



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – FCA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA TROPICAL – PGATR

Nelson Felipe de Albuquerque Lins Neto

**IMPORTÂNCIA DE CARACTERES
MORFOAGRONÔMICOS NO GUARANAZEIRO POR
COMPONENTES PRINCIPAIS**

Manaus – AM
2014



NELSON FELIPE DE ALBUQUERQUE LINS NETO

IMPORTÂNCIA DE CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS NO GUARANAZEIRO POR COMPONENTES PRINCIPAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical (PGATR) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Atroch

Manaus – AM
2014

Lins Neto, Nelson Felipe de Albuquerque.

L759i Importância de caracteres morfoagronômicos no guaranzeiro por componentes principais / Nelson Felipe de Albuquerque Lins Neto – Manaus, 2014.

64f. il. color.

Dissertação (mestrado em Agronomia Tropical) – Universidade Federal do Amazonas.

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Atroch

1. Guaraná – Melhoramento genético 2. Genética vegetal
3. Plantas – Melhoramento genético I. Atroch, André Luiz
(Orient.) II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

CDU(2007)582.772.4(811.3)(043.3)

NELSON FELIPE DE ALBUQUERQUE LINS NETO

IMPORTÂNCIA DE CARACTERES
MORFOAGRONÔMICOS NO GUARANAZEIRO POR
COMPONENTES PRINCIPAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical (PGATR) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração Produção Vegetal.

Aprovado em 30 de Maio de 2014.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. André Luiz Atroch
(Embrapa Amazônia Ocidental / PGATR)

Prof. Dr. Firmino José do Nascimento Filho
(Embrapa Amazônia Ocidental)

Prof. Dr. Everton Rabelo Cordeiro
(Embrapa Amazônia Ocidental)

“Aos amigos que fiz durante a graduação, os quais contribuíram de forma ativa para que este trabalho se realizasse. Ao Dr. Manoel Felipe, meu pai, que aos meus olhos, representa o símbolo de exemplo, superação, determinação, inteligência, maior responsável pela formação do meu caráter, quem me instruiu e me guiou pelo caminho do bem e do trabalho. A Dra. Deuzina Tupinambá, quem me confortou, me deu esperanças, financiou meus estudos, apoiou, acreditou que eu era capaz de chegar até aqui, quem me instruiu e me guiou pelo caminho da verdade, da justiça e do amor, a quem tenho o orgulho de chamar de mãe. Dedicó!”

AGRADECIMENTOS

Aos amigos de graduação Álefe Lopes, Felipe Ramos, Maikel Mari, Roberta Monique e Stiffanny Bezerra, que me ajudaram em momentos difíceis desta caminhada.

A minha mãe, que “segurou as pontas” de todas as formas para que eu tivesse a oportunidade de cursar a graduação, a pós-graduação, fazer novos amigos e aprender mais do que eu já mais poderia imaginar.

Aos meus amigos MSc. Paulo Roberto, Eng. Agro. Jackson Jr., Dr. Alex Sousa e Arqt. Judson Wojtila, confidentes, “parceiros de copo”, que me acompanhavam pra tomar um chopp, sempre que possível, com o objetivo de desanuviar a mente e reestruturar-se moralmente e psicologicamente para dar continuidade ao trabalho e não desanimar. Enfim, “pau pra toda obra”.

A minha namorada Bianca Tharaud, que teve que aguentar esta minha rotina de estudos, provas, trabalhos e pesquisa. De quem muitas vezes não pude estar ao lado, para que eu pudesse realizar minhas atividades.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que disponibilizou uma bolsa para auxiliar nos estudos, sem a qual, muito provavelmente, inviabilizaria a condução e conclusão desta pesquisa.

A Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) da Amazônia Ocidental (CPAA) por disponibilizarem seus recursos humanos, físicos e financeiros para que eu pudesse tornar este trabalho realidade.

Ao Professor Dr. André Luiz Atroch, orientador desta dissertação, que teve paciência e tranquilidade para me conduzir nos momentos de dificuldade. Com quem tive a oportunidade de crescer profissionalmente sem abdicar austeridade que a situação exigiu. Pessoa trabalhadora, dedicada, com quem pude dar boas risadas sobre assuntos do cotidiano, a quem tenho o privilégio e a honra de chamar de amigo.

Ao Prof. Dr. Everton Rabelo Cordeiro (Embrapa), pela contribuição significativa ao plano que culminou com a realização deste trabalho.

A mim, por não ter desistido, por ter acreditado, por cada dia que fui a pé pra faculdade, pelas refeições que não pude realizar por falta de tempo, por ter passado pelas coisas que passei e ter continuado em frente, onde muitos teriam desistido, o que me fez descobrir uma força que não imaginava ter. Obrigado.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para que eu chegasse até aqui, meu muito obrigado e um grande abraço.

*“O único lugar aonde o sucesso vem
antes do trabalho é no dicionário.
(Albert Einstein)”*

IMPORTÂNCIA DE CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS NO GUARANAZEIRO POR COMPONENTES PRINCIPAIS

Nelson Felipe de Albuquerque LINS NETO¹

RESUMO

Os estudos de divergência genética têm sido de grande importância em programas de melhoramento, por fornecerem informações sobre parâmetros de identificação de genitores que possibilitem grande efeito heterótico e maior probabilidade de recuperar genótipos superiores nas progênes. Assim, este estudo teve como objetivo verificar as implicações da utilização da análise de importância de caracteres na eliminação de caracteres avaliados para o cálculo da distância genética de clones de guaraná. Os experimentos foram desenvolvidos nos municípios de Iranduba, Manaus e Maués durante seis anos, onde foram observados 32 clones de guaranzeiro. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com duas repetições e parcelas compostas por três plantas, em espaçamento 5 m x 5 m. As variáveis avaliadas foram produção de frutos (PROD), número de ramos por planta (NR), comprimento do ramo principal (CR), diâmetro do ramo (DR) e número de folhas (NF) por planta aos 12 meses de idade. Os dados foram submetidos à análise de variância com efeito fixo e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. Posteriormente, a distância euclidiana média padronizada foi calculada como medida da importância relativa dos caracteres, que foi estimada por meio da participação dos componentes relativos a cada característica, no total da dissimilaridade observada e para o agrupamento dos clones, utilizou-se o método de Tocher. Os resultados sugerem que há pequena divergência genética entre os 32 clones avaliados, no entanto, há uma grande variabilidade genética. Os dois primeiros componentes principais (PROD e NR) explicaram 80,79% da variabilidade existente, sendo estas as que mais contribuíram para a divergência. A variável NF foi a que menos contribuiu para a divergência sendo, portanto, passível de descarte.

Palavras-chave: Melhoramento genético, Guaraná, Análise de dispersão, Distância média, Paullinia cupana.

¹ Eng. Florestal – Aluno do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical – PGATR/UFAM. trilhaamazonicas@gmail.com.

IMPORTANCE OF MORPHOLOGICAL AND AGRONOMICAL CHARACTERS IN GUARANAZEIRO BY MAIN COMPONENTS

Nelson Felipe de Albuquerque LINS NETO¹

ABSTRACT

Studies of genetic diversity have been of great importance in breeding programs for reporting parameters identification of parents that allow large heterotic effect and more likely to recover superior genotypes in the progenies. Therefore, this study aimed to examine the implications of using the analysis of important characters in the elimination of traits evaluated for calculating the genetic distance in clones of guaranazeiro. The experiments were conducted in the municipalities of Iranduba, Manaus and Maués for six years, where 32 clones of guaraná were observed. The experimental design was randomized blocks with two repetitions and plots of three plants in 5 m x 5 m spacing. The variables evaluated were fruit production (PROD), number of branches per plant (NR), main branch length (CR), main branch diameter (DR) and number of leaves (NF) per plant at 12 months of age. Data were subjected to analysis of variance with fixed effects and means were compared by Scott-Knott test at 5 % of probability. Subsequently, the average Euclidean distance was calculated as standardized measure of the relative importance of the characters, which was estimated by the participation of components for each trait, the total dissimilarity observed and for the grouping of clones, we used the method of Tocher. The results suggest that there is a low genetic divergence among 32 clones, however, there is a large genetic variability. The first two principal components (PROD and NR) explained 80.79 % of variability, which are those that contributed most to the divergence. The NF was the variable that contributed least to the divergence and, therefore, subject to disposal.

Key-words: Breeding, Guaraná, Analysis of dispersion, average distance, Paullinia cupana.

