

## ARTIGO



## AUTORES:

**Firmino José do  
Nascimento Filho<sup>1</sup>**

**André Luiz Atroch<sup>1</sup>**

**Cosme Damião Cruz<sup>2</sup>**

**Pedro Crescêncio Souza  
Carneiro<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Embrapa Amazônia Ocidental,  
69010-970, Manaus, AM, Brasil.

<sup>2</sup> Depto Biologia Geral, Universida-  
de Federal de Viçosa, 36571-000,  
Viçosa - MG.

**Recebido:** 23/04/2009

**Aprovado:** 17/02/2010

## AUTOR CORRESPONDENTE:

Firmino José do Nascimento Filho  
Email:  
firmino.filho@cpaa.embrapa.br

## PALAVRAS-CHAVE:

*Paullinia cupana,*  
*Interação genótipo x local,*  
*Seleção,*  
*Produtividade.*

## KEY WORDS:

*Paullinia cupana,*  
*Gene-environment interaction,*  
*Selection,*  
*Productivity.*

## ***Comportamento de clones de guaraná em três localidades***

### ***Performance of guarana clones in three locations***

**Resumo:** Este trabalho foi desenvolvido com a finalidade de avaliar o comportamento produtivo de 27 clones de guaraná nas localidades de Manaus, Maués e Iranduba, assim como a interação genótipo-ambiente. Os experimentos foram instalados em delineamento em blocos casualizados completos, com duas repetições, e parcelas constituídas por três plantas espaçadas 5 x 5 m. Foram coletados os dados de produção de sementes secas, em grama, durante os anos de 1998, 1999, 2000 e 2001. As análises conjuntas de variância foram realizadas com base nas médias de produção, possibilitando a estimação dos efeitos de clones, locais e interação clones x locais. Com a partição da interação e das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos chegou-se às seguintes conclusões: há grandes possibilidades de sucesso na seleção uma vez que é alta a variabilidade entre clones, mesmo na presença de interação clones x locais de cultivo; o local que mostrou a condição mais favorável à expressão dos genes responsáveis pela produção de sementes secas em clones de guaraná foi o município de Maués.

**Abstract:** This study was carried out for the purpose of evaluating the productivity and gene-environment interaction of 27 clones of guarana in Manaus, Maués and Iranduba. The experiments were conducted using a randomized complete block design with two replications and plots consisting of three plants spaced out at a distance of 5 x 5 m. Data were collected on dry seed production, in grams, in 1998, 1999, 2000 and 2001. The combined analysis of variance was based on the production means, thereby enabling the effect of cloning, location and gene-environment interaction to be determined. With the interaction partition and the estimates of genetic and phenotypic parameters it was possible to draw the following conclusions: there is a great possibility of achieving gains from selection, since the variability among clones is quite high, even in the presence of gene-environment interaction; the location found to be most conducive to the expression of genes responsible for dry guarana seed was Maués.

## 1 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 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, 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 influenciaram 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, conhecido como fatores permanentes, em que estão incluídos a fertilidade do solo, o 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 e que contribuem para o erro experimental.

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 existirem genótipos particulares para ambientes específicos e, possivelmente, genótipos menos influenciados pelas variações ambientais. Alguns métodos estatísticos têm sido propostos para avaliar a estabilidade e a adaptabilidade do genótipo, diminuindo os inconvenientes da interação genótipo x ambiente (MANDEL, 1971; WRICKE; WEBER, 1986; CROSSA, 1990).

Nesses estudos, o agrupamento é realizado com base nos efeitos principais do genótipo e da interação GxE, ou apenas sobre a interação GxE, ou ainda, de acordo com Duarte e Vencovsky (1999), combinando um componente aditivo para os efeitos principais (genótipos e ambientes), e um componente multiplicativo, para os efeitos da interação GxE, pela

análise Additive Main Effects and Multiplicative Interaction (AMMI).

