de "terra firme" (áreas não inundáveis) na Amazônia, porque adapta-se a 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 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, no Amazonas, em 2000 para 55% do que foi registrado no ano de 1990, a produção aumentou mais de três vezes, durante o mesmo período, no Estado do Amazonas (IBGE, 2003). Parte deste progresso está, certamente, associado com os resultados dos programas de pesquisa conduzidos pela 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 quanto à produtividade, tolerância à

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, paula.angelo@cpaa.embrapa.br

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 (ácido indolacético) e BAP (benzilaminopurina) mais efetivas para induzir a formação de *calli* a partir de explantes de mudas estioladas de guaranazeiro.

## Material e Métodos

**Material vegetal:** foram utilizadas folhas, pecíolos e nervuras coletados de mudas do clone BRS-Amazonas estioladas e tratadas semanalmente com fungicida ("thiophanate methyl"), mantidas em casa de vegetação na Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus - AM.

**Assepsia:** os explantes foram realizados com álcool etílico 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:** os tecidos foram cultivados em meio MS (Murashigue & Skoog, 1962) modificado, com adição de amoxicilina e cefotaxima (100 µg/ml), carvão ativado (2,5 g/L), BAP (benzilaminopurina) e AIA (ácido indolacético). O BAP foi acrescentado ao meio antes de autoclavar e o AIA depois de autoclavar. O experimento seguiu o arranjo 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, sendo 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 por fungos e bactérias, oxidados e que geraram *calli*, no período de 02 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 explantes com *calli* em cada experimento, utilizando o aplicativo GENES. O número de explantes com *calli* por tratamento foi dividido pelo total de cada experimento para obtenção do número relativo e, em seguida, as médias por tratamento foram calculadas. Estas médias foram submetidas ao teste t de Student para verificar a significância da diferença com relação à média geral. 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 aproximadamente 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

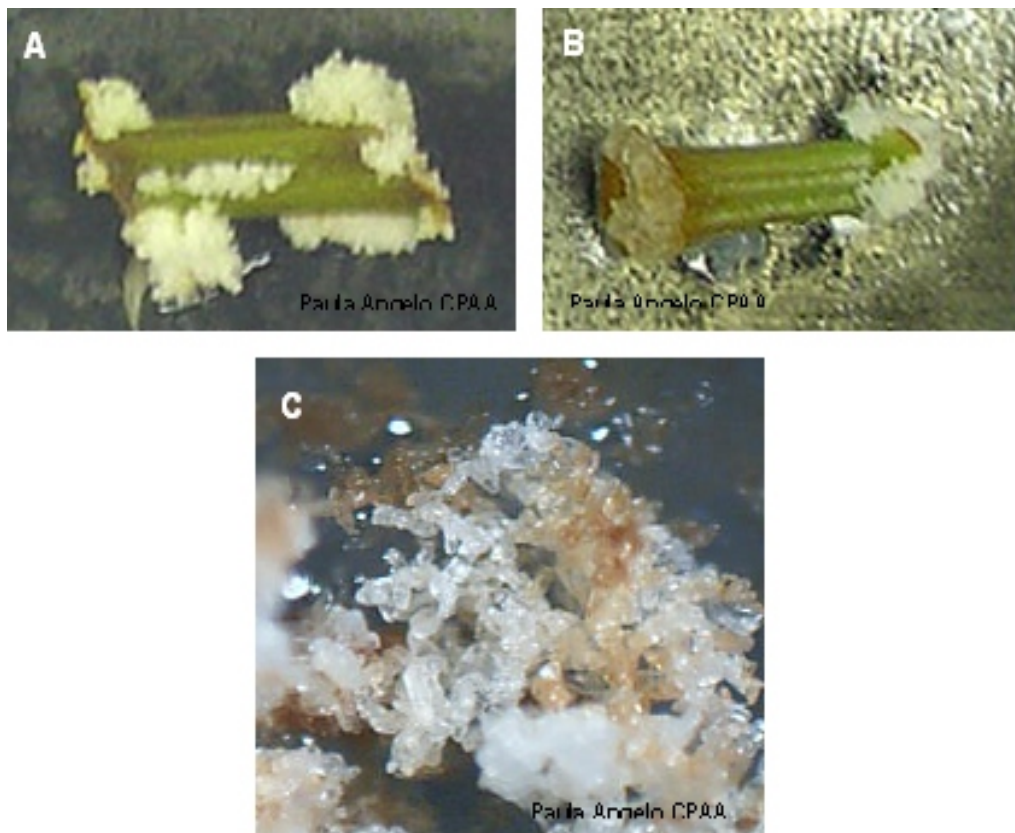
Apesar das mudas estarem recebendo aplicação de fungicida semanalmente, de estarem estioladas (Barbosa *et al.*, 2005) e de terem sido adicionados ao meio de cultivo fungicida e antibióticos, as taxas de contaminação foram muito altas, o que obrigou à transferência dos explantes aparentemente axênicos, para meio de cultura fresco em placas de Petri recém-preparadas, sempre que necessário para evitar a disseminação da contaminação. Os contaminantes mais frequentes, que disseminaram mais rapidamente e mais danosos aos experimentos foram fungos.

A oxidação ocorreu em cerca de 26% dos explantes do G2 e em menor porcentagem no experimento 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 (5 minutos) com água sanitária tem sido útil para evitar oxidação, mas pode ser uma das causas da alta taxa 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 (Fig. 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 (Fig.s 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 daqueles 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 (Fig. 1C).

Fotos: Paula Angelo



**Fig. 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 I, em aumento de aproximadamente 90 x. Em C observa-se algumas células com sintomas de oxidação (Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2005).

Nesses experimentos houve um maior número de explantes com *calli* do que havia sido anteriormente registrado (Barbosa *et al.*, 2005). O número de explantes com *calli* no experimento G2 e no G3 foi significativamente diferente (chi-quadrado 20,14; P = 0,004) e por isto foi utilizado o número relativo ao total por experimento para as análises em conjunto da efetividade dos tratamentos. 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).

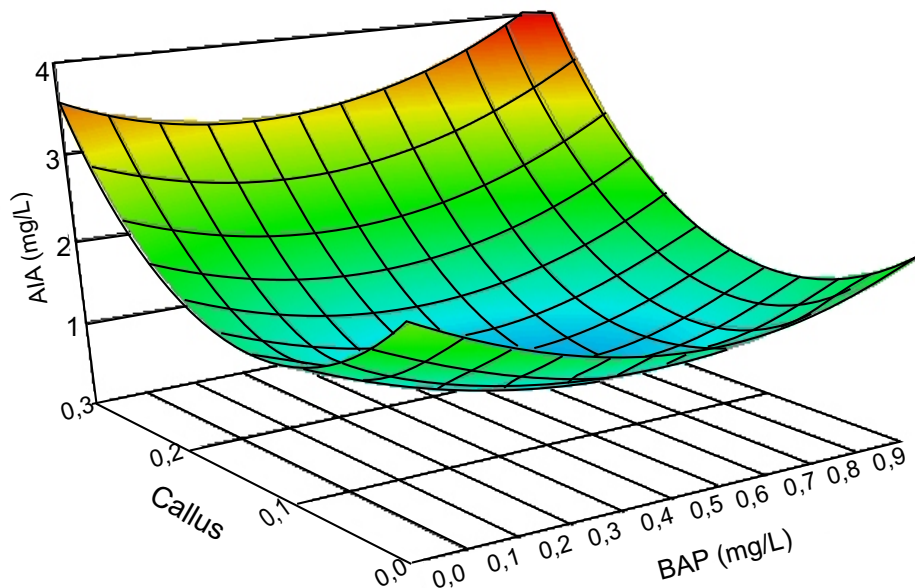
**Tabela 2.** Número total e relativo de explantes do clone de guaranazeiro BRS-Amazonas que apresentaram *calli*, em dois experimentos de cultivo *in vitro* em meio contendo combinações de doses (mg/L) de hormônios (Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 2005).

Trat	BAP	AIA	Explantes com <i>Calli</i>	
			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
<b>Total</b>			<b>90</b>	<b>1,105</b>
<b>Média</b>			<b>9,00</b>	<b>0,11046</b>
<b>Desvio Padrão</b>			<b>6,57</b>	<b>0,05865</b>

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

\*\*Número relativo de explantes com *calli* (explantes por 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 ( $r^2 = 0,348$ ; 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.



**Fig. 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 guaranazeiro. 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 a dos tratamentos 7 e 8. Tomando o resultado dos testes de Student (Tabela 2) e a conformação da curva de regressão na Figura 2 verifica-se, ainda, que a adição de hormônios em concentrações muito baixas (tratamento 1) e nas concentrações mais altas testadas (tratamento 9) geraram resultados semelhantes. 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 (*callus* do tipo I), independentemente da adição de reguladores ao meio de cultivo, resultado anteriormente observado no Laboratório de Cultura de Tecidos da Embrapa Amazônia Ocidental (Barbosa *et al.*, 2005). Aparentemente, portanto, parte dos *calli* observados em cada tratamento formou-se à revelia dos reguladores fornecidos no meio de cultura.

Por outro lado, a interação entre os dois reguladores fornecidos parece ter sido relativamente mais efetiva nos tratamentos em que foram adicionados 3 mg/L de AIA e pelo menos 0,3 mg/L de BAP, o que explicaria a média alcançada pelos explantes submetidos ao tratamento 6, quando comparado ao tratamento 4 e ao 5 e ao tratamento 9, quando comparado ao 7

e ao 8. Nestes casos (6 e 9), supôs-se que houve alguma sensibilidade aos hormônios exógenos.

Do que foi dito, depreende-se que será necessário testar doses mais altas dos reguladores AIA e BAP e/ou introduzir nos experimentos outros reguladores de crescimento para que a indução de *calli* possa ser efetivamente correlacionada aos tratamentos dispensados aos explantes, o que deve permitir melhor controle da fase de indução e das fases seguintes dos experimentos que visam a micropropagação do guaranazeiro.

## Conclusão

Entre as combinações de AIA e BAP testadas para controlar ou seja, induzir realmente, a formação de *calli* em explantes oriundos de mudas estioladas do clone BRS-Amazonas de guaranazeiro, foram efetivas aquelas que incluíram incluíram pelo menos 3,0 mg/L de AIA e 0,3 mg/L de BAP, em meio MS modificado.

## Agradecimentos

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

## Literatura Consultada

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).

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA)**, 2004. Disponível em: < [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) > . Acesso em: 01 mar. 2004.

Murashige, T.; Skoog, F. A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures. **Physiol. Plant.**, 15: 473-97. 1962.



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

P. C. da S. Angelo<sup>1</sup>; M. T. Sena<sup>2</sup>; L. A. C. Moraes<sup>1</sup>; M. G. de Souza<sup>1</sup>;  
A. das G. C. de Souza<sup>1</sup>; J. L. L. Lozano<sup>3</sup>

## Introdução

O *Colletotrichum 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 *Chromobacterium 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 sequência completa do genoma de *C. violaceum*, que consiste de um único cromossoma circular de 4.751.080 pares de bases, codificando 4.431 proteínas putativas. A disponibilidade do genoma seqüenciado abre perspectivas de estudo, 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 Biologia Molecular 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 está-se 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.

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, paula.angelo@cpaa.embrapa.br

<sup>2</sup>Bolsista Pibic/Embrapa Amazônia Ocidental/CNPq, Manaus-AM.