¹ Eng Forest - Student Program Graduate Tropical Agriculture - PGATR / UFAM. trilhasamazonicas@gmail.com.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição estimada do guaraná.....	17
Figura 2. Descrição anatômica de <i>Paullinia cupana</i> feita por Franz Eugen Koehler, em 1897.....	18
Figura 3. Planta de guaraná e sua Infrutescência.....	19
Figura 4. Arte: “pé de guaraná”, alusão à lenda do guaraná.....	21
Figura 5. Layout das parcelas com as plantas dispostas em formato delta e espaçamento 5x5 metros entre plantas.	35
Figura 6. Dispersão dos caracteres número de ramos (A), comprimento dos ramos (B), diâmetro dos ramos (C) e número de folhas (D) em função da produção.	49
Figura 7. Contribuição percentual absoluta (A) e acumulada (B) dos Autovalores, indicando a contribuição das variáveis para a variabilidade genética existente.	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Croqui base do experimento.	34
Tabela 2. Resultados das análises de variância (ANOVA) para a produção em 32 clones de guaranazeiro da Embrapa Amazônia Ocidental entre os anos de 2006 e 2010 ⁽¹⁾	41
Tabela 3. Análise de variância (ANOVA) de quatro caracteres morfoagronômicos de 32 clones de guaranazeiro da Embrapa Amazônia Ocidental aos 12 meses de idade ⁽¹⁾	44
Tabela 4. Quadro de médias das ANOVAs de cinco caracteres morfoagronômicos de 32 clones de guaranazeiro da Embrapa Amazônia Ocidental ⁽¹⁾	45
Tabela 5. Resultado do agrupamento por Tocher utilizando a distância euclidiana média padronizada envolvendo cinco variáveis para 32 clones de guaranazeiro da Embrapa Amazônia Ocidental.	51
Tabela 6. Matriz de correlação genética entre cinco caracteres morfoagronômicos avaliados em 32 clones de guaranazeiro da Embrapa Amazônia Ocidental ⁽¹⁾	53
Tabela 7. Estimativas dos autovalores (AV) correspondentes às percentagens de variação explicadas pelos componentes principais e respectivos autovetores (coeficiente de ponderação) para cinco variáveis em 32 clones de guaranazeiro ⁽¹⁾	55

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVO	16
2.1. Objetivos Específicos.....	16
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1. Origem e características do guaraná	17
3.2. Importância Socioeconômica	22
3.3. Trabalhos desenvolvidos com a cultura	26
3.4. Melhoramento e Métodos Biométricos	28
4. MATERIAL E MÉTODOS	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1. Análise da Produção	38
5.2. Análise de Caracteres Morfoagronômicos	42
5.3. Teste de Médias.....	45
5.4. Importância de Caracteres	50
6. CONCLUSÃO	57
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

1. INTRODUÇÃO

O guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) é uma trepadeira lenhosa da família Sapindaceae da Amazônia central, que forma arbustos quando cultivada a céu aberto (HENMAN, 1981). Seu cultivo data da época pré-colombiana e era praticado por tribos indígenas como os Maués no Baixo Amazonas e os Andirás no Alto Rio Negro (EMBRAPA, 1983).

O Brasil é considerado o único produtor mundial de guaraná e atende ao mercado nacional e internacional (NASCIMENTO FILHO et al., 2001) pois a comercialização em países como o Peru e Venezuela são inexpressivos (SANTOS, 2007).

Esta planta tem grande importância socioeconômica para as famílias amazônicas, pois complementa a renda de pequenos agricultores ao ser consorciada com a mandioca, uma das principais culturas que compõem a base alimentar destas famílias, permitindo a formação de pomares extensos (HENMAN, 1981), além do seu valor nutricional, que apresenta características interessantes devido às suas propriedades medicinais e estimulantes, mundialmente conhecidas, e são utilizadas, em larga escala, no preparo de bebidas energéticas, produzidas a partir das sementes ou da síntese de bastão, pó ou xarope (SANTOS, 2007).

No entanto, todo o cultivo comercial do guaranazeiro possui germoplasma originado em Maués, e os materiais genéticos que iniciaram o programa de melhoramento genético da Embrapa foram coletados em poucas populações de cultivo comercial, em locais próximos às cidades de Maués e de

Manaus. Se considerarmos que o guaraná de Manaus também teve sua origem em Maués, a base genética tende ao estreitamento (ATROCH, 2009).

Para determinar quão distante geneticamente uma população ou genótipo é de outra utiliza-se métodos biométricos que são analisados pela estatística multivariada permitindo unificar múltiplas informações de um conjunto de caracteres (SUDRÉ, 2005).

Os estudos de características morfoagronômicas das plantas cultivadas são importantes para se conhecer a divergência genética do conjunto de germoplasma disponível para fins de utilização em programas de melhoramento genético e a utilização de técnicas multivariadas para estimar a divergência genética é empregada em diversos trabalhos e culturas, tais como eucalipto, milho e feijão (ELIAS et al., 2007).

Desta forma, a avaliação de acessos de guaranazeiro pode fornecer informações a respeito de parâmetros de identificação de genótipos promissores, separando-os em vários subgrupos, de forma que se obtenha homogeneidade dentro e heterogeneidade entre os subgrupos (CRUZ e REGAZZI, 2001).

Neste sentido, trabalhos desenvolvidos com o intuito de aumentar o conhecimento sobre a importância de caracteres morfoagronômicos para a cultura do guaraná é justificada, uma vez que estes fornecerão subsídios para a escolha dos métodos mais adequados na seleção de plantas o que pode conduzir, não apenas a diminuição dos custos do programa de melhoramento genético do guaraná, mas, também, a uma eventual diminuição do ciclo a cerca do melhoramento genético da planta, que pode levar muitos anos.

2. OBJETIVO

O objetivo geral desta pesquisa é verificar as implicações da utilização da análise de importância de caracteres na eliminação de caracteres avaliados para o cálculo da distância genética em clones de guaraná.

2.1. Objetivos Específicos

- Avaliar os efeitos e as interações entre os fatores de variação anos, locais, sistemas de cultivo e clones quanto às variáveis: produção, número de folhas, número de ramos, comprimento do ramo principal e diâmetro do ramo principal.
- Verificar se há divergência genética entre os clones de guaranazeiro;
- Verificar se há variabilidade genética entre os clones de guaranazeiro para algum dos caracteres avaliados;
- Avaliar e identificar caracteres que sejam menos representativos para o programa de melhoramento genético do guaraná.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Origem e características do guaraná

O guaraná é uma planta natural da região amazônica, com ocorrência entre o Rio Orenoco, na Venezuela e os rios Amazonas, Paraná do Ramos, Negro e Maués (figura 1), sendo de grande importância social e econômica para as populações deste último (MONTEIRO, 1965).

Estima-se, que seu cultivo pelos índios Maués e Andirás no Baixo Amazonas e no Alto Rio Negro, respectivamente, tenha se iniciado antes mesmo da chegada de Colombo as Américas (EMBRAPA, 1983). Trata-se de uma planta de hábito trepadeira em ambiente natural, contudo, adquire características arbustivas quando cultivada a pleno sol (HENMAN, 1981).

O primeiro registro da espécie data de 1669 e foi descrita pelo superior jesuíta do maranhão, Frei Betendorf, sendo que apenas em 1810 os botânicos Humboldt e Bonpland coletaram material para estudo, quando viajavam pela Venezuela. Material esse que só seria avaliado 11 anos depois por Kunt, quando foi descrito e classificado como *Paullinia cupana*, família Sapindaceae, (NAZARÉ e FIGUEIRÊDO, 1982).



Figura 1. Distribuição estimada do guaraná.

O guaraná possui até 400 inflorescências em cachos por planta que podem ser maiores que 25 cm, com ocorrência predominante nas axilas das folhas ou na base das gavinhas, totalizando até 38.000 flores (ESCOBAR et al., 1985). As flores são majoritariamente masculinas sendo a proporção aproximada de 5:1 frente às femininas (PEREIRA e SACRAMENTO, 1987) e são formadas por cinco sépalas, sendo duas menores e externas, e três mais estreitas e semelhantes às pétalas (SOUZA et al., 1996) (figura2). Embora as flores masculinas e femininas estejam presentes na mesma inflorescência, os picos de floração são dessincronizados. Mesmo havendo diversos agentes polinizadores na cultura do guaraná, as abelhas em geral destacam-se por serem os principais, sendo os outros considerados esporádicos (GONDIM, 1978).



Figura 2. Descrição anatômica de *Paullinia cupana* feita por Franz Eugen Koehler, em 1897. Fonte: wikipedia.org¹.

¹ Disponível em: < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Guaran%C3%A1>>. Acesso em: 02/06/2014.

O fruto é uma cápsula deiscente e, quando maduro, tem coloração que vai desde amarelo-alaranjada a vermelho brilhante (figura 3) e podem apresentar até três óvulos fecundados. Quando se abre, deixa aparecer a semente de castanho-escuro envolta parcialmente por um arilo branco (SOUZA et al., 1996).

Além da propagação sexuada, o guaraná também pode ser reproduzido a partir de material vegetativo como estacas de partes menos lenhosas da planta (RODRIGUES e LUCCHESI, 1987).



Figura 3. Planta de guaraná e sua Infrutescência.