Para Carneiro (1998), o objetivo básico em programas de melhoramento genético de qualquer espécie cultivada é a seleção de genótipos produtivos dotados de outros bons atributos agronômicos e que sejam consistentes frente às variações ambientais. A estratificação de ambientes também é importante no estudo da interação, principalmente quando se quer verificar se, entre os ambientes da rede experimental, há padrões de similaridades de resposta dos genótipos (LAVORANTI, 2003). Isso possibilita avaliar o grau de representatividade dos ensaios na faixa de adaptação da cultura, agrupar ambientes em que a interação GxE seja não-significativa, e decidir sobre o descarte de ambientes (CARNEIRO, 1998). 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*, a interação genótipos x ambientes 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 deve utilizar as duas possibilidades, de acordo com as condições ambientais.

Trabalhando com *Pinus radiata*, Carson (1991) define as regiões de melhoramento com base na diferenciação do solo, do clima ou das condições topográficas, com a hipótese de que diferentes grupos de genótipos poderão ter melhor desempenho em alguma dessas variações de ambientes.

No melhoramento genético do guaranazeiro, no Amazonas, resultados obtidos em testes preliminares visando à seleção de clones de guaranazeiro com resistência à antracnose (*Colletotrichum guaranicola*),

a principal doença da cultura e produção igual e ou superior a um quilo de sementes secas por ramete suscitou a existência de interação genótipo x ambiente, quando esses foram testados, em dois locais (NASCIMENTO FILHO; GARCIA, 1993). Também, nas avaliações de produção de clones de guaraná, em 13 experimentos de competição, no período de 1985 a 1994, detectou-se 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.

O objetivo do trabalho foi quantificar a existência e magnitude da interação clones x locais e da interação clones x locais dentro de anos como parte do ambiente que influencia o comportamento de clones de guaraná em avaliação no Estado do Amazonas.

## 2 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, todos no Estado do Amazonas. Foram usados 32 clones pré-selecionados (NASCIMENTO FILHO; GARCIA, 1993), provenientes do banco de germoplasma na Embrapa Amazônia Ocidental, dos quais cinco foram excluídos das análises, em razão de baixo desempenho e ou sobrevivência, sendo estudados 27 (Tabela 1).

**Tabela 1** – Relação dos clones avaliados e utilizados nas análises, incluindo a origem, identificação e número do acesso no Banco Ativo de Germoplasma (BAG), na Embrapa Amazônia Ocidental - Manaus-AM.

| Clone | Origem <sup>1</sup> | Identificação do Clone <sup>2</sup> | Nº de Acesso no BAG |
|-------|---------------------|-------------------------------------|---------------------|
| 1     | AM82:138            | CIR217                              | 17                  |
| 2     | ME78-06:131         | CMA222                              | 19                  |
| 3     | SA2:117             | CMU609                              | 73                  |
| 4     | ME78-06:116         | CMA225                              | 22                  |
| 5     | ME78-06:118         | CMA227                              | 23                  |
| 6     | ME78-06:154         | CMA228                              | 24                  |
| 7     | ME78-06:143         | CMA274                              | 85                  |
| 8     | ME78-06:124         | CMA276                              | 156                 |
| 9     | SA9:58              | CMU601                              | 98                  |
| 10    | SA1:105             | CMU605                              | 99                  |
| 11    | SA2:128             | CMU607                              | 72                  |
| 12    | SA2:118             | CMU610                              | 74                  |
| 13    | SA5:173             | CMU624                              | 79                  |
| 14    | ME78-06:132         | CMA223                              | 20                  |
| 15    | ME78-06:130         | CMA224                              | 21                  |
| 16    | SA2:119             | CMU611                              | 75                  |
| 17    | SA2:125             | CMU612                              | 01                  |
| 18    | SA4:147             | CMU619                              | 77                  |
| 19    | SA6:175             | CMU626                              | 80                  |
| 20    | SA2:127             | CMU631                              | 114                 |
| 21    | SA1:109             | CMU861                              | 133                 |
| 22    | SA3:133             | CMU871                              | 137                 |
| 23    | SA10:41             | CMU882                              | 138                 |
| 24    | SA1:111             | CMU862                              | 134                 |