<sup>3</sup>Pesquisador FMTAM, Coordenador do Projeto Proteômica do Estado do Amazonas, Manaus-AM.

## 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 cultivada por 16 horas, a 35 °C e 240 rpm. Esta cultura foi centrifugada e ressuspensa 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 Biologia Molecular 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 µL 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 de diâmetro, colonizados pelo mesmo micélio de *C. guaranicola*, em placas de M9 não colonizadas por *C. violaceum* (tratamento controle). Os microrganismos foram co-cultivados por sete dias à 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 Biologia Molecular 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  $2 \times 10^5$  ufc/cm<sup>2</sup> 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 <sup>8</sup> )
I	4,7
II	4,5
III	6,0
<b>Média</b>	<b>5,1 ± 0,8</b>

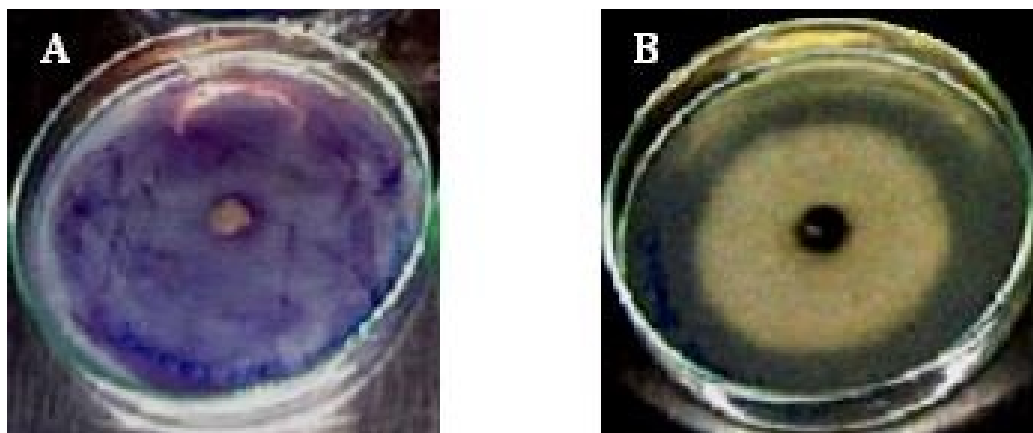
Considerou-se que a velocidade de crescimento dos micélios de *C. guaranicola*, repicados uma semana antes do início de cada repetição dos experimentos, permaneceu estável, o que foi demonstrado pela ausência de variação estatisticamente significativa entre repetições do tratamento controle. Como não houve também efeito significativo de repetições sobre o co-cultivo (Tabela 2, efeito de repetição não significativo), a estabilização do vigor de crescimento alcançada para os dois microrganismos 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  $1,1 \pm 0,4$  cm quando co-cultivado com *C. violaceum* e de  $5,3 \pm 0,5$  cm no tratamento controle, ou seja, na ausência da bactéria.

Verificou-se produção de violaceína (Fig. 1) com formação de um hemi-halo próximo ao disco colonizado por micélio de *C. guaranicola* em diversas placas. 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 para *C. guaranicola*, até o momento.



**Fig. 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 hemihalo discreto do pigmento em torno do disco de micélio inoculado no centro da placa de Petri (Embrapa Amazônia Ocidental, 2005).

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 envolvendo a 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  $1,07 \pm 0,38$  cm, contra  $1,31 \pm 0,64$  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 "enriquecido", o que não ocorreu.

Quanto a mecanismo de suporte ao antagonismo que envolva 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 Biologia Molecular da Embrapa Amazônia Ocidental.

## Literatura Consultada

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 sequence of *Chromobacterium violaceum* reveals remarkable 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.



Foto: Murilo R. de Arruda

# **Melhoramento Genético**

## Apresentação

*Firmino José do Nascimento Filho*

O programa de melhoramento genético do guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*), coordenado pela Embrapa Amazônia Ocidental, no Estado do Amazonas, teve início em 1976, com a seleção fenotípica de matrizes superiores, na Estação Experimental da Embrapa em Maués e em áreas de produtores e, avaliação de suas progênes nas Estações Experimentais da Embrapa em Manaus e Maués, ou seja, seleção fenotípica com teste de progênes. Concomitantemente, no processo de melhoramento da cultura, foram procedidos cruzamentos biparentais e autofecundações, com avaliação das respectivas progênes.

A partir do início da década de 80, os trabalhos foram direcionados para clonagem, por meio de estaquia de plantas superiores (seleção clonal), provenientes de experimentos de avaliação de progênes e de plantios comerciais em áreas de produtores. Nesse período, foram gerados 1.000 clones, procedentes dos Municípios de Manaus, Iranduba e Maués. Esses clones foram testados por meio de vários experimentos de competição realizados nos Campos Experimentais da Embrapa Amazônia Ocidental em Manaus, Iranduba e Maués, e mantidos em Coleções de Trabalho e Banco Ativo de Germoplasma. Além disso, foram implantadas diversas Unidades de Observações e Demonstrativas nos principais municípios produtores. Como resultados desses 28 anos de pesquisa, foram identificados diversos clones promissores, que estão em fase final de avaliação apresentando potencial para plantio comercial, produzindo mais de 1 kg de sementes torradas por planta/ano. Dentre esses clones, está o BRS-Amazonas, que apresenta características que o tornam passível de lançamento para plantio comercial no Estado do Amazonas a partir do ano 2001, dentre elas a produtividade de 1,49 kg de sementes secas por planta ao ano.

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM.



# Adaptabilidade e Estabilidade de Clones de Guaraná<sup>1</sup>

F. J. do Nascimento Filho<sup>2</sup>; A. L. Atroch<sup>2</sup>; C. D. Cruz<sup>3</sup>; P. C. S. Carneiro<sup>3</sup>

## 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 desenvolvam 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 e 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

---

<sup>1</sup>Trabalho extraído da tese de doutorado do primeiro autor.

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, firmino.filho@cpaa.embrapa.br

<sup>3</sup>Professor do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

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.

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.

Para a cultura do guaranazeiro, 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 agrônomicas 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 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 por meio 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**

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 e 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 com vegetação de 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 m 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 e Cravo, 1989).

Desta forma, a variável peso de sementes secas dos rametes foi coletada durante quatro anos consecutivos (1998, 1999, 2000 e 2001) em todos os ensaios e utilizadas nas análises envolvidas neste estudo.

Existem vários métodos para a caracterização dos clones quanto à adaptabilidade e estabilidade fenotípica com base na interação genótipos x ambientes. Porém, segundo Cruz e 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 e Cochran, 1938); b) Eberhart e Russell (1966); c) Cruz, Torres e Vencovsky (1989); e d) Modificado de Lin e Binns (1988), proposto por Carneiro (1998).

## **Resultados e Discussão**

No Tabela 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 influência 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 ao fato deste 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 Tabela 1 que nos ambientes favoráveis as produções médias de sementes secas por rametes se mantiveram acima da média geral.

**Tabela 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	
	Média	I. Amb.	Média	I. Amb.	Média	I. Amb.
01-Iranduba.mata.secundária.com.adubo	267,57	-22,67	469,02	-25,06	425,44	-138,05
02-Iranduba.mata.secundária.sem.adubo	238,25	-51,99	553,81	59,74	610,21	46,72
03-Manaus.mata.secundária.com.adubo	246,76	-43,48	305,54	-188,53	685,66	122,17
04-Manaus.mata.secundária.sem.adubo	265,09	-25,15	323,20	-170,87	824,23	260,74
05-Manaus.capoeira.com.adubo	497,98	207,74	468,90	-25,17	518,31	-45,18
06-Manaus.capoeira.sem.adubo	216,55	-73,69	438,50	-55,57	471,55	-91,95
07-Maués.mata.primária.com.adubo	627,52	337,28	875,14	381,07	636,36	72,87
08-Maués.mata.primária.sem.adubo	169,82	-120,42	654,14	160,07	690,44	126,95
09-Maués.capoeira.com.adubo	270,55	-19,69	626,91	132,84	567,33	3,84
10-Maués.capoeira.sem.adubo	102,31	-187,93	225,55	-268,52	205,39	-358,11
<b>Média Geral</b>	<b>290,24</b>	<b>0,00</b>	<b>494,07</b>	<b>0,00</b>	<b>563,49</b>	<b>0,00</b>

Anos/Ambientes	2001		Total	
	Média	I. Amb.	Médias	I. Amb.
01-Iranduba.mata.secundária.com.adubo	1067,73	342,8	557,44	174,49
02-Iranduba.mata.secundária.sem.adubo	498,47	-226,46	453,70	-240,47
03-Manaus.mata.secundária.com.adubo	502,14	-222,79	435,03	-315,16
04-Manaus.mata.secundária.sem.adubo	964,09	239,17	571,97	232,61
05-Manaus.capoeira.com.adubo	672,44	-52,49	539,41	102,37
06-Manaus.capoeira.sem.adubo	579,05	-145,87	426,41	-349,61
07-Maués.mata.primária.com.adubo	921,03	196,11	765,02	1004,80
08-Maués.mata.primária.sem.adubo	697,85	-27,08	553,06	156,99
09-Maués.capoeira.com.adubo	839,48	114,55	576,07	249,01
10-Maués.capoeira.sem.adubo	506,98	-217,95	260,06	-1015,04
<b>Média Geral</b>	<b>724,93</b>	<b>0,00</b>	<b>513,82</b>	<b>0,00</b>

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 rametes, em relação aos 27 clones analisados durante quatro anos consecutivos. Nos Tabelas 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.

Na Tabela 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.

**Tabela 2.** Quadrados médios e estimativas do parâmetro de estabilidade obtidos pelo método tradicional (QMA/C,) 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
<b>Média Geral</b>			<b>513,82</b>

\*, \*\*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.

De acordo com a caracterização dos ambientes em favoráveis e desfavoráveis à produção de guaraná, pode-se verificar por meio dos resultados das estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, expressos na estatística  $P_i$ , obtidas pelo método modificado de Lin e 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 Tabela 3.

**Tabela 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
<b>Média Geral</b>	<b>517,98</b>			<b>597,18</b>			<b>399,17</b>	

Na Tabela 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.

**Tabela 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
<b>Média Geral</b>	<b>597,18</b>	<b>399,17</b>	

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 na Tabela 4, onde tiveram baixas produções. Na Tabela 5, pelo método de Eberhart e 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. Na Tabela 3, pela estatística  $P_i$ , pode-se verificar que os clones CMU871, CMU619 e CMU300 foram os mais produtivos e com adaptabilidade a ambientes favoráveis. Pelo método de Eberhart e Russell (1966) pode-se chegar à mesma conclusão.



**Tabela 5.** Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, obtidas pelo método de Eberhart & Russell (1966) referente à 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
<b>Média Geral</b>	<b>513,82</b>			

O 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 (Tabela 5), 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, no 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, em relação às 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 *ranking* 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 por apresentarem uma vegetação mais abundante podem favorecer a uma drenagem excessiva de fotoassimilados 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 (Tabela 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 (Tabela 4) podendo ser indicados para essas condições, fato que concorda com o desempenho destes nas condições de pequeno produtor, onde os mesmos foram selecionados. Na Tabela 6, verifica-se que o clone CMA224 foi o único que atendeu à maioria dos parâmetros da metodologia de Cruz, Torres e Vencovsky (1989), mas devido a sua baixa média de produção de sementes secas por ramete ( $\beta_0$ ) não se constituiu em um clone ideal conforme preconiza os autores deste método.