O guaranazeiro é uma planta poliploide de origem relativamente recente porque apresenta pouca variabilidade genética (FREITAS et al., 2007).

A ploidia é uma importante informação quando se pretende realizar o programa de melhoramento genético de alguma espécie, pois, o mesmo, serve para embasar os trabalhos, uma vez que o melhoramento de plantas

fundamenta-se no conhecimento dos mecanismos hereditários, nos processos de crescimento e desenvolvimento das plantas (BRAMMER et al., 2002).

Essa existência de mais de dois genomas no mesmo núcleo, é de ocorrência comum nas plantas, principalmente as perenes, como o guaranazeiro, e desempenha um importante papel na origem e evolução de plantas silvestres e cultivadas, sendo esta uma das alterações citogenéticas mais importante na especiação e evolução vegetal (SCHIFINO-WITTMANN, 2004).

No entanto, esta poliploidia implica em um arranjo genético muito mais complexo, com várias cópias de cada cromossomo e numerosas variantes de cada gene e, por essa razão, é difícil entender como características genéticas são transferidas e como funcionam os múltiplos variantes de cada gene na planta, dificultando, assim, o melhoramento e a obtenção de variedades mais produtivas de plantas (ALISSON, 2014).

Para o povo Sateré-Mawé, existem várias lendas sobre a origem do guaraná as quais, não estariam relacionados a fatores genéticos.

Dentre tantas, uma diz que, certa vez, havia um casal de índios bastante estimados por todos da tribo, que tinham um filho único. Este filho era bastante ativo e aventureiro, quase sempre, o curumim se colocava em situação de perigo.

Um dia, o pequeno índio subiu a uma árvore para colher um fruto, quando Jurupari apareceu, transformou-se em serpente e o matou. Encontraram a criança, aparentemente dormindo, muito sereno e com os olhos abertos. Todos lamentavam junto ao corpo quando desceu do céu um raio que

falou através da mãe do pequeno, e dizia ser Tupã. A voz mandou que plantassem os olhos da criança, pois deles brotaria uma planta sagrada que iria dar sempre aos Maués o alimento e a cura para seus males e doenças. Então plantaram os olhos do pequeno índio e regaram a cova com lágrimas, e os mais velhos ali ficaram para guardar tão preciosa semente, de onde, pouco depois, brotou a planta do guaraná (figura 4) (NAZARÉ e FIGUEIRÊDO, 1982).



Figura 4. Arte: “pé de guaraná”, alusão à lenda do guaraná. Fonte: Carmem Devas, 2011¹.

¹ Disponível em: < <http://jeffcelophane.wordpress.com/2011/12/18/o-brasil-e-a-terra-do-guarana/>>. Acesso em: 17/02/2013.

3.2. Importância Socioeconômica

O guaraná é um alimento altamente energético e que possui até três vezes mais cafeína do que o café (TFOUNI, 2007), além de ser reconhecido pela comunidade médica como afrodisíaco, promove a concentração e estimula o organismo, retardando o aparecimento da fadiga e aumentando o poder contrátil do músculo esquelético e cardíaco, aprimorando, portanto, a capacidade de realizar trabalho físico, ou seja, a performance atlética (ALTIMARI, et al. 2006).

Em outras palavras, pode se dizer que é um alimento funcional, pois desempenham funções que vão além das nutricionais conhecidas, por conter substâncias que atuam no organismo modulando funções bioquímicas e fisiológicas, que resultam em maior proteção à saúde, retardando, inclusive, processos patológicos que conduzem a doenças crônicas e degenerativas (SBRT, 2006).

Segundo estudos, a longevidade da população de Maués é o dobro da média nacional. Esse valor é calculado em função do percentual de habitantes com 80 anos. Enquanto a média nacional é de 0,5% de pessoas com 80 anos de idade, no município amazonense, esta média chega a 1%. Segundo o estudo, o guaraná, associado a outros tipos de alimentos como o peixe, seria um dos principais responsáveis por estes números, uma vez que a semente faz parte da base alimentar do Mauesense, sendo consumida regularmente (MONTE, 2011).

Com relação ao modo de produção dos frutos, os agricultores desta região trabalham em unidades familiares, em que há o predomínio dos policultivos, com destaque para o plantio de frutíferas no componente sítio e as roças de mandioca e macaxeira para o fabrico de farinha que, junto com o guaraná, formam a base das unidades produtivas. Outros produtos derivados da mandioca são bastante apreciados e difundidos, sobretudo para autoconsumo, como tapioca, gomas e bejús (COSTA e REIS, 2010).

Além das tradicionais raízes como macaxeira e mandioca, o consorciamento em linha entre o guaraná e plantas como a batata doce, o abacaxi, o maracujá e a pupunha, apresentam viabilidade econômica (CORRÊA et al., 1980, 1981; FONSECA et al., 1984).

Nas últimas décadas, sua área de cultivo vem crescendo, e hoje, pode ser encontrado nos Estados do Acre, Pará, Rondônia, Roraima, Mato Grosso e Bahia (NASCIMENTO FILHO et al., 2001) sendo este último, o maior produtor nacional (TAVARES et al., 2005).

Já no Estado do Amazonas, a produção concentra-se nos municípios de Maués, Coarí e Uruará (SUFRAMA, 2003) e continua aumentando sua produção, acrescendo o emprego e a renda no campo, tendo em vista a grande demanda, nacional e internacional, pelo produto que continua aquecida (NASCIMENTO FILHO et al., 2007).

No ano de 2013, área plantada no Brasil chegou a quase 15.000 ha, sendo a área efetiva de colheita 11.491 ha. Neste ano, a produção total do país foi de 3.612 toneladas de semente seca, perfazendo uma média 314 kg/ha (IBGE, 2014).

Contudo, o cultivo da planta no Amazonas se dá, prioritariamente, em monocultivos, tanto por pequenos quanto por grandes produtores, podendo chegar até 500 hectares de área plantada (ATROCH, 2009). No ano de 2006, em Maués, existiam aproximadamente 2.700 produtores familiares de guaraná, com área de plantio, geralmente, entre 2 e 3 ha, o que totalizou 4.700 ha de área plantada e produção de 300 toneladas de semente (IDAM, 2008).

Segundo o IBGE (2014), após sete anos, a área plantada no município manteve-se em 4.700 ha, mas a área colhida foi de apenas 2.400 ha, com um total de 380 toneladas e média de 160kg/ha. Essa colheita de aproximadamente apenas 50% do total da área plantada pode estar associada à incidência de pragas e doenças que diminuem a produtividade e limita a expansão da cultura, como visto anteriormente por Bentes e Matsuoka (2002).

No entanto, o preço praticado por quilo de semente seca em 2006, que era de R\$7,00/kg, no ano de 2013 atingiu o preço médio no Estado do Amazonas de R\$19,50/kg, um aumento de 271% em apenas sete anos. Valor, este, 50% maior do que o praticado no Estado da Bahia, onde a média de preço foi de R\$13,00 (TEIXEIRENSE, 2013).

Quando calculados os valores praticados e a produção do ano de 2013 em Maués, chega-se ao valor de 7,5 milhões de reais. Segundo o IBGE (2014), este número corresponde a aproximadamente 2,5% do PIB do município de Maués.

Ao fazermos uma extrapolação simples do comércio informal que existe sobre o produto, considerando o beneficiamento, os comércios e até

mesmo o turismo, seria razoável aceitar que a contribuição efetiva da cultura para o produto interno bruto do município possa chegar a 5%.

Há ainda outro ramo de atividade voltado para o guaraná chamado de orgânico, onde um grupo de índios da etnia Sateré-Mawé desponta como os principais produtores deste gênero. Em 2013, a produção foi de 8 toneladas e pagava-se aos índios cerca de R\$30,00/kg de semente seca e após o beneficiamento para transformá-lo em pó, era possível encontrá-los sendo comercializado em lojas especializadas da Itália e França por até 50 euros ou R\$155,00/kg, totalizando R\$1.240.000,00 em valores comercializados (GERALDO, 2014).

Em outras palavras, o incremento a renda dos produtores é significativo, visto que a guaranicultura é apenas uma das atividades econômicas desenvolvidas por estas famílias que além desta, dividem-se ou consorciam-se com outras culturas ou mesmo com a pesca, o extrativismo, entre outras.

Além disso, o produtor de guaraná no Amazonas, de um modo geral, é proprietário da terra, possuindo relativa facilidade de acesso ao crédito rural, o que proporciona o melhor planejamento da produção e garantia de preços mínimos, o que os permite estimar suas receitas e verificar a viabilidade da atividade desenvolvida, no caso, a guaranicultura (ATROCH, 2009).