<sup>1</sup> AM; ME; SA e SP = iniciais do nome do produtor, experimento de melhoramento, quadras de plantio da Sociedade Agrícola de Maués e experimento do sistema de produção, onde se coletou o acesso, respectivamente. Os dígitos após os dois pontos referem-se ao número de identificação da ortete. Os dígitos ou o dígito antes dos dois pontos se referem à identificação dos experimentos ou das quadras de plantio comercial.

<sup>2</sup> CMU – Clones procedentes de Maués; CMA – Clones procedentes de Manaus; CIR – Clone procedente de Iranduba.

Os experimentos foram conduzidos em campos experimentais da Embrapa Amazônia Ocidental, nos municípios acima citados. A Embrapa Amazônia Ocidental 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). Na Tabela 2 encontram-se a localização geográfica e as características dos solos dos diferentes municípios.

**Tabela 2** – Localização geográfica e características edafológicas de municípios onde se localiza o campo experimental da 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       |

Fonte: Atroch e Nascimento Filho (2001).

Os solos onde os experimentos foram implantados estão classificados como Latossolo Amarelo, que são profundos, com teores elevados de alumínio trocável, textura argilosa a muito argilosa, muito 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 um estande de 400 plantas por hectare.

O plantio foi realizado no início da estação chuvosa, de dezembro a março. As estacas utilizadas para a formação das mudas foram provenientes de rametes de primeira geração. As adubações e os tratamentos culturais foram os usuais utilizados pela cultura, de acordo com as recomendações do Sistema de Produção de Guaraná (Embrapa, 1983).

Na fase produtiva avaliou-se a produção por ramete entre o terceiro e sexto ano após o plantio (1998, 1999, 2000 e 2001). Esta avaliação foi feita com base na quantidade de sementes secas, em gramas, obtida através do peso da biomassa fresca dos frutos maduros. Neste peso está incluso a ráquis, 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;

CRAVO, 1989).

As produções dos rametes foram coletadas durante quatro anos consecutivos (1998, 1999, 2000 e 2001), gerando os dados utilizados neste estudo.

### **Métodos Analíticos**

#### **Procedimento das Análises Estatísticas**

As análises estatísticas individuais foram realizadas utilizando-se a análise de variância simples, associada ao teste F máximo (CRUZ; REGAZZI, 1997).

#### **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 às suas esperanças matemáticas (CRUZ; 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, se utilizada a análise por modelos mistos (REML/BLUP) o efeito de genótipos (>10 genótipos) é considerado aleatório e o estudo da interação GxE fornece, simultaneamente, produtividade, adaptabilidade e estabilidades genotípicas (RESENDE, 2002), 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 genéti-

co 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 1,0 indica condição favorável para a seleção.

#### **Decomposição da Interação em Partes Simples e Complexa**

Foi realizada a decomposição da interação em partes simples e complexa, utilizando a metodologia proposta por Cruz e Castoldi (1991). Além desta decomposição, determinou-se a porcentagem de cada parte no total da interação. Assim, podem-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; REGAZZI, 1997).

### **3 Resultados e Discussão**

A análise de variância conjunta por ano de cultivo demonstra que as variâncias entre os anos foram homogêneas devido aos valores dos coeficientes de variação anuais se apresentarem próximos (Tabela 3).

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 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 evidências de interação genótipos x ambientes. Por outro lado, reforça 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 ser que a incapacidade de se detectar signifi-

cância da interação esteja relacionada, em parte, ao alto valor do QMR, implicando em menor valor do F estimado e, consequentemente, 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 coeficientes de variação experimental ( $CV_e$ ) e, indiretamente, na melhor qualidade do experimento.