**Tabela 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 <sup>2</sup> (%)
	Ampla	Desfavorável	Favorável	$\hat{b}_{1i}$	$\hat{b}_{2i}$	$\hat{b}_{1i} + \hat{b}_{2i}$		
CIR217	647,08	440,29	784,94	1,75 ns	-1,36	0,40ns	1273442,79ns	57,45
CMA222	407,56	234,71	522,78	1,33 ns	-0,63	0,70ns	1635804,26*	39,30
CMU609	363,61	442,09	311,29	-0,24 **	-0,19	-0,43ns	1127886,44ns	5,11
CMA225	348,06	276,51	395,76	0,60 ns	1,56	2,16ns	286449,66ns	77,21
CMA227	431,89	296,91	521,88	1,21 ns	0,45	1,66ns	431173,23ns	74,55
CMA228	316,40	232,31	372,46	0,74 ns	0,51	1,25ns	154690,57ns	78,27
CMA274	421,60	335,25	479,16	0,86 ns	0,14	1,00ns	510700,85**	52,77
CMA276	518,02	564,61	486,96	0,27 ns	0,15	0,42ns	2223629,43ns	3,05
CMU601	320,02	259,60	360,30	0,41 ns	0,64	1,05ns	246694,40ns	52,85
CMU605	416,65	379,52	441,40	0,38 ns	0,67	1,05ns	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	0,70ns	940926,73ns	21,48
CMU624	554,68	467,34	612,90	0,89 ns	-0,57	0,31ns	756440,97ns	37,29
CMA223	325,26	241,16	381,34	0,55 ns	0,82	1,37ns	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	0,41ns	859851,14ns	45,60
CMU612	574,67	434,38	668,19	1,35 ns	-0,33	1,03ns	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	1,02ns	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	2,35ns	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	0,33ns	1491461,13*	44,36
CMU862	396,46	358,56	421,72	0,45 ns	-0,01	0,44ns	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	0,04ns	2864527,47**	16,68
CMU300	673,84	508,14	784,30	1,55 ns	1,31	2,86*	1566388,07*	63,02
<b>Média Geral</b>	<b>513,82</b>	<b>393,80</b>	<b>593,83</b>					

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  $\hat{b}_{1i} + \hat{b}_{2i} \Rightarrow$  \*, \*\* 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 e VENCOVSKY (1989).

O método não-paramétrico modificado de LIN e 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, em ambos ambientes e também 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 Consultada

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.; VENCOVSKY, 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. e 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 conventional 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.

# Avaliação do Programa de Melhoramento Genético do Guaranazeiro via Seleção Clonal

A. L. Atroch<sup>1</sup>; F. J. do Nascimento Filho<sup>1</sup>

## Introdução

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 biparentais e de autofecundações seguida da avaliação das respectivas progênes nos Campos Experimentais da Embrapa em Manaus e Maués, e em áreas de produtores.

A partir 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

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, andre.atroch@cpaa.embrapa.br

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.

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 m 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:

$$\beta = (X'X)^{-1}.X'Y, \text{ onde:}$$

$\beta$  : 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:

$$b(\%) = [(QMTs - QMResíduo)/QMTs].100, \text{ em que, QMTs : Quadrado médio dos tratamentos (séries); QMResíduo : Quadrado médio do resíduo da análise de variância.}$$

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.

**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.

<b>Série</b>	<b>Produtividade</b>
500	4803
300	4779
800	4685
400	4672
900	4414
600	4224
200	3640
100	3606
700	2857
<b>Média Geral</b>	<b>4195</b>
<b>Valor crítico da amplitude estudentizada</b>	<b>4421</b>
<b>C.V. (%)</b>	<b>48,91</b>
<b>b(%)</b>	<b>65</b>
<b>Progresso Genético (%)</b>	<b>0,96</b>

A média geral foi de 4.195 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.

# Classificação do Coeficiente de Variação na Cultura do Guaranazeiro

A. L. Atroch<sup>1</sup>; F. J. do Nascimento Filho<sup>1</sup>

## 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).

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.

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, andre.atroch@cpaa.embrapa.br

## 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.

**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 guaranazeiro 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

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 6,00 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.

Nesse 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;

$b_j$  : 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:

$$CV = \frac{100 s}{m} \text{ onde: } s = \text{desvio padrão};$$

$m$  = média geral do experimento.

O desvio padrão foi calculado como segue:

$$s = \sqrt{QMR}, \text{ onde,}$$

$QMR$ : 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.

**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 guaranazeiro avaliados no Amazonas. Embrapa - Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental, Manaus, 2003.

Estatística descritiva	Produção de sementes secas	Número de colheitas ao ano
Número de observações	80	78
Valor máximo dos CVs (%)	145,11	62,95
Valor mínimo dos CVs (%)	28,92	23,19
Variância dos CVs	531,8078	80,6872
Desvio padrão dos CVs	23,0609	8,9826
Média dos CVs	67,09	38,11
Coeficiente de variação dos Cvs	34,37	23,57

A Tabela 3 contém a classificação do CV(%) das variáveis produção de sementes secas e do número de colheitas ao ano.

**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 guaranazeiro. Embrapa - Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental, Manaus, 2003.

Classificação do CV (%)	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	$CV > 113,21$	$CV > 56,07$

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.

### **Literatura Consultada**

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 AGRONÔMICA, 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.

# Divergência Genética entre Clones de Guaranazeiro

F. J. do Nascimento Filho<sup>1</sup>; A. L. Atroch<sup>1</sup>; N. R. Sousa<sup>1</sup>; T. B. Garcia<sup>1</sup>;  
M. da S. Cravo<sup>1</sup>; E. F. Coutinho<sup>2</sup>

## 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.

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.

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, firmino.filho@cpaa.embrapa.br

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS.



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 guaranzeiro (*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:  $\chi_{ij} = \frac{X_{ij}}{S(X_j)}$

em que  $S(X_j)$  é o desvio-padrão dos dados do  $j$ -ésimo caráter, então

$d_{ij} = \sqrt{1/\eta \sum (\chi_{ij} - \chi_{ipj})^2}$  é a distância euclidiana média baseada em dados padronizados e  $\eta$  é o número de caracteres analisados em que:  $\chi_{ij}$  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.

**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 guaranazeiro. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, 1999.

Clone1	CPR	NR	NF	PROD	Clone	CPR	NR	NF	PROD
CMA183	93,80	9,10	24,40	0,60	CMA514	76,00	3,60	16,70	0,54
CMA189	64,80	6,00	24,00	1,16	CMU174	64,80	7,70	18,30	0,29
CMA190	32,00	4,40	13,70	0,44	CMU259	80,60	8,90	30,90	0,55
CMA191	17,50	2,90	11,50	0,62	CMU263	67,30	3,80	16,80	0,89
CIR196	99,20	6,00	25,00	1,12	CMU268	57,00	3,90	15,40	0,62
CIR201	52,20	5,50	15,40	0,79	CMU300	39,00	4,13	14,00	1,06
CIR202	13,30	3,40	16,00	0,89	CMU375	57,60	4,60	24,70	0,87
CIR203	52,50	2,70	17,00	0,54	CMU376	57,00	5,97	24,30	0,13
CIR212	82,40	7,40	31,90	0,32	CMU377	53,40	4,30	12,20	0,94
CIR213	65,10	2,90	17,70	0,40	CMU378	56,10	5,50	22,20	0,41
CIR215	95,60	5,00	20,00	1,51	CMU379	52,60	4,10	14,90	0,37
CIR217	82,10	4,00	25,00	1,14	CMU380	75,50	6,00	27,00	1,06
CIR220	97,80	7,50	34,50	0,44	CMU381	55,30	6,00	20,00	1,47
CMA222	143,00	8,77	41,00	1,10	CMU382	33,40	3,90	11,40	0,25
CMA223	89,40	8,00	24,00	1,30	CMU383	55,80	6,60	24,80	0,44
CMA224	130,88	10,00	48,00	1,04	CMU384	64,90	5,50	22,20	0,24
CMA225	153,63	11,00	54,00	1,28	CMU385	135,70	6,00	35,00	1,33
CMA227	173,31	10,00	54,00	1,54	CMU387	39,40	6,00	16,30	0,84
CMA228	147,76	11,00	54,00	1,17	CMU388	63,10	6,00	20,00	1,02
CMA229	124,40	8,40	31,10	1,20	CMU389	61,70	4,00	15,00	1,53
CMA242	99,40	14,40	32,90	0,60	CMU390	34,80	3,50	9,90	0,80
CMA247	157,20	14,00	85,00	1,53	CMU391	67,50	6,20	20,50	0,35
CMA274	130,50	10,00	42,00	1,16	CMU393	61,80	6,70	24,80	0,27
CMA276	137,14	11,00	48,00	1,17	CMU394	47,70	3,60	18,50	0,44
CMA280	84,40	8,40	22,60	0,54	CMU396	50,30	4,60	17,40	0,61
CMA285	116,70	5,20	24,40	0,48	CMU397	61,10	6,32	26,30	0,95
CMA286	32,20	4,20	14,80	0,55	CMU399	41,00	7,50	22,30	0,17
CMA287	109,30	8,50	31,20	0,26	CMU501	66,50	4,50	23,90	0,33
CMA347	84,00	4,80	17,50	0,78	CMU502	54,60	2,80	10,60	1,00
CMA348	112,10	5,80	32,20	0,44	CMU503	35,90	3,50	13,10	0,53
CMA349	86,80	6,30	28,10	0,57	CMU504	30,00	2,90	9,80	0,60
CMA350	99,70	7,50	27,40	0,77	CMU505	65,50	2,88	11,00	0,98
CMA351	35,80	3,90	11,80	0,43	CMU601	97,60	4,80	23,20	1,03
CMA358	74,00	7,00	21,30	1,28	CMU605	84,90	5,00	19,00	1,17
CMA366	115,70	7,40	30,90	0,57	CMU607	58,00	3,00	13,00	0,85
CMA367	52,50	13,70	12,80	0,24	CMU608	121,00	7,00	33,00	2,04
CMA368	72,10	9,60	27,30	0,59	CMU609	126,00	3,75	24,00	1,28
CMA369	66,30	8,20	31,60	0,62	CMU610	89,12	4,00	16,10	1,26
CMA370	58,40	7,70	29,30	0,85	CMU611	133,30	13,00	47,00	1,22
CMA371	96,30	9,10	42,30	0,80	CMU612	92,00	8,00	26,00	1,62
CMA372	38,30	4,10	9,60	1,05	CMU613	117,00	10,00	38,00	1,28
CMA374	82,70	9,20	39,90	0,59	CMU614	76,60	5,70	23,30	0,91
CMA426	98,90	7,90	26,30	1,30	CMU615	98,50	7,00	18,00	1,04
CMA427	82,10	4,70	21,30	0,56	CMU616	157,20	5,00	20,00	1,00
CMA431	112,50	10,30	46,30	0,50	CMU617	89,80	4,00	24,00	1,13
CMA433	107,50	7,00	36,10	0,47	CMU618	64,10	3,12	10,19	1,10
CMA436	80,80	5,40	21,70	0,33	CMU619	147,80	5,00	41,00	1,00
CMA437	89,40	5,10	20,40	0,46	CMU620	133,60	7,00	27,00	1,00