3.3. Trabalhos desenvolvidos com a cultura

As primeiras pesquisas com o guaraná tiveram início, pelo menos, a 60 anos, antes mesmo da Embrapa Amazônia Ocidental realizar as primeiras coletas de mais de 6.000 progênies no município de Maués, Estado do Amazonas. Contudo, as seleções fenotípicas de matrizes superiores tiveram início em 1976, no Campo Experimental de Maués, onde foram identificadas 36 matrizes de uma população oriunda de plantios de produtores com 3.074 pés de guaraná com idade variando de 9 a 20 anos. A partir de 1984, foi criada pela Embrapa, uma rede nacional para a avaliação de progênies de polinização aberta e clones na região Norte e na CEPLAC/CEPEC, na Bahia que conduziram estes experimentos até 1994 (ATROCH, 2009).

Em 1996, a Embrapa Amazônia Ocidental implantou uma rede estadual de avaliação de 32 clones promissores, a fim de avaliar seu comportamento em diversas condições ambientais do Amazonas e entre os anos de 1999 e 2000, lançou 12 primeiros clones de guaranazeiro para plantio no Estado (ATROCH, 2009).

Além do aumento de produtividade, outra característica muito desejada quando se pensa no melhoramento é a resistência a doenças, que no caso do guaraná, já apresenta algumas progênies tolerantes a antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum guaranicola*, que é um dos principais fatores que limitam a guaranicultura no Estado do Amazonas (BENTES e MATSUOKA, 2002).

Enquanto a média nacional de produtividade de sementes em 2003 era de 298 kg/ha, no Amazonas, estes valores não ultrapassaram os 150 kg/ha (TAVARES et al., 2005).

Esse desempenho menor deve-se, muito provavelmente, ao fato de a região amazônica ser o centro de origem da espécie guaraná e por esta razão, estar sujeito ao ataque de pragas e doenças que se desenvolveram e evoluíram junto com a cultura, o que pode não ocorrer ou ocorrer com menor intensidade na Bahia, uma vez que lá, o guaraná pode ser considerado uma planta exótica e que portanto, não haveriam inimigos naturais a planta.

Para se aumentar a produção de guaraná no Brasil, a Embrapa desenvolveu novas cultivares, que apresentam resistência às principais doenças da cultura, maior produtividade e rentabilidade para os produtores (FERREIRA e ALMEIDA, 2012).

Para isso, o trabalho desenvolvido vem sendo feito ao longo de muitos anos, culminando, até o momento, com o desenvolvimento de 18 cultivares recomendadas resistentes à antracnose e com alta produtividade, que são características desejáveis em culturas agrícolas, sendo as últimas seis que foram lançadas pela Embrapa em 2007, sob os nomes de BRS Andirá, BRS Mundurucânia, BRS Careçaporanga e BRS Luzéia, esta última, com potencial para produzir até 1.000 kg/ha de sementes (NASCIMENTO FILHO et al., 2007) e em 2013, a BRS Saterê e a BRS Marabitana (SOUZA, 2013).

3.4. Melhoramento e Métodos Biométricos

Algumas plantas podem ser sensíveis às variações ambientais e sua produção pode ser reduzida por diferentes fatores s como o ataque por pragas, as infecções por doenças e ou quando não manejada adequadamente (ARAÚJO et al., 2007).

No caso do guaraná, as pragas e doenças encontradas com maior frequência são os tripses, o ácaro branco, a broca dos frutos, o superbrotamento, a podridão vermelha da raiz e a antracnose (*Colletotrichum guaranicola*), sendo esta ultima o maior problema para os produtores, pois esta doença diminui a produtividade e limita a expansão da cultura (BENTES e MATSUOKA, 2002; MILÉO, 2007).

Para diminuir a influência de organismos nocivos sobre a produtividade de plantas, algumas medidas podem ser adotadas, bem como a correção e a fertilidade do solo, irrigação, o respeito ao espaçamento exigido pela cultura, tratos culturais, dentre outros artifícios que promovem melhores condições fitossanitárias e o aumento da produtividade dos vegetais, tornando-os menos suscetíveis a doenças (SOUZA e VIEIRA NETO, 2003; SANTOS e TORRES FILHO, 2012).

Contudo, observa-se na natureza que alguns indivíduos em diversas culturas, apresentam, naturalmente, maior tolerância ou resistência às variações edafoclimáticas e ao ataque de determinados patógenos e insetos, destacando-se como “superiores”. Isto pode ocorrer devido a uma diferença em sua constituição genética, a qual pode ter maior frequência de alelos

favoráveis, tornando-os menos suscetíveis a estes problemas. A estes, dá-se o nome de genótipos resistentes, os quais, em igual condição edafoclimática aos outros, são menos prejudicados (ROSSETTO, 1973).

De acordo com Marino (2006), essas características eram consideradas pelos primeiros agricultores, que separavam as sementes das plantas baseados em uma característica desejada, como: forma, sabor, textura, tamanho e até a produtividade da planta mãe. Fazia-se isto, com o intuito de realizar a propagação da espécie, na esperança de que aquelas características de interesse fossem expressas pelos seus descendentes. A este processo dá-se o nome de domesticação, o qual beneficia ao homem.

Esta seleção fenotípica é realizada há muito tempo, aproximadamente 10.000 anos, quando o homem começou a cultivar as plantas e criar animais, que ele mesmo domesticou, introduziu e multiplicou, em diversos ambientes, transformando, assim, os ecossistemas naturais originais em ecossistemas cultivados, artificializados e explorados por seus cuidados. Desde então a agricultura tornou-se o principal fator de transformação do ambiente, e seus ganhos de produção e de produtividade, através de técnicas, ferramentas e equipamentos criados e aperfeiçoados por homens que não produziam seu próprio alimento, mas os necessitavam, permitiu o desenvolvimento de diferentes categorias sociais, aumentando a concentração de pessoas em aldeias, que posteriormente se tornaram vilas culminando com o surgimento das primeiras cidades (MAZOYER e ROUDART, 2010).

Com o aumento da população e da demanda crescente por alimentos, o melhoramento embasado neste princípio passou a contribuir

substancialmente para a seleção de novas cultivares e híbridos mais adaptados aos fatores bióticos e abióticos. Dessa forma, nos mais diversos programas de melhoramento genético de plantas, o processo de seleção dos genótipos que apresentam características agronomicamente desejáveis é realizado com base nas informações fenotípicas dos indivíduos (TOPPA e JADOSKI, 2013).

Para que os programas de melhoramentos genéticos sejam eficientes, é fundamental que exista variabilidade genética entre os indivíduos da população de estudo, pois essa variabilidade pode ser aumentada pela recombinação durante a reprodução sexuada, o que resulta em novas combinações de genes e quanto maior o número de progênes maior será a variabilidade da população. Isto diminui a probabilidade de ocorrência de erosão genética, o que pode evitar, por exemplo, a perda de todo um plantio, quando atacado por determinadas pragas e ou doenças (GUIMARÃES et al., 2011).

Segundo Atroch (2009), o ciclo de melhoramento do guaranazeiro, abrange as fases de seleção de matrizes consideradas superiores, testes de progênes, experimentos de competição de clones para posteriormente serem lançados para a utilização em plantios comerciais. Com este ciclo que pode levar até 30 anos para se desenvolver, o processo de melhoramento da espécie torna-se difícil e oneroso.

Pensando nestas dificuldades, os pesquisadores tem procurado reduzir o tempo gasto com as pesquisas e aprimorar os resultados obtidos nestas através de técnicas de análises multivariadas como a distância euclidiana, que

têm sido uma das mais utilizadas, principalmente, em estudos que envolvam bancos ativos de germoplasma (BAG's), pois pode ser estimada tomando-se por base dados com poucas ou sem repetições, tornando-se viável a sua aplicação. No caso dos BAG's, o número de acessos é relativamente grande e os dados são coletados, geralmente, no campo, em fileiras simples, sem repetições. Assim, quando diversos caracteres de diferentes genótipos são medidos simultaneamente aos pares, a distância euclidiana pode ser tomada como estimativa de diversidade genética entre eles, pois, essa diversidade é obtida segundo as diferenças fisiológicas, morfológicas e agronômicas, avaliadas entre eles, a partir de um grupo de genótipos (CARVALHO et al., 2003).

Além de importantes para o conhecimento da variabilidade genética das populações, estudos de divergência genética possibilitam o monitoramento de bancos de germoplasma, pois geram informações úteis para preservação e uso dos acessos (CRUZ e CARNEIRO, 2003), pois esses estudos auxiliam a identificação de possíveis duplicatas, e fornecem parâmetros para escolha de progenitores, que ao serem cruzados, possibilitarão maior efeito heterótico na progênie, isto é, aumentam as chances de obtenção de genótipos superiores em gerações segregantes (TOQUICA et al., 2003).

A análise de componentes principais pode ser utilizada como critério para julgar a importância das próprias variáveis originais escolhidas, ou seja, as variáveis originais com maior peso na combinação linear dos primeiros componentes principais são as mais importantes do ponto de vista estatístico (MOITA NETO e MOITA, 1998).