No que se refere aos valores dos coeficientes de variação experimental na cultura do guaranazeiro, especialmente para a característica produção, verifica-se que existe uma variação entre plantas em virtude da sua arquitetura irregular que, embora sendo mais acentuada em plantas oriundas de sementes do que em clones, durante as fases do desenvolvimento vegetativo anual emitem grande número de ramos, que variam 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 coeficientes  $CV_e$  elevados.

Altos coeficientes de variação ambiental também foram observados por Escobar et al. (1984), quando estudaram a variação anual da produção de sementes secas em plantas segregantes oriundas de polinização aberta, encontrando coeficientes de 94% a 255%, entre plantas, e de 72% a 191%, entre anos.

Atroch e Nascimento Filho (2001) também encontraram um coeficiente de variação experimental de 48,91% quando avaliaram o programa de melhoramento genético do guaranazeiro, via seleção clonal, no período de 1985 a 1994, envolvendo 230 clones. Este valor foi considerado de média precisão para a característica produção do guaranazeiro. Resultado esperado para características quantitativas como a produção que são muito influenciadas pelo ambiente.

As Tabelas 3, 4, 5 e 6, a seguir, apresentam a análise de variância conjunta, por ano de cultivo, 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, respectivamente, referentes à característica produção de sementes secas por ramete nos municípios de Manaus, Iranduba e Maués. Verificou-se que a interação clones x locais foi significativa em todos os anos de avaliação (Tabela 3), 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 vari-

abilidade dos materiais 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 3** - 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.

| FV              | GL | 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*    | 4644929,8203 <sup>ns</sup> | 1031735,8375 <sup>ns</sup> | 4651975,5824 <sup>ns</sup> |
| Clones/Locais   | 52 | 187558,7101**    | 248493,5176**              | 336866,6588**              | 414981,5535**              |
| Clones/Manaus   | 26 | 1280133759**     | 111894,9460 <sup>ns</sup>  | 249530,5084 <sup>ns</sup>  | 137379,7422 <sup>ns</sup>  |
| Clones/Maués    | 26 | 297268,1507**    | 523163,5812**              | 617150,7006**              | 619194,3762**              |
| Clones/Iranduba | 26 | 123309,8676**    | 224332,0239**              | 177594,5419 <sup>ns</sup>  | 1091269,6972**             |
| Resíduo         | 78 | 55760,0065       | 110543,0841                | 162596,4982                | 174949,7569                |
| Média           |    | 380,62           | 549,90                     | 582,49                     | 830,30                     |
| $CV_e$ (%)      |    | 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 dos locais Iranduba e Maués foi 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 4, 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 verificou que a principal fração da interação clone x locais foi de natureza complexa, mesmo nos casos em que as correlações foram significativas.

**Tabela 4** - Estimativa dos efeitos quadráticos, das correlações entre locais e a porcentagem da parte complexa da interação referente à variável produção de sementes secas por ramete de clones de guaraná, avaliados em quatro anos consecutivos nos municípios de Manaus e Iranduba Maués-AM.

| Ano                                | Clone x Local <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%.

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 5).

Na Tabela 6 verificou-se que a relação CVg/CVe foi mais favorável à prática seletiva, no ano de 2001. Também neste ano se observou o maior coeficiente de determinação genotípica ( $H^2 = 82,81\%$ ), o que reforçou a escolha deste ano para 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 mais efetiva se praticada apenas com base nos dados de Maués e Iranduba.

**Tabela 6** - 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          |
| Clone                | 19618,9946** | 41976,7387** | 34657,6559** | 140488,4920** |
| 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%.