**Tabela 1.** Continuação.

Clone1	CPR	NR	NF	PROD	Clone	CPR	NR	NF	PROD
CMU621	83,10	7,50	22,10	0,70	CMU719	77,60	3,10	11,40	0,34
CMU622	74,00	6,50	18,90	0,88	CMU722	23,90	4,40	13,60	1,10
CMU623	57,34	7,00	20,00	1,03	CMU723	102,80	5,10	39,30	0,55
CMU624	73,60	7,00	27,00	1,00	CMU725	79,80	4,30	24,40	0,66
CMU625	96,40	6,40	21,90	0,74	CMU726	41,50	3,80	11,30	0,49
CMU627	128,00	6,10	35,60	0,66	CMU798	51,80	4,50	18,00	0,47
CMU628	129,41	5,00	23,00	0,86	CMU801	63,60	5,20	20,60	0,25
CMU629	110,10	8,20	30,80	0,70	CMA846	60,40	10,10	45,40	1,07
CMU631	119,37	5,00	28,00	1,00	CMA850	63,20	6,80	29,20	1,62
CMA639	89,70	3,40	21,30	0,71	CMU860	55,40	3,60	17,70	0,16
CMU687	14,60	1,60	3,80	0,35	CMU861	69,60	4,40	24,90	0,61
CMU690	90,30	4,40	28,20	0,51	CMU862	82,17	5,60	21,20	0,72
CMU691	105,10	5,10	44,41	0,60	CMU868	45,40	3,00	15,50	0,23
CMU692	115,30	7,60	38,60	0,38	CMU871	119,30	3,60	28,60	1,55
CMU693	60,10	4,40	22,10	0,27	CMU874	83,40	5,70	28,10	0,41
CMU696	39,70	2,60	9,12	0,46	CMU877	101,20	4,60	22,40	0,65
CMU697	48,80	4,80	19,20	0,35	CMU879	48,20	3,90	13,70	0,29
CMU698	36,70	4,30	23,10	0,75	CMU880	79,50	7,00	30,60	0,39
CMU703	77,50	4,70	26,10	0,33	CMU881	33,30	2,80	8,70	0,17
CMU706	63,40	3,20	17,50	0,65	CMU882	68,80	2,60	10,50	0,91
CMU707	42,60	4,60	16,20	0,27	CMU886	42,60	3,80	14,40	0,23
CMU708	44,30	2,90	14,40	0,74	CMU888	57,80	5,40	19,00	0,49
CMU711	63,70	4,10	16,30	0,48	CMU897	70,70	5,60	18,70	0,44
CMU714	84,10	5,50	31,20	0,40	CMU900	82,00	3,40	19,80	0,39
CMU717	103,30	6,10	31,60	0,37	CIR849	75,10	5,50	55,50	0,53
CMU718	58,70	4,10	19,80	0,32	CIR903	49,75	6,80	27,90	0,48

<sup>1</sup>CMU 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 Amazônia Ocidental, 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	
<b>Média das estimativas</b>	<b>1,25552</b>	

**Tabela 3.** Grupos de progenitores estabelecidos pelo Método de Tocher, com base na dissimilaridade expressa pela distância euclidiana média padronizada.

Grupo	Progenitores
1	Demais Clones
2	CMA225, CMA228, CMA276, CMA224, CMA274, CMA222, CMU613, CMU611, CMA227, CMA431, CMU385, CMU619, CMA846, CMU812 e CMU608
3	CMU616 e CMU871
4	CMA242 e CMA367
5	CIR849
6	CMU687
7	CMA247

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 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 "espontâneo" 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 possibilidade 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.

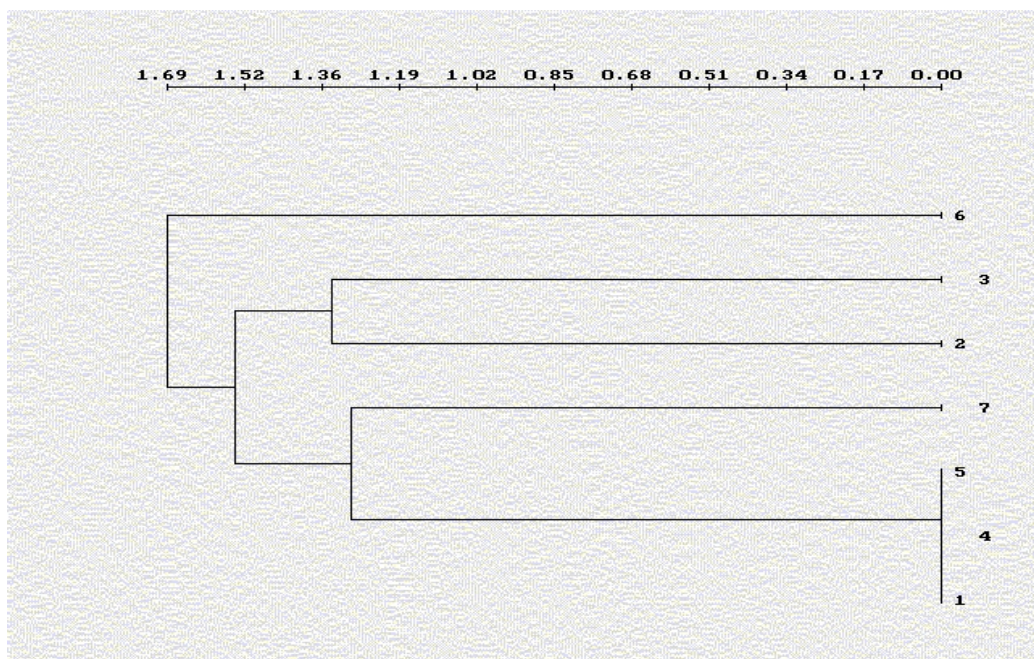
Observa-se na Tabela 4 que existe variabilidade genética entre os grupos formados pelo método de Tocher para as quatro características consideradas na avaliação. Portanto, existe possibilidade de ganhos com a seleção de progênies provenientes de cruzamentos entre clones de grupos distintos.

**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
<b>CV(%)</b>		<b>33,27</b>	<b>30,18</b>	<b>31,29</b>	<b>45,59</b>

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

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.



**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.

## Conclusões

- A divergência genética dos clones atualmente em uso no programa de melhoramento genético do guaranzeiro da Embrapa Amazônia Ocidental não é grande.
- A formação de populações segregantes, a partir de cruzamentos biparentais ou múltiplos, entre os clones mais produtivos de cada grupo, aumenta a probabilidade de surgimento de combinações híbridas superiores.
- 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 Consultada

**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).

# Estudos Preliminares para a Determinação do Número de Cromossomos do Guaranazeiro (*Paullinia cupana* var *sorbilis* (Mart.) Ducke)

F. J. do Nascimento Filho<sup>1</sup>; M. L. R. de A. Perencin<sup>2</sup>; M. L. C. Vieira<sup>2</sup>

## Introdução

Excetuando-se pequenas áreas da Amazônia Venezuelana, o Brasil é, praticamente, o único produtor de guaraná do mundo. A primeira notícia sobre sua existência foi dada por Betendorf em 1969 (Schmidt, citado por Vasconcelos et al., 1972).

O guaraná *Paullinia cupana* H.B.K. tem como provável centro de domesticação o "não-centro Meso-Americano" (Harlan, 1975). Seu habitat natural é ao Norte da América do Sul, ao longo dos rios Orinoco, Amazonas, Negro, Madeira e Tapajós, (Carneiro, citado por Castro & Ferreria, 1973). É uma planta dicotiledônea, pertencente à família das Sapindáceas, com cerca de 120 gêneros, englobando 2.000 espécies de árvores, arbustos e cipós. O gênero *Paullinia* possui, aproximadamente, 150 espécies distribuídas pela América Tropical e Sub-Tropical e ainda uma única espécie *Paullinia pinata* L., na África Tropical (Record et al., citados por Castro, 1974). A espécie *Paullinia cupana* compreende a subespécie *cupana* H.B.K., da Venezuela e Colômbia, e a subespécie e/ou var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) o guaraná cultivado no Brasil.

O objetivo deste estudo é desenvolver uma técnica citológica adequada para se determinar o número de cromossomos da *Paullinia cupana* var *sorbilis* (Mart.) Ducke.

## Material e Métodos

O material biológico utilizado foi proveniente de 16 progênies de meios irmãos, oriundas do Campo Experimental da Unidade de Execução de Pesquisa de âmbito Estadual de Manaus-AM, (UEPAE Manaus, atual CPAA). As observações foram efetuadas utilizando-se os meristemas sub-apicais das pontas das raízes, provenientes de sementes recém-germinadas, submetidas a uma série de pré-tratamentos, envolvendo hidroxiquinolona a 0,03% e 0,015% com e sem DMSO (Dimethyl sulfoxide), com o tempo de tratamento

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, firmino.filho@cpaa.embrapa.br

<sup>2</sup>Professora do Departamento de Genética da Universidade de São Paulo, São Paulo-SP.

variando de 1 a 3 horas. Utilizou-se também colchicina a 0,1%, 0,05% e 0,01%, com e sem DMSO, com o tempo de tratamento variando de dois 2 a 8 horas e meia. Todos os pré-tratamentos foram efetuados em temperatura ambiente variando entre 27°C a 30°C, processando-se em seguida, a fixação em carnoy. As pontas das raízes foram coradas pelo método de Feulgen, sendo que a hidrólise foi feita em HCL a 1N, por oito minutos, a 60°C. Posteriormente, para efeito de coloração, transferiram-se as raízes pra o reagente de Schiff, onde permaneceram por 45 minutos.

Foi utilizado carmin acético a 1%, durante o processo de esmagamento das raízes, para o preparo das lâminas.

## Resultados e Discussão

Não foi possível determinar o número exato de cromossomos do guaraná, devido às dificuldades inerentes ao espalhamento dos mesmos, por serem bastante numerosos. Das 73 lâminas observadas, apenas uma apresentou células em perfeito estágio metafásico, que permitiram a contagem de 168, 170, 178, 182, 198 e 209 cromossomos. Na célula em que se observaram 198 cromossomos, a maioria foi do tipo metacêntrico (Fig. 1).



**Fig. 1.** Desenho de uma célula em metáfase, com 208 cromossomos e com predominância de metacêntricos.

Por motivos técnicos (descoloração muito rápida da lâmina) não foi possível fotografar essa figura.

O pré-tratamento que proporcionou melhor distribuição dos cromossomos foi com colchicina a 0,05%, sem DMSO durante, 4 horas e 10 minutos.

O número de cromossomos obtido neste estudo discorda do número proposto por Medri et al., (1980) de  $2n = 14$  cromossomos. Esta variação poderá vir realmente a ocorrer, uma vez que se verificam plantas com diferentes graus de variação em seus caracteres fenotípicos, dentro da sub-espécie e/ou variedades *sorbilis*, pois, segundo Castro (1972), esta variedade não está ainda perfeitamente definida. Para a *Paullinia pinata* foram registrados 24 cromossomos (Mangenot & Mangenot, citados por Fedorov, 1969).