Em outras palavras, esta análise permite evidenciar de forma mais contundente qual das variáveis tem maior contribuição ou importância para os resultados estatísticos e, assim, abrir novas perspectivas a todos os pesquisadores que trabalham com o melhoramento genético, também conhecidos como melhoristas.

Estes métodos preditivos de diversidade genética têm sido bastante utilizados, sobretudo pelo fato de que, ao se basearem em diferenças morfológicas e fisiológicas dos genitores, dispensam a obtenção das combinações híbridas entre eles, o que é vantajoso, especialmente quando o número de genitores cujas diversidades se deseja conhecer é elevado. Entre os métodos preditivos estão aqueles que quantificam a diversidade por meio de medidas de dissimilaridade, entre as quais encontra-se a distância euclidiana, seguida de métodos aglomerativos para se estudar a diversidade entre os materiais avaliados. (ELIAS et al., 2007).

Na análise da importância de caracteres é possível classificar variáveis estudadas de acordo com sua contribuição para a diversidade genética e eliminar aquelas com menor contribuição. De acordo com Cruz (2006), o estudo de diversidade genética entre um conjunto de acessos é feito a partir de um conjunto de informações que, em alguns casos, necessita da avaliação de muitos caracteres, demandando grande mão-de-obra e custo.

Silva et al. (2008) em seu trabalho com diferentes progênies de batata (*Solanum tuberosum* L.) observaram que a análise de importância de caracteres foi eficiente para diminuir o número de caracteres necessários à classificação das progênies de batata em relação à dissimilaridade.

Os estudos de distância genética têm sido de grande importância em programas de melhoramento, por fornecerem informações sobre parâmetros de identificação de genitores que possibilitem grande efeito heterótico na progênie e maior probabilidade de recuperar genótipos superiores nas progênies (SILVA, 2008).

Já os métodos de agrupamento têm por finalidade separar um grupo original de observações, a partir da matriz de similaridade ou dissimilaridade, em vários subgrupos, de forma que se obtenha homogeneidade dentro e heterogeneidade entre os subgrupos, possibilitando a visualização do comportamento de um genótipo em relação aos demais, de acordo com a distância genética indicada nas matrizes (CRUZ E REGAZZI, 2001).

Através da análise da importância de caracteres, é possível classificar as variáveis estudadas de acordo com sua contribuição para a divergência genética total e eliminar aquelas com menor contribuição (SINGH, 1981).

Isto ficou evidenciado por Gopal (apud SILVA, PEREIRA e SUINAGA, 2012), que, estudando as gerações de mudas de batatas, entre a primeira e segunda geração clonal, verificou que havia pouca contribuição dos caracteres “uniformidade de formato” e “uniformidade de tamanho” para a variação populacional, indicando que esses caracteres poderiam ser eliminados de futuros estudos.

Dessa forma, ao se eliminar uma das variáveis que estiveram sob análise nos programas de melhoramento, a pesquisa pode, efetivamente, concentrar-se nas que sejam mais importantes aos estudos, diminuindo, assim, seus custos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram desenvolvidos nos municípios de Iranduba, Manaus e Maués onde, segundo classificação de Köppen, o clima é comum a estas regiões, sendo do tipo Af, tropical chuvoso, com temperatura média anual de 25,7°C, sendo a mínima de 22,9°C e Máxima de 31,5°C. Quanto à pluviosidade, a média anual é de 2.545,5 mm, dividida em 241 dias em média, onde o mês de abril destaca-se como o de maior precipitação com 377,3 mm e agosto como o mais seco, com 87,9 mm, sendo o brilho solar médio de 6,6h/dia ao longo do ano (ANTÔNIO, 2005).

Foram testados 32 clones ao longo de seis anos, com delineamento experimental em blocos casualizados com duas repetições, contendo três locais, cinco ambientes, dois sistemas de produção (tabela 1) e parcelas contendo três plantas, em espaçamento de cinco metros entre si em formato delta (figura 5).

Tabela 1. Croqui base do experimento.

LOCAL	ECOSSISTEMA		SISTEMA	BLOCOS
Maués	Capoeira	ME96-01	Com Adubo	Bloco I
		ME96-01	Sem Adubo	Bloco II
	Mata	ME96-02	Com Adubo	Bloco I
		ME96-02	Sem Adubo	Bloco II
Iranduba	Mata	ME96-04	Com Adubo	Bloco I
		ME96-04	Sem Adubo	Bloco II
Manaus	Capoeira	ME96-05	Com Adubo	Bloco I
		ME96-05	Sem Adubo	Bloco II
	Mata	ME96-06	Com Adubo	Bloco I
		ME96-06	Sem Adubo	Bloco II

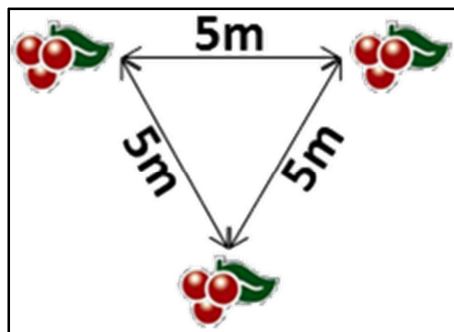


Figura 5. Layout das parcelas com as plantas dispostas em formato delta e espaçamento 5x5 metros entre plantas.

As variáveis avaliadas foram:

PROD – produção de frutos em gramas por planta ao ano, no período de seis anos (2005 a 2010);

NR – número de ramos por planta aos 12 meses de idade;

CR – comprimento do ramo principal aos 12 meses de idade;

DR – diâmetro do ramo principal aos 12 meses de idade;

NF – número de folhas por planta aos 12 meses de idade.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com efeito fixo e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

A seguir, realizou-se o cálculo da medida da importância relativa dos caracteres, que foi estimada por meio da participação dos componentes da distância genética no total da dissimilaridade observada, que são relativos a cada característica.

Para isso, os dados foram padronizados da seguinte maneira:

$$x_{ij} = X_{ij} / S(X_j)$$

Onde:

x_{ij} = Dados padronizados;

X_{ij} = Dados originais;

$S(X_j)$ = Desvio padrão do j-ésimo caractere.

Posteriormente, foram realizados os cálculos para a distância euclidiana média padronizada entre cada par de genótipos, utilizando a seguinte fórmula:

$$d_{ij'} = \sqrt{1/n \sum_j (x_{ij} - x_{i'j})^2}$$

Onde:

$d_{ij'}$ = Distância euclidiana média;

x_{ij} = Dados padronizados;

n = Número de caracteres analisados.

Obteve-se, assim, uma matriz de distância $p \times p$, em que $p = 5$. Em seguida, para o agrupamento dos clones, utilizou-se o método de Tocher, conforme RAO (1952).

Os autovalores (variância associada a cada componente principal) foram estimados pelas raízes características de covariância e os autovetores (conjunto dos coeficientes de ponderação dos componentes principais) estimados pelos elementos dos vetores característicos correspondentes (CRUZ; REGAZZI e CARNEIRO, 2004).

Todas as análises foram realizadas com o auxílio de programas computacionais. O Statistical Analysis System (SAS, 2000), foi utilizado para proceder a ANOVA enquanto o programa Genes (CRUZ, 2009) foi utilizado

para o cálculo da distância euclidiana média, da importância relativa dos caracteres e o agrupamento dos clones pelo método de Tocher.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Análise da Produção

A análise de variância para a produção ao longo de seis anos se mostrou significativa para 23 das 25 fontes de variação (FV) observadas, inclusive a 1% de probabilidade, que ao serem somadas corresponderam a 21 dentre todos os resultados das FV, enquanto duas se mostraram significativas apenas ao nível de 5% e duas não significativas (tabela 1).

Dentre as fontes de variação, destacaram-se BLOCO, ANO, CLONE e todas as outras interações que envolvem esta última ($p > 0,01$) excetuando-se a interação ANO x CLONE, que apesar de estatisticamente significativo, o nível de significância foi inferior ($p > 0,05$).

Ao se revelar estatisticamente significativo, ficou claro que o delineamento em blocos foi acertado para o controle do experimento, uma vez que existem diferenças de fertilidade em função dos diferentes gradientes e tipos de solo.

A fonte de variação “ANO”, que também foi significativa, indica que a produção de guaraná é influenciada por esta. Isso ocorre, provavelmente, por existirem diferenças climáticas entre os anos, uma vez que os elementos do clima como a precipitação, radiação e temperatura, que são fundamentais a produção agrícola, podem variar de um ano para o outro, sobretudo, com a ocorrência de eventuais fenômenos climáticos como el niño ou pela idade das plantas, que podem aumentar ou diminuir sua produção com o passar dos anos (ALMEIDA, 2004).