**Tabela 5** - 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                 |         |                       |         | 2000                 |                       |         |                       | 2001    |                       |         |         | Média Geral |
|-------------|----------------------|----------------------|---------|--------|----------------------|---------|-----------------------|---------|----------------------|-----------------------|---------|-----------------------|---------|-----------------------|---------|---------|-------------|
|             | Manaus               | Maués                | Irand.  | Média  | Manaus               | Maués   | Irand.                | Média   | Manaus               | Maués                 | Irand.  | Média                 | Manaus  | Maués                 | Irand.  | Média   |             |
| CIR217      | 339,38               | 623,34               | 446,11  | 469,61 | 339,38               | 1028,34 | 946,95                | 771,55  | 337,09               | 830,28                | 750,50  | 639,29                | 341,67  | 1088,20               | 2190,28 | 1206,72 | 771,79      |
| CMA222      | 44,17                | 620,03               | 317,50  | 327,23 | 220,83               | 989,72  | 648,89                | 619,81  | 626,67               | 110,83                | 187,50  | 308,33                | 466,67  | 643,75                | 1158,89 | 756,44  | 527,56      |
| CMU609      | 18,33                | 91,46                | 66,67   | 58,82  | 41,67                | 210,70  | 82,78                 | 111,72  | 618,06               | 147,50                | 419,58  | 395,05                | 450,00  | 372,39                | 665,28  | 495,89  | 292,13      |
| CMA225      | 614,17               | 1319,59              | 94,45   | 676,07 | 52,78                | 1101,39 | 57,22                 | 403,80  | 925,56               | 383,33                | 495,83  | 601,57                | 250,00  | 281,88                | 679,17  | 403,68  | 498,38      |
| CMA227      | 49,59                | 1344,31              | 177,78  | 523,89 | 100,00               | 1484,45 | 383,96                | 656,13  | 833,34               | 117,22                | 683,33  | 544,63                | 641,67  | 390,23                | 1318,06 | 783,32  | 651,14      |
| CMA228      | 286,67               | 1061,25              | 151,67  | 499,86 | 286,67               | 590,84  | 245,28                | 374,26  | 473,33               | 500,00                | 311,25  | 428,19                | 100,00  | 109,33                | 536,81  | 248,71  | 392,15      |
| CMA274      | 30,00                | 575,28               | 33,34   | 212,87 | 557,04               | 978,89  | 288,33                | 608,09  | 1007,78              | 640,84                | 575,00  | 741,21                | 633,33  | 368,34                | 1090,28 | 697,31  | 590,65      |
| CMA276      | 1049,17              | 628,96               | 83,75   | 587,29 | 1049,17              | 167,50  | 261,11                | 492,59  | 1731,67              | 177,50                | 1435,00 | 1114,72               | 366,67  | 1333,33               | 487,50  | 729,17  | 671,80      |
| CMU601      | 498,13               | 529,58               | 464,17  | 497,29 | 183,33               | 613,34  | 345,00                | 380,56  | 529,58               | 159,84                | 95,84   | 261,75                | 283,33  | 775,56                | 463,89  | 507,59  | 398,57      |
| CMU605      | 25,00                | 236,67               | 257,78  | 173,15 | 420,51               | 529,17  | 394,17                | 447,95  | 861,53               | 636,42                | 257,71  | 585,22                | 375,00  | 1149,45               | 867,64  | 797,36  | 527,12      |
| CMU607      | 65,83                | 319,80               | 625,00  | 336,88 | 308,33               | 79,45   | 394,17                | 260,65  | 758,06               | 94,17                 | 457,64  | 436,62                | 583,33  | 653,47                | 1564,59 | 933,80  | 514,78      |
| CMU610      | 262,05               | 481,81               | 331,81  | 358,56 | 606,84               | 723,34  | 106,47                | 798,11  | 470,55               | 803,31                | 84,59   | 452,82                | 867,45  | 848,09                | 1808,34 | 1174,62 | 702,47      |
| CMU624      | 17,08                | 351,18               | 455,00  | 274,42 | 166,67               | 535,14  | 391,11                | 364,31  | 185,00               | 869,04                | 156,25  | 403,43                | 722,22  | 852,54                | 747,22  | 773,99  | 480,90      |