Os resultados obtidos vêm comprovar a necessidade da realização de estudos citogenéticos na cultura do guaraná para maiores esclarecimentos e para melhor manejo da referida espécie.

## Conclusões

O pré-tratamento colchicina a 0,05%, sem DMSO, durante 4 horas e 10 minutos resultou em melhor espalhamento dos cromossomos.

O número de cromossomos variou de 168 a 208, com valor médio de 188 cromossomos.

A média dos três menores valores obtidos foi de 172 cromossomos, e a média dos três maiores valores foi de 196 cromossomos.

A média das médias com relação a valores máximos e mínimos foi 184 cromossomos, ou seja, bem próximo da média geral.

## Agradecimentos

À Embrapa Amazônia Ocidental, pelo material fornecido, e em especial aos doutores Maria P. F. Corrêa, José R. Escobar e Margarida L. R. de Aguiar Perecin, esta responsável pela seção de Citologia do Departamento de Genética da ESALQ/USP, pelo incentivo inicial ao desenvolvimento deste estudo e à laboratorista Silvia C. Menuzzu, pelos serviços laboratoriais.

## Literatura Consultada

CASTRO, A. M. G. **Formação de mudas de guaraná.** ACAR-Amazonas Manaus: ACAR-AM, 1972. 18p.

CASTRO, A. M. G. FERREIRA, M. A. **Enraizamento de estacas de guaraná.** Manaus: ACAR-AM. 1973, 25p.

CASTRO, A. M. G. **Nutrição e adubação de cultivo de guaraná.** Manaus: ACAR-AM, 1974. 19p. (Revisão Bibliográfica).

FEDOROV, A. **Chromossome numbers of flowering plant.** Moscou: Academy of Science of the USSR, 1969. 926p.

HARLAN, J. R. **Crops and man.** American Society Agronomy, 1975. Cap. 3, p.61-81.

MEDRI, M. E.; LLERAS, E.; VALOIS, A. C. C. Comparação anatômica entre folhas diplóides do guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke). **Acta Amazônica**, Manaus, v.10, n. 2, p. 283-288, 1980,

SHARMA, A. K.; SHARMA, A. **Chromossome techniques.** London: Butter-Worths, 1972. 711p. Part 1. Physical nature of chromosomes.

VASCONCELOS, A.; NASCIMENTO, F. C.; MAIA, A. L. **A cultura do guaraná.** Itabuna: CEPLAC, 1972, 26p. (Revisão Bibliográfica).

# Interação de Clones de Guaraná por Locais<sup>1</sup>

F. J. do Nascimento Filho<sup>2</sup>; A. L. Atroch<sup>2</sup>; C. D. Cruz<sup>3</sup>; P. C. S. Carneiro<sup>3</sup>

## 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.

---

<sup>1</sup>Trabalho extraído da tese de doutorado do primeiro autor.

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, firmino.filho@cpaa.embrapa.br

<sup>3</sup>Professor do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

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 agrônômicos 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).

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 guaranzeiro, 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 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 tratamentos 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 livres de pragas e da competição com as plantas



daninhas. No caso da presença, principalmente, do tripes, 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 rames 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 VENCOVSKY et al. (1987) em estudos envolvendo progênies de milho quando o valor destas relações é maior que um 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  $C_{ve}(\%)$  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 ( $C_{v_e}$ ).

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 ( $C_{Ve}$  de 94% a 255%) quanto entre os diferentes anos de avaliação ( $C_{Ve}$  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.

As Tabelas 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 (Tabela 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.

**Tabela 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%.

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.

Na Tabela 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 (Tabela 3).

**Tabela 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	$\hat{\phi}$ Clone x Local <sup>1/</sup>	Correlação	Parte Complexa da Interação (%)
<b>Manaus x Maués<sup>2/</sup></b>			
1998	65899,3518 **	0,0345 <sup>ns</sup>	89,88
1999	68975,2167 **	-0,1678 <sup>ns</sup>	85,26
2000	87135,0803 **	-0,3171 <sup>ns</sup>	106,35
2001	120015,8983 **	0,1182 <sup>ns</sup>	70,24
<b>Manaus x Iranduba</b>			
1998	65899,3518 **	-0,1495 <sup>ns</sup>	107,20
1999	68975,2167 **	0,2801 <sup>ns</sup>	78,21
2000	87135,0803 **	0,5955 **	61,40
2001	120015,8983 **	0,2111 <sup>ns</sup>	50,94
<b>Maués x Iranduba</b>			
1998	65899,3518 **	-0,0106 <sup>ns</sup>	91,61
1999	68975,2167 **	0,3215 <sup>ns</sup>	72,63
2000	87135,0803 **	0,0989 <sup>ns</sup>	77,66
2001	120015,8983 **	0,5920 **	58,12

<sup>1/</sup>\*, \*\*Significativos, a 5 e 1% de probabilidade, pelo teste F. ns Não-significativo, a 5%.

<sup>2/</sup>\*, \*\*Significativos, a 5 e 1% de probabilidade, pelo teste t. ns Não-significativo a 5%.

**Tabela 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	1.028,34	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	1.319,59	94,45	676,07	52,78	1.101,39	57,22	403,80
CMA227	49,59	1.344,31	177,78	523,89	100,00	1.484,45	383,96	656,13
CMA228	286,67	1.061,25	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	1.049,17	628,96	83,75	587,29	1.049,17	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	1.064,17	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	1.591,25	201,67	744,86
CMU611	170,83	264,76	236,67	224,09	619,35	647,78	746,78	671,30

Tabela 3. Continuação.

Clone	1998				1999			
	Manaus	Maués	Irland.	Média	Manaus	Maués	Irland.	Média
CMU612	187,51	314,87	26,67	176,35	187,51	1.690,28	101,12	659,63
CMU619	181,67	1.073,47	162,09	472,41	181,67	1.875,56	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	1.214,45	656,90	698,09
CMU861	573,34	389,10	433,61	465,35	83,33	847,09	227,09	385,83
CMU871	117,09	1.488,96	367,23	657,76	552,92	1.522,78	1.181,11	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	1.075,00	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	1.010,70	556,91	239,91	1.812,92	1.204,58	1.085,80
<b>Média Geral</b>	<b>246,77</b>	<b>627,53</b>	<b>267,57</b>	<b>380,62</b>	<b>305,54</b>	<b>875,14</b>	<b>469,02</b>	<b>549,90</b>
<b>DMS</b>	<b>564,62<sup>1/</sup></b>		<b>905,54<sup>2/</sup></b>		<b>794,99<sup>1/</sup></b>		<b>1.275,01<sup>2/</sup></b>	

Clone	2000			Média	2001			Média	Média Geral
	Manaus	Maués	Irland.		Manaus	Maués	Irland.		
CIR217	337,09	830,28	750,50	639,29	341,67	1.088,20	2.190,28	1.206,72	771,79
CMA222	626,67	110,83	187,50	308,33	466,67	643,75	1.158,89	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	1.318,06	783,32	651,14
CMA228	473,33	500,00	311,25	428,19	100,00	109,33	536,81	248,71	392,15
CMA274	1.007,78	640,84	575,00	741,21	633,33	368,34	1.090,28	697,31	590,65
CMA276	1.731,67	177,50	1.435,00	1.114,72	366,67	1.333,33	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	1.149,45	867,64	797,36	527,12
CMU607	758,06	94,17	457,64	436,62	583,33	653,47	1.564,59	933,80	514,78
CMU610	470,55	803,31	84,59	452,82	867,45	848,09	1.808,34	1.174,62	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	1.153,89	398,75	645,83	732,82	533,33	1.061,95	572,22	722,50	601,72
CMU612	375,00	53,33	400,00	276,11	250,00	1.140,42	1.014,73	801,72	491,11
CMU619	121,67	1.690,78	333,33	715,26	241,67	1.363,53	928,47	844,56	743,85
CMU626	419,17	933,29	166,67	506,38	855,56	1.599,52	1.577,78	1.344,29	669,52
CMU631	1.007,22	104,20	475,00	528,81	1.061,12	360,78	150,00	523,96	605,04
CMU861	803,34	1.295,54	633,34	910,74	833,33	2.177,08	1.515,28	1.508,56	798,12
CMU871	888,89	2.383,09	860,07	1.377,35	652,78	2.438,06	3.694,45	2.261,76	1.364,14
CMU882	441,67	684,45	499,59	541,90	233,34	1.276,46	1.728,41	1.079,40	554,44
CMU862	764,45	464,21	259,72	496,13	704,17	883,20	1.354,17	980,51	501,22
CMU375	1.171,12	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	1.416,39	544,03	797,64	223,61	1.297,34	358,34	626,43	789,68
<b>Média Geral</b>	<b>685,67</b>	<b>636,37</b>	<b>425,44</b>	<b>582,49</b>	<b>502,14</b>	<b>921,04</b>	<b>1.067,73</b>	<b>830,30</b>	<b>593,55</b>
<b>DMS</b>	<b>964,16<sup>1/</sup></b>	<b>1.546,34<sup>2/</sup></b>		<b>1.000,12<sup>1/</sup></b>		<b>1.604,00<sup>2/</sup></b>			

<sup>1/</sup>DMS para comparação de médias de um mesmo clone em diferentes municípios.

<sup>2/</sup>DMS para comparação de médias de diferentes clones em um mesmo município.

Obs.: Média geral: Manaus = 435,03; Maués = 765,02; e Irlanduba = 557,44.

Na Tabela 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.

**Tabela 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
$\hat{\phi}$ clone	19618,9946**	41976,7387**	34657,6559**	140488,4920**
$\hat{\phi}$ 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 Consultada

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. Sci.**, 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 Agroflorestal 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. **Variação 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.

# Padrões de Florescimento de Clones de Guaranazeiro

P. C. da S. Angelo<sup>1</sup>; A. L. Atroch<sup>1</sup>; F. J. do Nascimento Filho<sup>1</sup>; N. R. Sousa<sup>1</sup>;  
W. da S. Mendonça<sup>2</sup>; A. P. A. da Fonseca<sup>2</sup>

## 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 funcionalmente 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 trífido (Escobar *et al.*, 1984; 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 &

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, paula.angelo@cpaa.embrapa.br

<sup>2</sup>Bolsista Pibic/Embrapa Amazônia Ocidental/CNPq, Manaus-AM.

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).

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 adubadas 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. Os dados foram transformados para cumprir o pré-requisito de normalidade para análise de variância. 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 e para o número de semanas

em que as inflorescências permaneceram ativas tendo os clones como fontes de variação. A significância das diferenças entre médias foi avaliada pelo teste de Tukey. As correlações entre as variáveis foram estimadas 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 CMU300, 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).

**Tabela 1.** Número de flores femininas e masculinas contadas por semana, comprimento da inflorescência na segunda semana de atividade, número de semanas em que as inflorescências se mantiveram ativas, para os clones de guaranzeiro CMA224, CMU300 e CMU609 (Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. 2004).