Com relação aos clones, os resultados indicam que há variabilidade significativa entre plantas, permitindo afirmar que esta pode ser explorada em um programa de melhoramento genético. Quando relacionados aos anos de observação, mesmo em menor nível, também houve significância estatística ($p > 0,05$), diferentemente do que foi observado por Atroch (2009), onde esta interação mostrou-se não significativa.

Todas as interações triplas foram significativas. No entanto, apenas a interação “ANO x SISTEMA x CLONE” foi de 5%, enquanto as outras mantiveram-se com níveis de 1% de probabilidade.

A interação “ANO x CLONE”, mesmo tendo sido adicionada a fonte de variação “SISTEMA”, que envolve plantas adubadas e não adubadas, manteve a interação significativa ($p > 0,05$). No entanto, o nível de significância não se alterou, ao contrário do que poderia ser esperado, uma vez que a adubação tende a implicar em um aumento da produção em plantas agrícolas (tabela 1) (ALCARDE, GUIDOLIN e LOPES, 1998).

Outras interações que se caracterizaram como significativas, e já eram esperadas, se confirmaram durante as análises, ocorrendo entre “LOCAL x CLONE” e “ECOS x CLONE”, definidas por Nascimento Filho et al. (2000) como “comum” no guaranazeiro, apesar de Atroch (2009) obter resultado não significativo para essas interações.

Com relação às fontes de variação “CLONE” e “ANO”, quando isoladas, ambas apresentam alto nível de interação ($p > 0,01$). Por outro lado, quando estas são analisadas conjuntamente, a interação permanece, no

entanto, o nível de significância diminui ($p>0,05$). Em outras palavras, a força da interação entre estes é menor.

As fontes de variação “ECOS” e “ECOS x SIST”, não apresentaram significância estatística. No entanto, quando isolado, a “SIST” apresenta significância estatística a 1% de probabilidade. Isto sugere que a fonte de variação “ECOS” tende a anular o efeito de “SIST”.

O coeficiente de variação (CV) foi de 72,74%, o que é considerado alto em geral. No entanto, foi inferior a pesquisas anteriormente desenvolvidas com a cultura, que pode chegar a 92% (ATROCH, 2009). Apesar desta pesquisa e do autor supracitado terem sido feitas com a mesma cultura, estes resultados diferentes podem ter sido influenciados pelos genótipos utilizados, uma vez que este autor realizou trabalhos com progênies obtidas de sementes, enquanto neste trabalho, foram utilizados clones.

No entanto, Atroch e Nascimento Filho (2005) afirmam que elevados CVs são esperados para a cultura do guaranazeiro. Isso pode acontecer por se tratar de uma planta frutífera, onde os tamanhos das parcelas, geralmente, são grandes, o que tende a reduzir o número de repetições em função da disponibilidade de espaço e da mão de obra disponível ou demandada para realizar a manutenção das plantas (PIMENTEL GOMES, 1991).

Assim, o tamanho das parcelas, bem como as repetições, influencia diretamente no erro amostral, o que se reflete, invariavelmente, no CV. Além de outros fatores como o solo, a cultura e as variáveis a serem analisadas no trabalho, que também podem contribuir para a variação dos resultados (ESTEFANEL, PIGNATARO e STORCK, 1987).

Tabela 2. Resultados das análises de variância (ANOVA) para a produção em 32 clones de guaranazeiro da Embrapa Amazônia Ocidental entre os anos de 2006 e 2010⁽¹⁾.

FV	GL	QM	P	F _{tab}
BLOCO	1	468.049.240,00**	14,46	0,0001
ANO	5	1.633.164.484,00**	73,96	<,0001
LOCAL	2	3.616.841.091,00**	439,8	<,0001
ECOS	1	48.079.950,00 ^{ns}	1,13	0,2888
SIST	1	1.018.297.504,00**	126,62	<,0001
CLONE	31	928.435.168,00**	37,23	<,0001
ANO x LOCAL	10	1.368.941.866,00**	74,54	<,0001
ANO x ECOS	5	2.060.605.370,00**	85,14	<,0001
ANO x SIST	5	528.527.912,00**	18,74	<,0001
ANO x CLONE	155	82.436.943,00*	2,87	<,0001
LOCAL x ECOS	1	92.242.339,00**	21,43	<,0001
LOCAL x SIST	2	1.527.612.840,00**	63,47	<,0001
LOCAL x CLONE	62	193.754.318,00**	10,63	<,0001
ECOS x SIST	1	75.053.338,00 ^{ns}	1,97	0,1607
ECOS x CLONE	31	91.186.034,00**	3,98	<,0001
SIST x CLONE	31	198.360.102,00**	6,17	<,0001
ANO x LOCAL x ECOS	5	586.737.966,00**	20,87	<,0001
ANO x LOCAL x SIST	10	160.130.776,00**	7,51	<,0001
ANO x LOCAL x CLONE	294	80.594.703,00**	2,83	<,0001
ANO x ECOS x SIST	5	285.462.420,00**	10,37	<,0001
ANO x ECOS x CLONE	155	41.040.774,00**	1,36	0,002
ANO x SIST x CLONE	155	37.671.671,00*	1,22	0,0356
LOCAL x ECOS x SIST	1	497.892.064,00**	14,22	0,0002
LOCAL x ECOS x CLONE	31	111.615.433,00**	3,19	<,0001
ECOS x SIST x CLONE	31	112.315.145,00**	3,44	<,0001
Erro	7187	32.668.318,00		
Total	8218	7857,96		
CV(%)		72,74		

⁽¹⁾FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrados médios; ECOS: Ecossistema: Capoeira ou Mata; LOCAL: Município - Iranduba, Manaus e Maués; SIST: Sistema de cultivo - Com adubo ou Sem adubo; ^{ns} não significativo, * e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

5.2. Análise de Caracteres Morfoagronômicos

A análise de variância para os caracteres morfoagronômicos número de ramos (NR), diâmetro do ramo (DR) e número de folhas (NF) com relação aos blocos mostrou-se não significativa, indicando não haver influência desta fonte de variação para estes caracteres. No entanto, o diâmetro dos ramos (CR) foi significativa ($p > 0,05$) (tabela 2).

Com relação ao local onde foram desenvolvidos os experimentos, todas as variáveis obtiveram diferença estatística significativa ($p > 0,01$) indicando a influência do local sobre o desenvolvimento da planta.

A fonte de variação "CLONE" obteve significância ao nível de 1% de probabilidade para todos os caracteres avaliados, indicando haver variabilidade genética entre eles, assim como a interação entre "LOCAL x CLONE".

Por outro lado, outras interações, envolvendo esta fonte de variação, apresentaram resultados não significativos para alguns dos caracteres avaliados. Dentre elas, a interação "ECOS x CLONE" (tabela 2), que não foi significativa para as variáveis CR e DR. Isto indica que independentemente do ecossistema onde foram plantadas, seja ele capoeira ou floresta, o comprimento dos ramos principais e o diâmetro destes não seria afetada.

A interação entre "SIST x CLONE" também foi estatisticamente significativa em todos os caracteres. Este resultado, na verdade, poderia ser esperado, pois como visto anteriormente, o efeito da adubação ou ausência dela nas plantas tende influenciar, diretamente, a produção ou produtividade da cultura em plantas agrícolas (ALCARDE, GUIDOLIN e LOPES, 1998).

No entanto, apenas DR foi ao nível de 5% de probabilidade, enquanto as outras foram sempre mais altas ($p > 0,01$), indicando que estas variáveis são muito sensíveis ao tratamento nutricional a elas dispendidos.

Assim como os blocos, a interação “LOCAL x ECOS x SIST” obtiveram o mesmo número de não significativos para as variáveis, sendo estas as variáveis com menor número de influência sobre os caracteres que foram as mesmas na FV “BLOCOS”, sendo elas NR, DR e NF.

Ao considerarmos que as fontes de variação “LOCAL” e “ECOS” estão profundamente relacionadas a aspectos edafoclimáticos e que a “SIST” é influenciável pelo homem, torna-se compreensível os resultados obtidos, sendo estes iguais para os mesmos caracteres.

Quando realizada as interações entre todas as fontes de variação “LOCAL x ECOS x SIST x CLONE”, os resultados foram significativos para todos os caracteres estudados (tabela 2), inclusive a 1% de probabilidade.

Assim, apesar de algumas dessas fontes de variação não apresentarem significância estatística quando isoladas ou com menor número de interações, quando todas são associadas é possível verificar que a interação “LOCAL x ECOS x SIST x CLONE” obteve alto nível de significância ($p > 0,01$) o que poderia sugerir uma forte influência do local e do clone o que, mais uma vez, reforça a ideia da existência de variabilidade genética entre clones.

A variável CR apresentou o menor CV (42,46%), seguida de NF, NR e DR, sendo 50,53%, 50,72% e 52,91%, respectivamente, para os clones avaliados.