| CMA223      | 143,33               | 435,28               | 72,50   | 217,04 | 125,00               | 778,06  | 100,00                | 334,35  | 632,50               | 606,67                | 366,67  | 535,28                | 425,00  | 606,67                | 923,61  | 651,76  | 450,95      |
| CMA224      | 84,17                | 991,81               | 65,84   | 380,61 | 441,67               | 1591,25 | 201,67                | 744,86  | 707,50               | 463,33                | 252,59  | 474,47                | 941,67  | 610,83                | 490,28  | 680,92  | 591,48      |
| CMU611      | 170,83               | 264,76               | 236,67  | 224,09 | 619,35               | 647,78  | 746,78                | 67,30   | 1153,89              | 398,75                | 645,83  | 732,82                | 533,33  | 1061,95               | 572,22  | 722,50  | 601,72      |
| CMU612      | 187,51               | 314,87               | 26,67   | 176,35 | 187,51               | 1690,28 | 101,12                | 659,63  | 325,00               | 53,33                 | 400,00  | 276,11                | 250,00  | 1140,42               | 1014,73 | 801,72  | 491,11      |
| CMU619      | 181,67               | 1073,47              | 162,09  | 472,41 | 181,67               | 1875,56 | 614,59                | 890,60  | 121,67               | 1690,78               | 333,33  | 715,26                | 241,67  | 1363,53               | 928,47  | 844,56  | 743,85      |
| CMU626      | 637,37               | 246,53               | 185,28  | 356,39 | 637,37               | 504,17  | 569,45                | 570,33  | 419,17               | 933,29                | 166,67  | 506,38                | 855,56  | 1599,52               | 1577,78 | 1344,29 | 669,52      |
| CMU631      | 164,38               | 854,62               | 813,89  | 610,96 | 222,92               | 1214,45 | 65,90                 | 698,09  | 1007,22              | 104,20                | 475,00  | 528,81                | 1061,12 | 360,78                | 150,00  | 523,96  | 605,04      |
| CMU861      | 573,34               | 389,10               | 433,61  | 465,35 | 83,33                | 847,09  | 227,09                | 385,83  | 803,34               | 1295,54               | 633,34  | 910,74                | 833,33  | 2177,08               | 1515,28 | 1508,56 | 798,12      |
| CMU871      | 117,09               | 1488,96              | 367,23  | 657,76 | 552,92               | 1522,8  | 1181,11               | 1085,60 | 888,89               | 2383,09               | 860,07  | 1377,35               | 652,78  | 2438,06               | 3694,45 | 2261,76 | 1364,14     |
| CMU882      | 16,25                | 345,56               | 23,33   | 128,38 | 230,42               | 651,95  | 198,72                | 360,36  | 441,67               | 684,45                | 499,59  | 541,90                | 233,34  | 1276,46               | 1728,41 | 1079,40 | 554,44      |
| CMU862      | 517,32               | 316,67               | 75,00   | 303,00 | 83,33                | 412,78  | 357,50                | 284,54  | 764,45               | 464,21                | 259,72  | 496,13                | 704,17  | 883,20                | 1354,17 | 980,51  | 501,22      |
| CMU375      | 300,83               | 1075,00              | 112,50  | 496,11 | 105,56               | 675,56  | 761,09                | 514,07  | 1171,12              | 243,70                | 98,33   | 504,38                | 345,84  | 409,48                | 650,00  | 468,44  | 498,96      |
| CMU388      | 205,42               | 366,88               | 134,17  | 235,49 | 205,42               | 371,94  | 239,73                | 272,36  | 235,83               | 973,88                | 41,67   | 417,13                | 175,00  | 776,10                | 293,06  | 414,72  | 346,09      |
| CMU300      | 63,63                | 596,41               | 1010,70 | 556,91 | 239,91               | 1812,92 | 1204,58               | 1085,80 | 432,50               | 1416,39               | 544,03  | 797,64                | 223,61  | 1297,34               | 358,34  | 626,43  | 789,68      |
| Média Geral | 246,77               | 627,53               | 267,57  | 380,62 | 305,54               | 875,14  | 469,02                | 549,90  | 685,67               | 636,37                | 425,44  | 582,49                | 502,14  | 921,04                | 1067,73 | 830,30  | 593,55      |
| DMS         | 564,62 <sup>1/</sup> | 905,54 <sup>2/</sup> |         |        | 794,99 <sup>1/</sup> |         | 1275,01 <sup>2/</sup> |         | 964,16 <sup>1/</sup> | 1546,34 <sup>2/</sup> |         | 1000,12 <sup>2/</sup> |         | 1604,00 <sup>2/</sup> |         |         |             |