	Clones	FL. Femininas	FL. Masculinas	Comp Infloresc.*	Número Semanas
Plantas Adubadas	CMA224	108	209	20,50 ± 4,95	1,50 ± 0,73
	CMU300	131	852	14,67 ± 3,21	2,27 ± 1,12
	CMU609	328	894	15,25 ± 2,60	1,96 ± 0,88
Plantas Não- Adubadas	CMA224	137	171	23,00 ± 7,07	1,38 ± 0,65
	CMU300	151	1.922	18,60 ± 3,36	2,23 ± 1,01
	CMU609	558	2.480	20,83 ± 4,79	2,50 ± 1,22
<b>Total</b>		<b>1.413</b>	<b>6.528</b>		

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

O comprimento médio das inflorescências na segunda semana do período de florescimento de cada inflorescência avaliada foi maior para o clone CMA224 nos dois sistemas de cultivo (Tabela 1), mas o desvio padrão verificado para esta variável neste clone também foi o maior entre os três clones avaliados. Pode-se, portanto, considerar que há menor

homogeneidade para esta característica no clone CMA224. Decidiu-se o valor do comprimento anotado na segunda semana, porque foi a semana em que foram contadas mais flores masculinas para todos os clones, com exceção do CMA224 mantido sem adubação.

Os fatores planta e inflorescência não apresentaram efeito significativo sobre nenhuma das variáveis analisadas.

A diferença entre o número de flores femininas contadas por semana foi significativa somente entre clones ( $P = 0,007$ ). A influência do sistema de cultivo não foi significativa e não houve interação entre estes fatores. O clone CMU300 apresentou um menor número de flores femininas por semana (Tabela 2), o que pode ser, pelo menos em parte, explicado por estarem as plantas, mas não as inflorescências avaliadas, apresentando sintomas de superbrotamento.

**Tabela 2.** Resultado do teste de Tukey para a diferença entre as médias do número de flores femininas contadas por semana, para três clones de guaranazeiro (Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. 2004).

Clone	Média
CMU609	30,552 a
CMA224	11,136 ab
CMU300	10,071 b

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

O número de flores masculinas contadas por semana foi influenciado significativamente pelas fontes de variação clone e sistema de cultivo ( $P < 0,001$  e  $P = 0,011$ , respectivamente), mas não houve interação entre estes fatores. O clone CMA224 apresentou um menor número de flores femininas por semana (Tabela 3) e houve menor produção de flores por semana em plantas adubadas (Tabela 4).

O número de semanas durante as quais as inflorescências produziram flores (período de atividade) foi significativamente diferente entre clones ( $P = 0,001$ ). As inflorescências do clone CMA224 permaneceram viáveis por um período mais curto (Tabela 5).

**Tabela 3.** Resultado do teste de Tukey para a diferença entre as médias do número de flores masculinas contadas por semana para três clones de guaranazeiro (Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. 2004).

Clone	Média
CMU609	51,121 a
CMU300	44,403 a
CMA224	16,522 b

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

**Tabela 4.** 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 (Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. 2004).

Sistema de Cultivo	Média
Plantas não adubadas	57,886 a
Plantas adubadas	24,438 b

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

**Tabela 5.** Resultado do teste de Tukey para a diferença entre as médias do número de semanas em que foram encontradas flores em inflorescências de guaranazeiro (período de atividade das inflorescências) (Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. 2004).

Número de Semanas	Média
CMU609	3,300 a
CMU300	3,350 a
CMA224	1,545 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. O índice de correlação entre o número de flores masculinas e femininas foi muitíssimo baixo e isto deve se explicar pelo fato de os dados terem sido organizados para análise em períodos de semanas. Esses mesmos dados serão

proximamente analisados mantendo sua distribuição original em dias e então estas correlações, inicialmente examinadas em progênies de guaranazeiros por Escobar *et al.* (1984) e Schultz & Valois (1974), poderão ser melhor analisadas para os clones. A correlação entre o número de flores femininas contadas por semana e o número de semanas em que as inflorescências permaneceram ativas foi negativa e significativa (Tabela 6).

**Tabela 6.** Matriz dos coeficientes de correlação de Pearson para as variáveis comprimento da inflorescência, número de semanas em que as inflorescências se mantiveram produtivas, número de flores masculinas e femininas contadas por semana para plantas dos clones de guaranazeiro CMA224, CMU300 e CMU609 (Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. 2004).

	Comprimento da Inflorescência	Número de Semanas	Flores Masculinas
Número de semanas	0,198		
Flores masculinas	0,217	-0,095 *	
Flores femininas	-0,043	-0,215 *	-0,086

\*Significativo a 5% de probabilidade.

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 período de atividade mais longo, 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 CMU609, que apresentou inflorescências ativas por um número maior de semanas.

## Conclusão

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

## 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.

## Literatura Consultada

Bernier, G. The control of floral evocation and morphogenesis. **Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 39, p. 175-219, 1988.

ESCOBAR, J.R.; CORRÊA, M.P.F; AGUILERA, F.J.P. Estruturas florais, floração e técnicas para a polinização controlada do guaranazeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO GUARANÁ, 1., 1983, Manaus. **Anais...** Manaus: EMBRAPA-UEPAE de Manaus, 1984. p. 240-256. (EMBRAPA-UEPAE de Manaus. Documentos, 3).

ESCOBAR, J.R. Estimativa da variação do número de flores femininas efetivas do guaranazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n.3, p. 1365-1371, dez. 1985.

NASCIMENTO-FILHO, F.J. Do et. al. Divergência genética entre clones de guaranazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n.3, p. 501-6, mar. 2001.

SCHULTZ, Q.; VALOIS, A.C.C. **Estudos sobre o mecanismo de floração e frutificação do guaranazeiro**. Manaus: IPEAAOc, 1974. p. 35-58. (IPEAAOc, Boletim Técnico, 4).



# Repetibilidade do Caráter Produção de Sementes Secas por Ramete em Clones de Guaraná<sup>1</sup>

F. J. do Nascimento Filho<sup>2</sup>; A. L. Atroch<sup>2</sup>; C. D. Cruz<sup>3</sup>; P. C. S. Carneiro<sup>3</sup>

## 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 e 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.

---

<sup>1</sup>Trabalho extraído da tese de doutorado do primeiro autor.

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, [firmino.filho@cpaa.embrapa.br](mailto:firmino.filho@cpaa.embrapa.br)

<sup>3</sup>Professor do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

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 Sousa, 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 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 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 prever 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.

## **Material e Métodos**

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.

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) chamam 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 na Tabela 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 g a 765 g por ramete (Tabela 1), com os coeficientes de variação entre 53,78% a 73,34% que, segundo Nascimento Filho et al. (2000a), 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.

**Tabela 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
<b>Média</b>		<b>557,44</b>	<b>475,19</b>	<b>435,03</b>	594,15	539,41
<b>CV (%)</b>		<b>73,34</b>	<b>59,94</b>	<b>55,42</b>	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
<b>Média</b>		426,41	765,01	550,99	576,07	260,06
<b>CV (%)</b>		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 guaranzeiro, 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 tratamentos culturais aplicados à cultura.

As correlações entre as produções anuais de sementes secas em gramas por ramete estão apresentadas na Tabela 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.

**Tabela 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
1998-1999	0,5854 **	0,5917 **	0,3416 ns	0,0982 ns	0,3156 ns
1998-2000	0,0343 ns	0,3670 ns	0,3905 *	0,2055 ns	0,1888 ns
1998-2001	-0,0112 ns	-0,2143 ns	-0,0210 ns	0,1295 ns	0,3731 ns
1999-2000	0,0645 ns	0,5517 **	0,4455 *	-0,1829 ns	0,5283 **
1999-2001	0,4095 *	-0,0223 ns	0,1961 ns	-0,1073 ns	0,4630 *
2000-2001	0,2386 ns	0,2765 ns	0,1946 ns	0,5840 **	0,3573 ns

Pares de Anos	Ambientes				
	06	07	08	09	10
1998-1999	-0,0396 ns	0,5648 **	0,2892 ns	0,1316 ns	0,3508 ns
1998-2000	-0,1057 ns	0,2388 ns	-0,0044 ns	-0,0016 ns	0,3575 ns
1998-2001	0,1122 ns	-0,0821 ns	-0,0546 ns	0,2819 ns	-0,0035 ns
1999-2000	0,2792 ns	0,3763 ns	0,3358 ns	0,6486 **	0,4349 *
1999-2001	0,1954 ns	0,1821 ns	0,1751 ns	0,6195 **	0,1116 ns
2000-2001	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.

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 et al. (1984), avaliando a produção de sementes secas de plantas de pé-franco (oriundas de sementes) por seis anos, verificaram 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 na Tabela 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.

Na Tabela 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 serem necessárias várias medições para acessar o valor genotípico dos clones de guaraná.



**Tabela 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.

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).

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 estar nos 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 (Tabela 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 poderia 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% (Tabela 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, (Tabela 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 (Tabela 4).

**Tabela 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	1.339,46	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.

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), essa metodologia é a mais apropriada, neste caso. Na Tabela 4 observa-se que, para uma acurácia de 80% os menores números de medições da produção de sementes secas por rametes necessários para predizer 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 ramete 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 rametes em plantios clonais, principalmente, no campo, desde 1978.

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 ( $M_2$ ) (Tabela 4) envolvendo os ambientes 7 e 9 seriam necessários, em média, 14 anos de avaliação de produções efetivas. Além desse período, contabilizando 1 ano para a formação das mudas e preparo da área para o plantio, mais os dois anos para o estabelecimento dos rametes no campo, seria necessário um prazo total 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 ( $M_2$ ) (Tabela 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 rametes, 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.

## Literatura Consultada

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 cacaueteiro**. 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.) Eguiluz e Perry e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barret e 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 cacauzeiros em plantação comercial. **Revista Brasileira de Genética**, v.16, p.364, 1993.

ESCOBAR, J.R.; CORREA, M.P.F.; BARRETO, J. F. Estimativa do número de folhas e ramos, altura de planta, tamanho de amêndoa e produção de guaraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO GUARANÁ, 1, Manaus, outubro, 1983. **Resumos**. Manaus: EMBRAPA UEPAE DE MANAUS, 1984.

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).

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. e; 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.



# Seleção Clonal em Guaranazeiro via Metodologia de Modelos Lineares Mistos (REML/BLUP)

A. L. Atroch<sup>1</sup>; M. D. V. de Resende<sup>2</sup>; F. J. do Nascimento Filho<sup>1</sup>

## 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).

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 progênies, realização de cruzamentos biparentais e de autofecundação seguida da avaliação das respectivas progênies em Manaus, 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 progênies e matrizes selecionadas em plantios comerciais nas áreas de produtores (Nascimento Filho et al., 2000; Atroch e Nascimento Filho, 2001).

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, andre.atroch@cpaa.embrapa.br

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo-PR.

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, números e anos de plantio, de avaliação e 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.

**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	Número de anos de avaliação	Número de clones
ME83-10	Campo Experimental do Km 30	1983	9	7
ME83-14	Campo Experimental do Km 30	1983	8	11
ME84-06	Campo Experimental do Km 30	1984	8	26
ME84-12	Campo Experimental de Maués	1984	6	15
ME84-13	Campo Experimental de Maués	1984	6	16
ME84-14	Campo Experimental de Maués	1984	7	10
ME85-05	Fazenda Santa Helena (Grupo Antartica - Maués-AM)	1985	5	16
ME85-06	Campo Experimental de Manaus	1985	5	15
ME85-07	Campo Experimental de Manaus	1985	9	16
ME85-08	Campo Experimental de Manaus	1985	5	5
ME87-01	Fazenda Santa Helena (Grupo Antartica - Maués-AM)	1987	6	57
ME87-02	Fazenda Santa Helena (Grupo Antartica - Maués-AM)	1987	5	21
ME87-03	Campo Experimental do Km 30	1987	4	105

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 m x 5 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 livres de pragas e da competição com plantas daninhas. Foi avaliada a característica produção de frutos frescos (g/planta).