Diferentemente do que fora observado por Atroch (2009) em trabalho com progênies de meios irmãos, onde o CV para plantas de guaraná pode chegar a 92%, os resultados neste estudo, não excederam 73% e 53% para a produção de frutos e demais caracteres, respectivamente. Isto, provavelmente, pode estar associado à diferença entre os materiais utilizados em ambos os estudos.

Assim, os caracteres envolvendo número de ramos, comprimento dos ramos principais, diâmetro de ramos e número de folhas, mostram-se mais homogêneos do que a produção, o que pode trazer mais confiança para novos trabalhos a serem desenvolvidos com a cultura.

Tabela 3. Análise de variância (ANOVA) de quatro caracteres morfoagronômicos de 32 clones de guaranzeiro da Embrapa Amazônia Ocidental aos 12 meses de idade⁽¹⁾.

FV	GL	QM			
		NR	CR	DR	NF
BLOCO	1	45,1122 ^{ns}	4470,3282*	0,6293 ^{ns}	706,3999 ^{ns}
LOCAL	2	5427,7803**	336748,6249**	36,8154**	64072,9194**
ECOS	1	710,5364**	18151,6523**	0,2103 ^{ns}	19448,1702**
SIST	1	712,1644**	13,3961 ^{ns}	0,0880 ^{ns}	5765,4508**
CLONE	31	310,8133**	3668,503**	2,6896**	5568,3096**
LOCAL x ECOS	1	6553,9069**	114061,771**	79,5147**	205589,5079**
LOCAL x SIST	1	118,6655**	7493,7521**	4,5409**	2739,0923**
LOCAL x CLONE	62	81,0504**	1457,6616**	2,4014**	1490,1966**
ECOS x SIST	1	75,6548*	6541,7896**	0,5762 ^{ns}	181,6777 ^{ns}
ECOS x CLONE	31	36,1114**	931,5252 ^{ns}	0,2238 ^{ns}	577,5313**
SIST x CLONE	31	52,6339**	1529,2561**	1,4774*	1148,4702**
LOCAL x ECOS x SIST	1	0,1561 ^{ns}	9461,1825**	1,1179 ^{ns}	34,9015 ^{ns}
LOCAL x ECOS x CLONE	31	58,925**	1285,353*	0,3029 ^{ns}	1450,5890**
ECOS x SIST x CLONE	31	27,3388**	1187,527 ^{ns}	1,4108*	737,8571**
LOCAL x ECOS x SIST x CLONE	93	25,1723**	1352,6219**	1,6776**	512,0603**
Erro	1513	15,0727	870,272	0,9516	277,4190
TOTAL	183				
	3	137,78	4363,64	2,24	2663,86
CV(%)		50,72	42,46	52,91	50,53

⁽¹⁾FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrados médios; NR: número de ramos; CR: comprimento do ramo principal; DR: diâmetro do ramo principal; NF: número de folhas; ^{ns} não significativo, * e ** significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

5.3. Teste de Médias

Durante os testes de comparação múltipla de médias de Scott-Knott a 5% de probabilidade, os clones 871 e 631 não diferiram estatisticamente entre si quando comparados em termos de produção, sendo estes os clones mais produtivos dentre todos no experimento, seguidos do clone 626 como o segundo mais produtivo e do intervalo entre os clones de número quatro ao de número oito, 375 e 624, respectivamente, como o terceiro grupo de clone mais produtivos, pois neste intervalo, não houve diferenças estatísticas entre estes (tabela 3).

Os demais clones dividiram-se em outros três intervalos, sendo o quarto mais produtivo, que variou entre 610 e 609, quinto mais produtivo, variando entre 861 e 611, e os menos produtivos, indo de 276 a 862.

Tabela 4. Quadro de médias das ANOVAs de cinco caracteres morfoagronômicos de 32 clones de guaranazeiro da Embrapa Amazônia Ocidental⁽¹⁾.

ORDEM	CLONE	PROD	NR	CR	DR	NF
1	871	14.011 a	5,46 d	79,90 a	1,79 a	30,09 c
2	631	13.430 a	5,75 d	70,44 b	1,70 a	30,05 c
3	626	12.609 b	5,64 d	76,86 a	1,80 a	25,51 d
4	375	9.922 c	5,86 d	59,92 d	1,72 a	28,19 c
5	612	9.409 c	8,64 b	66,48 c	1,88 a	36,66 b
6	882	9.240 c	4,90 e	79,39 a	1,82 a	22,68 d
7	619	9.083 c	7,31 c	78,59 a	1,82 a	36,40 b
8	624	8.805 c	4,88 e	55,09 d	2,32 a	24,75 d
9	610	8.297 d	6,70 c	71,55 b	1,70 a	25,82 d
10	227	7.878 d	11,71 a	82,86 a	2,29 a	51,68 a
11	609	7.820 d	4,88 e	66,07 c	1,74 a	23,93 d
12	861	7.364 e	5,85 d	63,00 c	1,79 a	28,87 c
13	605	7.310 e	5,67 d	61,26 c	1,69 a	24,05 d
14	300	7.304 e	8,50 b	61,97 c	1,70 a	33,47 c
15	613	7.222 e	9,23 b	65,27 c	1,84 a	36,47 b
16	607	7.120 e	6,24 c	67,83 c	1,95 a	23,73 d
17	388	6.900 e	7,02 c	67,88 c	1,76 a	29,66 c
18	274	6.810 e	11,63 a	74,11 b	1,93 a	49,73 a
19	223	6.783 e	11,07 a	71,32 b	1,96 a	46,87 a
20	385	6.655 e	3,64 e	55,66 d	1,81 a	16,57 e
21	217	6.647 e	8,03 c	66,30 c	2,11 a	37,73 b

22	224	6.634 e	12,23 a	85,05 a	2,13 a	52,19 a
23	222	6.604 e	10,95 a	73,95 b	2,00 a	48,26 a
24	225	6.601 e	11,28 a	77,12 a	2,06 a	52,00 a
25	611	6.412 e	8,90 b	68,81 c	2,03 a	32,90 c
26	276	6.279 f	11,28 a	71,17 b	1,89 a	44,88 a
27	228	6.076 f	10,93 a	73,45 b	1,99 a	46,16 a
28	381	5.887 f	5,08 e	50,70 d	1,37 a	16,00 e
29	601	5.881 f	5,90 d	71,30 b	1,67 a	25,83 d
30	648	5.811 f	6,72 c	68,00 c	1,52 a	25,67 d
31	389	5.480 f	4,43 e	69,86 b	1,44 a	16,31 e
32	862	5.295 f	7,53 c	69,32 b	1,67 a	25,63 d

⁽¹⁾PROD: produção; NR: número de ramos; CR: comprimento do ramo principal; DR: diâmetro do ramo principal; NF: número de folhas; Médias seguidas de letras iguais e na mesma coluna não, diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Ao serem observados separadamente, torna-se fácil identificar as diferenças entre clones com relação a um caractere específico, no entanto, quando outros caracteres morfoagronômicos são avaliados em conjunto, tem-se certa dificuldade em discriminar quais destes estão mais relacionados à produção de frutos no guaranazeiro, pois, no caso de culturas agrícolas, um dos componentes mais importantes é a produção, de modo que esta não deve ser segregada nas análises (ALCARDE, GUIDOLIN e LOPES, 1998).

Contudo, pode-se observar que quando relacionados os caracteres NR, CR, DR e NF, junto com a produção, é possível verificar algumas tendências.

No caso do NR, a produção se concentrou em plantas que continham entre 4 e 12 ramos (figura 6A). Entretanto, as maiores médias de produção estiveram entre 4 e 8 ramos por planta, enquanto as menores distribuíam-se entre os limites inferior e superior.

Segundo Nascimento Filho (2003), esse fenômeno ocorre devido à grande sensibilidade fotossintética que a planta de guaraná possui e que por

causa do auto sombreamento que a planta promove sobre si, através do aumento do número de ramos que se sobrepõem uns aos outros.

Segundo o autor, plantas com essas características apresentam melhor desenvolvimento vegetativo e melhor adaptação inicial as condições de campo. No entanto, tornam-se pouco produtivas após dois ou três anos de plantio.

Os diâmetros dos ramos principais tiveram uma variação de 34,35cm entre o menor e o maior valor obtido, sendo estes 50,7 e 85,1 cm, respectivamente.

Os maiores valores relacionados à produção de frutos concentraram-se entre 60 e 80 cm de comprimento e, além disso, a maioria das plantas analisadas, que tiveram produção, encontrou-se, também, neste intervalo, sugerindo que além da maior produtividade do guaranazeiro estar associada a estes valores para o comprimento do ramo, a produção da planta em si também esta contida neste intervalo (figura 6B).

Em outras palavras, os resultados sugerem que para haver a produção de frutos no guaranazeiro, este deveria possuir um comprimento mínimo de 60 cm e um máximo de 80 cm do ramo principal.