<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 Iranduba = 557,44

## 4 Conclusões

A interação clones x locais foi significativa em todos os anos de avaliação, o que denota comportamento diferencial dos clones avaliados em relação ao local de cultivo e ao ano de avaliação.

Há grandes possibilidades de sucesso na seleção, dada a 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.

O ensaio de Maués é o que ofereceu as condições ambientais mais favoráveis para expressão da produção nos clones de guaraná, e, portanto, para seleção.

## Referências

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.503-508, 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., 2001, Goiânia. *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*. 1998. 168 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, 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 Journal of Science*, v.21, n.1, 1991, 135p.

CROSSA, J. Statistical analysis of multilocation trials. *Advances in Agronomy*, v.44, p.55-85, 1990.

CRUZ, C.D. *Programa Genes: versão Windows - Aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa: UFV, 2001. 648p.

CRUZ, C.D.; CASTOLDI, F. Decomposição da interação genótipos x ambientes em partes simples e complexa. *Revista Ceres*, v.38, p.422-430, 1991.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. *Modelos biométricos*

*aplicados ao melhoramento genético*. 2.ed. Viçosa: UFV, 1997. 390p.

DUARTE, J.B.; VENCOVSKY, R. *Interação genótipo x ambiente: uma introdução à análise "AMMI"*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1999. 60p. (Série monografias, 9).

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (Manaus, AM). *Sistema de produção para guaraná. Revisão*. Manaus: EMBRAPA-Uepae Manaus, 1983. 32p. (Embrapa-Uepae de Manaus. Boletim, 1).

ESCOBAR, J.R.; CORRÊA, M.P.F.; BARRETO, J.F. Estimativa do número de folhas e ramos, altura da planta, tamanho de amêndoa e produção do guaraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO GUARANÁ, 1., Manaus, 1983. *Anais...* Manaus: Embrapa Uepae de Manaus, 1984. p.294-314.

GOMES, F.S. *Interação genótipo x ambiente e eficiência nutricional de clones de Eucalyptus urophylla S. t. Blake na bacia do Rio Jari - Pará*. 1996. 87 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

LAVORANTI, O.J. *Estabilidade e adaptabilidade fenotípica através da reamostragem "bootstrap" no modelo AMMI*. 2003. 166f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

MANDEL, J.A. New analysis of variance model for non-additive data. *Technometrics*, v.13, p.1-18, 1971.

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.)*. 1993. 120f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 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, 2000. 54 p. (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.).

PATINO-VALERA, F. *Variação genética em progênie de Eucalyptus saligna Smith e sua correlação com o espaçamento*. 1986. 192f. Tese (Mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1986.

RESENDE, M.D.V. *Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975p.

SANTOS, J.B. *Estabilidade fenotípica e cultivares de feijão (Phaseolus vulgaris L.) nas condições do sul de Minas*. 1980. 110f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1980.

SMYTH, T.J.; CRAVO, M.S. *Resposta do guaranazeiro a níveis de N,P,K e Mg*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1989. Relatório Final de Projeto.

SNYDER, E.B. *Glossary for forest tree improvement*

*workers*. Washington: USDA: Forest Service, 1972. 22p.

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.

WRICKE, G.; WEBER, W.E. *Quantitative genetics and selection in plant breeding*. New York: W. Gruyter, 1986. 406p.

WRIGHT, J.W. *Introduction to forest genetics*. New York: Academic Press, 1976. 463p.