## Metodologia Estatística

O procedimento de avaliação de clones no contexto do programa de melhoramento do guaranzeiro 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

$$y|b, V \sim N(Xb, V)$$

$$a|A, \sigma_a^2 \sim N(0, \sigma_a^2)$$

$$c|\sigma_c^2 \sim N(0, I \sigma_c^2)$$

$$p|\sigma_p^2 \sim N(0, I \sigma_p^2)$$

$$e|\sigma_e^2 \sim N(0, I \sigma_e^2)$$

$$\text{Cov}(a, c') = 0; \quad \text{Cov}(a, p') = 0; \quad \text{Cov}(a, e') = 0;$$

$$\text{Cov}(p, c') = 0; \quad \text{Cov}(p, e') = 0; \quad \text{Cov}(c, e') = 0$$

$$E \begin{bmatrix} y \\ a \\ c \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \quad \text{Var} \begin{bmatrix} y \\ a \\ c \\ p \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V & ZG & WC & TP & R \\ GZ' & G & 0 & 0 & 0 \\ CW' & 0 & C & 0 & 0 \\ PT' & 0 & 0 & P & 0 \\ R & 0 & 0 & 0 & R \end{bmatrix}$$

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:

$$\lambda_1 = \frac{1-\rho}{h^2} = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_a^2}; \quad \lambda_2 = \frac{1-\rho}{c^2} = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_c^2}; \quad \lambda_3 = \frac{1-\rho}{p^2} = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_p^2}.$$

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_c^2 + \sigma_p^2 + \sigma_e^2} : \text{herdabilidade individual no sentido amplo no bloco em uma medição};$$

$$\rho = \frac{\sigma_a^2 + \sigma_c^2 + \sigma_p^2}{\sigma_a^2 + \sigma_c^2 + \sigma_p^2 + \sigma_e^2} : \text{repetibilidade individual no bloco};$$

$$p^2 = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_a^2 + \sigma_c^2 + \sigma_p^2 + \sigma_e^2} : \text{coeficiente de determinação dos efeitos permanentes};$$

$$c^2 = \frac{\sigma_c^2}{\sigma_a^2 + \sigma_c^2 + \sigma_p^2 + \sigma_e^2} : \text{correlação devida ao ambiente comum da parcela}.$$

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 rametes. 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.

**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
Coeficiente de determinação de ambiente permanente	0,10
Coeficiente de determinação dos efeitos de parcela	0,00
Herdabilidade da média de clone*	0,58
Acurácia na seleção de clones*	0,76

\*Baseada em três repetições, cinco plantas por parcela e seis safras por ramete.

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  $\rho_m$  da média (de todos os rametes em todas as repetições) de clone em uma safra equivaliu a 0,54. Com base nesse 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 ( $n \cdot b = 15$ ) 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.

**Tabela 4.** Valores genotípicos preditos (VG) dos 15 melhores clones de guaranazeiro avaliados em Maués e Manaus (Amazonas), bem como estimativas de parâmetros associados: média geral ( $\mu$ ), efeito genotípico (g), números de blocos (b), de rametes por parcela (n) e de safras (m), coeficientes de determinação dos efeitos de parcela ( $c_1^2$ ), de ambiente permanente ( $c_2^2$ ), herdabilidade individual no sentido restrito ( $h_1^2$ ), repetibilidade individual ( $h_{mc}^2$ ), herdabilidade da média de clone ( $r_1$ ) e acurácia seletiva (acurácia).

Clone	$\mu$	g	VG	b	N	m	$c_1^2$	$c_2^2$	$h_1^2$	$r_1$	$h_{mc}^2$	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

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.

## Literatura Consultada

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 guaranazeiro**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 14, n. 2, p. 175-179, 1979.

# Similaridade Genética no Germoplasma de Guaranazeiro

N. R. Sousa<sup>1</sup>; J. B. dos Santos<sup>2</sup>; F. J. do Nascimento Filho<sup>1</sup>; A. L. Atroch<sup>1</sup>

## Introdução

O guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke, Sapindaceae) é um dos componentes da diversidade cultural e vegetal de reconhecido potencial econômico para a agricultura amazônica. A exploração da espécie em plantios comerciais 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-se na principal reserva de alelos para a busca de soluções para os problemas da cultura, tais como a ocorrência de doenças e a baixa produtividade. Os primeiros resultados 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 sequência arbitrária para dirigir a reação de amplificação, eliminando assim a necessidade do conhecimento prévio da sequência (Williams et al., 1990).

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, nelcimar.sousa@cpaa.embrapa.br

<sup>2</sup>Pofessor, D.Sc. da Universidade Federal de Lavras.

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.

## 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, que é mantida no campo experimental da sede da Embrapa Amazônia Ocidental. Está 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 60 mm 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 foi construído um dendrograma para melhor visualização das relações entre os clones.

## Resultados e Discussão

Dezesseis iniciadores foram selecionados e produziram 150 bandas 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 iniciador.

Em espécies alógamas e 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) sugere que a coleção conserva ampla variabilidade genética (Fig. 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 na região de Maués.

## 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 comum.

Em função dos resultados, acredita-se que seria mais vantajoso um esforço para localização de populações naturais na região de distribuição da espécie e identificação de alelos raros, do que novas coletas em plantios tradicionais de guaraná.

## Literatura Consultada

CHEW, P. C., CLYDE, M.M.; NORMAH; MN; 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, 1998, 220 p.

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.

SOUSA, 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 genetc markers. **Nucleic Acids Research**, Oxford, v.18, n.22, p.6531-6535, 1990.



**Fig. 1.** Dendrograma das similaridades genéticas entre germoplasma guaraná, método UPGMA.

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

N. R. Sousa<sup>1</sup>; F. J. do Nascimento Filho<sup>1</sup>; M. da S. Cravo<sup>2</sup>; A. L. Atroch<sup>1</sup>

## 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 aumenta 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 da 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 na avaliação da variabilidade conservada na coleção de

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, nelcimar.sousa@cpaa.embrapa.br

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA.

germoplasma, especificamente sobre o teor de cafeína nas sementes secas de guaranazeiro.

## Material e Métodos

O teor de cafeína foi avaliado em 116 clones da coleção de germoplasma, mantida em condições de cultivo *in vivo*, no campo experimental da sede da Embrapa Amazônia Ocidental, localizado no Km 29 da Rodovia AM-010 (Manaus-Itacoatiara), em área com altitude de 50 m, 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, que foram 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, sendo expressas em mg/100g.

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.

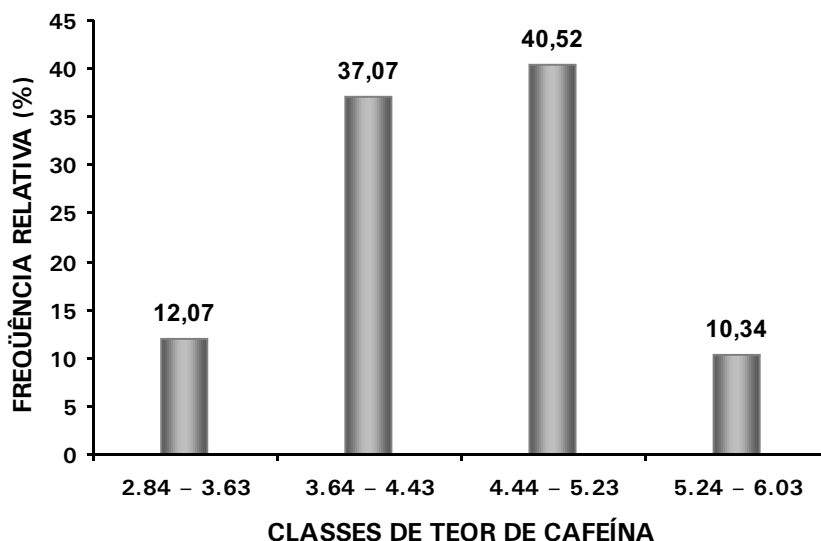
## Resultados e Discussão

A variação entre clones foi evidenciada pelas frequências 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)% (Fig. 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 apresentaram teores de cafeína próximos aos resultados de Garcia et al. (1991), que ao estudarem 67 genótipos em



duas safras consecutivas, encontraram valores médios entre 4,26% e 4,30%, mínimos entre 3,31% - 3,43%) e máximos entre 4,92% e 4,89%.



**Fig. 1.** Distribuição de frequências 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 (Beaudindfour & 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 são indicativos preliminares 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 Consultada

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.

# Solos e Nutrição de Plantas

Foto: Murilo B. de Arruda



# Apresentação

*Murilo Rodrigues de Arruda*

As exigências nutricionais do guaranazeiro, assim como as quantidades e os diferentes fertilizantes a serem utilizados na planta têm sido uma preocupação constante, sendo um ponto essencial para a sua viabilidade econômica.

Avaliações preliminares mostram a importância da calagem, do nitrogênio, fósforo e manganês em aumentar a produtividade do guaranazeiro. Por este motivo, experimentos para avaliar a influência destes nutrientes, além do zinco e do potássio, estão sendo conduzidos nos Municípios de Manaus, Presidente Figueiredo, Iranduba e Maués no Estado do Amazonas.

As grandes distâncias na Amazônia e as dificuldades encontradas para se transportar insumos na região tem de ser levadas em consideração no momento de se recomendar a adubação para a guaranaicultura. Estudos utilizando fertilizantes orgânicos e condicionadores de solo, produzidos nos Municípios produtores de guaraná estão em andamento e os resultados serão disponibilizados nos próximos dois anos aos guaranaicultores.

Isto é essencial para estimular novamente a guaranaicultura no Amazonas, seja familiar ou empresarial, aumentando a produtividade, diminuindo custos com fertilizantes, explorando-se ao máximo as áreas já alteradas na região para a agricultura, evitando-se novos desmatamentos.

# Aplicação de Micronutrientes no Guaranazeiro

M. R. de Arruda<sup>1</sup>; A. Moreira<sup>2</sup>; J. C. R. Pereira<sup>1</sup>

## 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 em áreas distantes das cidades, e conseqüentemente da disponibilidade de fertilizantes com pouco volume de vendas, aplica-se micronutrientes na forma de fritas, sendo o FTE BR 12<sup>®</sup> o produto comercial mais utilizado, por ser o mais 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.

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, murilo.arruda@cnpaa.embrapa.br

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos-SP.

## Material e Métodos

Uma avaliação preliminar de campo, foi feita em área de produtor no Município de Maués, AM, utilizando-se mudas com pelo menos dois pares de folhas 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 água	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	V	M.O.
	mg kg <sup>-1</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				%	
4,5	21,0	160	3,5	1,2	0,4	8,2	39,4	4,7
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<sup>-1</sup> 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% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); 8,0 gramas de cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O) 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, aproximadamente 60 dias após o primeiro, o índice de mortalidade também foi de 100% das mudas. Nas plantas com um ano de idade apareceram sintomas de fitotoxidez, com senescência de parte das folhas mais velhas, sintomas observados também nas folhas mais jovens de algumas plantas.

No viveiro, as mudas que receberam a dose de 2,5 gramas de fritas por quilo de solo não apresentaram sintomas de fitotoxidez, enquanto nas doses de 5, 15 e 30 gramas, houve senescência e queima de todas as folhas maduras, permanecendo apenas aquelas recém lançadas. Assim como nas mudas plantadas no campo e naquelas com um ano de idade, nas mudas no viveiro os sintomas começaram a aparecer nas folhas mais velhas entre cinco e seis dias após a aplicação do fertilizante. 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 (Fig. 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 ocorrem 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  $105 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , enquanto que naquelas com sintomas, a concentração de boro era de  $190 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . 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.



**Fig. 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 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 <sup>-1</sup>						Mg.kg <sup>-1</sup>				
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

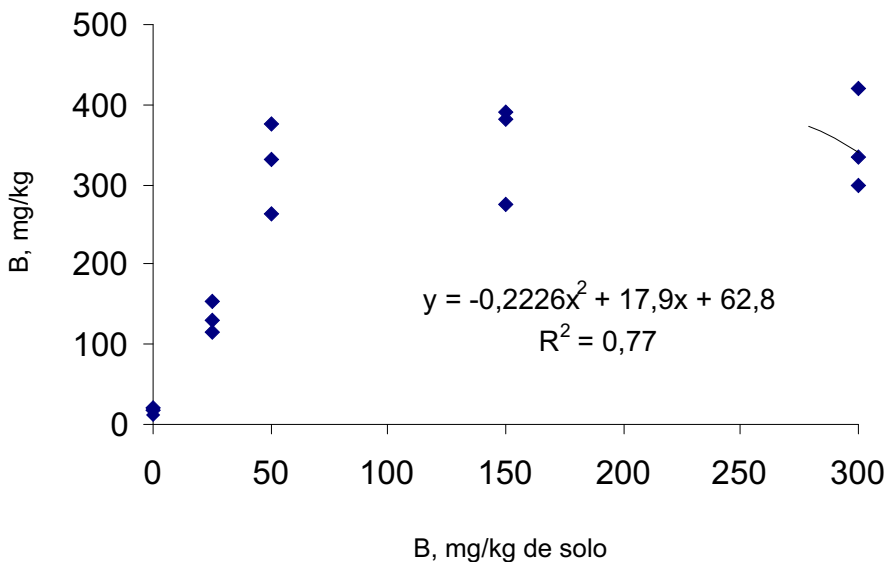
A análise foliar das mudas em viveiro (Tabela 3) mostrou que não houve diferenças significativas na concentração de micronutrientes nas folhas, para o cobre e manganês. Para o ferro e o zinco, houve diferenças significativas quando se utilizou as maiores doses de fritas, apesar de não terem ocorrido sintomas de fitotoxidez aparentes. Já em relação ao boro, houve um acréscimo substancial do teor deste nutriente nas folhas, conforme se aumentava as doses de fritas, até que esta concentração se estabilizasse a cerca de 350 g.kg<sup>-1</sup> de boro na matéria seca.



**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 <sup>-1</sup>	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
	mg.kg <sup>-1</sup>				
0	16,3 a	8,0 a	71 a	21,7 a	41,7 a
2,5	133,7 b	12,0 a	75 a	23,3 a	45,0 ab
5	322,7 c	13,3 a	82 a	29,7 a	54,0 ab
15	349,7 c	15,0 a	154 a	64,7 a	145,3 b
30	351,7 c	35,3 a	261 b	33,0 a	76,7 ab

A análise de regressão entre dose de B aplicado no solo e a concentração na folha, puderam ser explicadas por uma equação quadrática (Fig. 2), em que a concentração de B na folha, tende a se estabilizar em 300 mg kg<sup>-1</sup>, aproximadamente. A concentração de até 130 mg.kg<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>, e os inferiores de 44 a 68 mg.kg<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup> para a maioria delas.



**Fig. 2.** Concentração de boro nas folhas do guaranazeiro, em função das doses de boro, equivalente em fritas, aplicadas no solo.

A análise foliar em plantas produtivas, onde não se aplicou boro, tem demonstrado que teores de B na folha em torno de 20 mg.kg<sup>-1</sup> 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.

Chepote et al. (1984), em um trabalho montado em casa de vegetação e utilizando soluções nutritivas, verificaram uma diminuição na quantidade de matéria seca produzida por mudas de guaranazeiro quando foram omitidos o ferro e o manganês. Para o boro, zinco, cobre e molibdênio não foram observadas diferenças no desenvolvimento da planta, pois provavelmente, a concentração destes micronutrientes na semente foram suficientes para atender a demanda das mudas de guaranazeiro, durante os 45 dias de avaliação.

## Conclusões

O uso de boro no guaranazeiro deve ser revisto, com estudos mais detalhados sobre a exigência da planta neste micronutriente e a real necessidade de sua aplicação.

## Literatura Consultada

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 - 5<sup>a</sup> aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

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

W. G. Teixeira<sup>1</sup>; A. R. Reis<sup>2</sup>; M. R. de Arruda<sup>1</sup>

## 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 possível, fator que contribui para desestimular seu cultivo no Amazonas, ocorrendo perda paulatina de mercado para outros Estados produtores.

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, 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 menores do que o estado da água livre, resultando na umidade do solo. Essa umidade 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. A 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 ( $q$ ) no campo pode ser avaliada por métodos diretos e indiretos. Dentre os métodos indiretos, pode-se destacar

---

<sup>1</sup>Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, wenceslau@cpaa.embrapa.br

<sup>2</sup>Bolsista CNPq/Programa Shift, Manaus-AM.

dois: o gravimétrico, que é considerado altamente confiável, mas apresenta grande demanda de trabalho no campo e no laboratório, além de ser um método destrutivo, não permitindo reamostrar o mesmo local. Outro método indireto é a técnica da reflectometria no domínio do tempo (TDR), vem sendo amplamente utilizado por não ser destrutivo para avaliação da  $q$ .

Segundo Teixeira et al. (2003), a reflectometria no domínio do tempo (TDR) é uma técnica relativamente nova, usada para estimar a umidade do solo. O método é baseado no efeito da umidade sobre a velocidade de propagação de ondas eletromagnéticas em cabos condutores que são introduzidos no solo. 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 ( $k_s @ 3$ ), 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  $q$ , 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  $q$ , *in situ*, com resultados similares aos do método gravimétrico.

## Objetivo

Monitorar a dinâmica da água no solo de um guaranazal com um ano de idade.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, Km 29 da rodovia AM-010 (3°8'S - 59°52'W), em Manaus (AM), em um guaranazal manejado organicamente, com Na no clone BRS - CG611, 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*) (Fig. 1), para registrar a intervalos de cinco minutos, a precipitação e o conteúdo volumétrico de água no solo ( $q$ ). 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 distância 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:

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

Onde: Y é leitura registrada no datalogger.

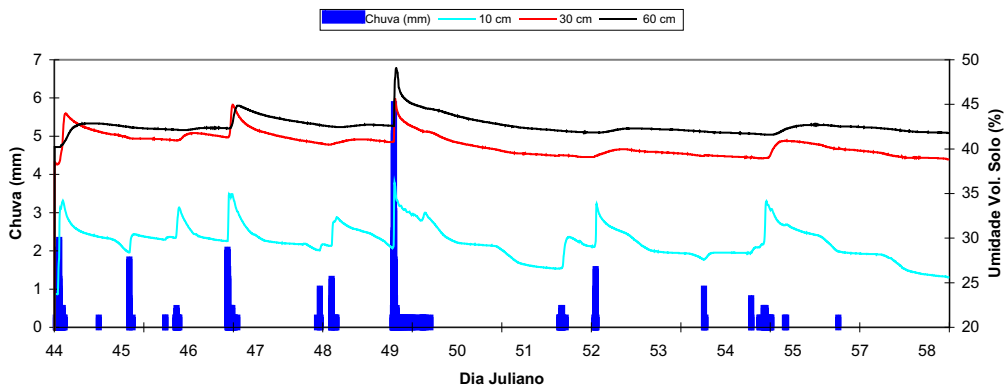


**Fig. 1.** Datalogger Campbell CR 23 X utilizado para armazenar as estimativas da umidade volumétrica do solo por sondas TDR.

A coleta de dados foi realizada durante os dias 44 a 58 do calendário Juliano, que considera os dias corridos de 1 a 365, do ano de 2004, correspondente de 13 a 27 de Fevereiro de 2004.

## Resultados e Discussão

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



**Fig. 2.** Precipitação diária e umidade volumétrica do solo avaliada em três profundidades, na projeção da copa do clone de guaranazeiro BRS CG611, em um Latossolo Amarelo textura argilosa, Manaus (AM).

Os valores da  $\theta$  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 da umidade nas profundidades de 30 e 60 cm se mantiveram sempre acima daqueles medidos a 10 cm em razão do guaranazeiro praticamente não extrair água destas camadas mais profundas e as precipitações que ocorreram no período não terem sido suficientes para aumentar a umidade nas camadas superficiais.

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 esta água pouco acessível para a maioria das plantas (Teixeira, 2001).

No 49° dia ou 18 de fevereiro, observou-se uma chuva de alta intensidade e os dados mostraram que a água rapidamente infiltrou até as profundidades de 30 e 60 cm (Fig. 2). Este fato ocorreu devido à existência nesta classe de solos, de macroporos (como canais de formigueiros, cupinzeiros e raízes antigas) 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 neste solo: fertilizantes solúveis, como os nitrogenados, e os potássicos devem ser aplicados com o solo úmido e levemente incorporados com um rastelo ou ancinho.

Outra meio de prevenir a lixiviação dos fertilizantes é o parcelamento da aplicação da dose recomendada. Isto reduzirá a possibilidade de lixiviação de todo o adubo recomendado, caso ocorra alguma precipitação de alta intensidade logo após a sua aplicação, principalmente na cultura do guaranazeiro, que possui um sistema radicular restrito nos dois ou três primeiros anos após seu plantio.

Em suma, estudos mais prolongados da dinâmica da água em guaranazais permitirão determinar em quais camadas do solo o guaranazeiro preferencialmente concentra suas raízes e obtém água e nutrientes. A indução do florescimento do guaranazeiro pelo déficit hídrico e o abortamento de frutos devido a veranicos na fase de frutificação são questões existentes na guaranaicultura. A técnica de monitoramento aqui apresentada poderá auxiliar a elucidar essas questões em estudos de correlação de médio a longo prazos.

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 Consultada

CRAVO, M. S. Programa de pesquisa com a cultura do guaraná da Embrapa Amazônia Ocidental. In: **REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO GUARANÁ, 1., 2001**, Manaus. Resumos... Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. p. 11-14. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 16).

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.





---

## *Amazônia Ocidental*

O guaranazeiro é, atualmente, cultivado em seis Estados brasileiros (Amazonas, Acre, Bahia, Mato Grosso, Pará e Rondônia), ocupando uma área de aproximadamente 14.000 ha, das quais 12.800 ha encontram-se de forma quase que eqüitativa nos Estados da Bahia e Amazonas. No Estado do Amazonas a guaranaicultura é praticada em 24 dos 62 municípios, com predominância, em termos de área explorada, para os Municípios de Maués, Urucará, Presidente Figueiredo, Iranduba e Nova Olinda do Norte.

**Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