Quanto ao diâmetro dos ramos principais, estes variaram entre 1,37 e 2,32 centímetros de espessura. No entanto, as maiores produções de frutos foram registradas no intervalo entre 1,5 e 2,0cm, concentrando-se em torno do diâmetro médio entre estes limites, sendo este valor de 1,75cm (figura 6C).

Outra questão que pode ser suscitada é que diferentemente do comprimento dos ramos que apresentaram limites inferior e superior para que

exista a produção na planta, o diâmetro não aparenta obter um limite superior para isso, uma vez que apresenta vários indivíduos produtivos acima de 2,0 cm e, por isso, acima do intervalo que poderia ser considerado de maior produção da planta.

Isto sugere que plantas de guaraná com diâmetro entre 1,5 até 2,0 cm sejam as mais produtivas, mas, não exclui a possibilidade de que plantas com diâmetro superior a 2,0 cm não possam produzir frutos.

A relação entre o número de folhas no ramo principal dos clones avaliados e a produção de frutos por planta demonstrou maior produtividade em torno de 30 folhas por ramo, sendo as plantas com menor número de folhas em torno de 16 e a com maior número de folhas com 52,19 (figura 6D).

No entanto, quando observada, a distribuição da produção em função da amplitude entre a planta com menor e com o maior número de folhas, é possível visualizar plantas com menos de 25 folhas serem tão produtivas quanto plantas que apresentam mais de 50 folhas no ramo principal.

Dessa forma, a grande variação da produção e da produtividade entre os guaranazeiros em função da grande amplitude entre o número de folhas por ramo principal parece ser menos evidente, de modo que esta variável, aparentemente, tende a ser menos precisa que as demais observadas.

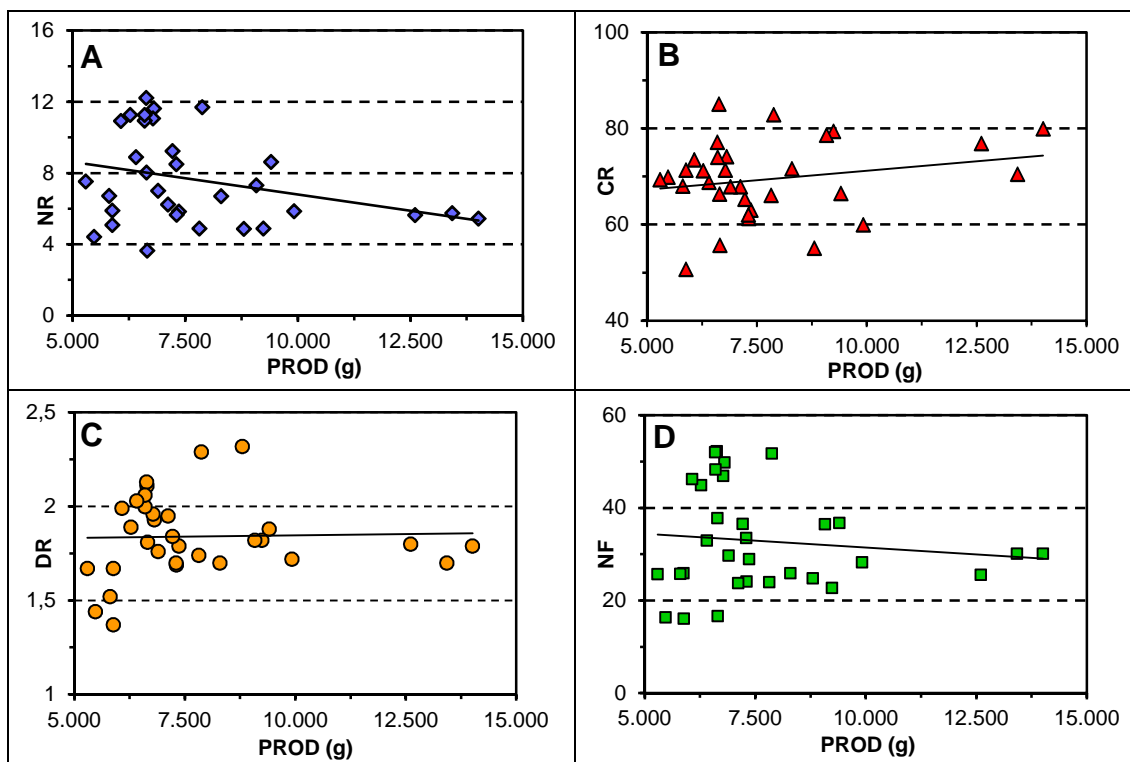


Figura 6. Dispersão dos caracteres número de ramos (A), comprimento dos ramos (B), diâmetro dos ramos (C) e número de folhas (D) em função da produção.

5.4. Importância de Caracteres

O método de agrupamento de Tocher (RAO, 1952) possibilitou a divisão dos 32 clones avaliados em cinco grupos distintos. O primeiro grupo contendo 15 clones, o segundo contendo 12, o terceiro contendo três, o quarto e o quinto contendo apenas um clone.

Este método leva ao estabelecimento de grupos de forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos. Além disso, é uma técnica de otimização que agrupa os indivíduos mantendo o critério de que as distâncias intragrupos sejam sempre menores do que as intergrupos (CRUZ & REGAZZI, 2001).

Em outras palavras, os grupos são formados por indivíduos que sejam geneticamente semelhantes e, portanto, os indivíduos contidos dentro de um grupo são diferentes dos que estão contidos dentro de outro grupo.

Assim, a formação destes grupos representa uma boa informação para subsidiar a escolha de genitores dentro dos programas de melhoramento, pois as novas populações híbridas a serem estabelecidas devem ser baseadas na magnitude de suas distâncias e no potencial de cada genitor.

Como observado anteriormente, o grupo 1 apresentou o maior número de clones (222, 228, 223, 274, 276, 225, 224, 227, 611, 217, 613, 612, 619, 388 e 300), o que sugere que estes fazem parte do mesmo grupo heterótico e que portanto, apresentariam caracteres morfoagronômicos similares entre si mas diferente entre grupos, seguido pelo grupo 2 (861, 605, 609, 607, 610, 601, 862, 648, 375, 389, 385 e 882). Da mesma forma acontece com o grupo 3

(871, 626 e 631), em que possui clones similares dentro, mas diferentes entre grupos.

Já os grupos 4 (624) e 5 (381), diferentemente dos demais, apresentaram um conjunto unitário onde apenas um indivíduo encontra-se dentro de cada um destes, sugerindo que estes são diferentes dos outros 30 clones avaliados (tabela 4).

Dentre os grupos formados, o número 3 destaca-se por apresentar os três clones mais produtivos (871, 626 e 631) dentre os 32 clones, conforme a análise de produção realizada anteriormente.

Tabela 5. Resultado do agrupamento por Tocher utilizando a distância euclidiana média padronizada envolvendo cinco variáveis para 32 clones de guaranazeiro da Embrapa Amazônia Ocidental.

GRUPO	CLONES														
< 1 >	222	228	223	274	276	225	224	227	611	217	613	612	619	388	300
< 2 >	861	605	609	607	610	601	862	648	375	389	385	882			
< 3 >	871	626	631												
< 4 >	624														
< 5 >	381														

Na tabela 5, está disposta a matriz de correlação genética entre os cinco caracteres avaliados, na qual a maior correlação foi observada entre os caracteres “NR – NF”, chegando a 0,9532 ou 95%, seguida de “DR – NF”, com quase 66% e “CR – NF”, com aproximadamente 58%.

No caso da correlação “NR – NF” é compreensível que este valor tenha sido muito alto, pois, ao se aumentar o número de ramos, o número de folhas deve aumentar também. Assim como a relação entre “CR – NF”, pois, o número de folhas também deve aumentar após o crescimento do ramo.

Em outras palavras, trata-se do desenvolvimento natural da planta, onde deve haver primeiro o desenvolvimento da estrutura primária, ou de suporte, no caso o ramo, e posteriormente a secundária, que seria a folha. Ou seja, não poderia haver mais folhas se não houvesse mais ramos. Por isso, estes caracteres estão intimamente correlacionados.

As menores correlações foram obtidas entre a variável “PROD” e suas interações, sendo elas “PROD – NF” (-0,1166) e “PROD – NR” (-0,3087).

Na verdade, estas correlações foram negativas, o que indica uma correlação inversamente proporcional. Isto reforça os resultados anteriormente obtidos neste trabalho pelo teste de médias, corroborados por Nascimento Filho (2003), que diz que a planta de guaraná apresenta grande sensibilidade fotossintética e que a produção pode ser diminuída por causa do auto sombreamento que ela promove sobre si, através do aumento do número de ramos que se sobrepõem uns aos outros.

Segundo Cruz e Carneiro (2003), a principal causa de correlação genética é a pleiotropia, pois, quando duas características apresentam correlações genéticas favoráveis, é possível obter ganhos para uma delas por meio da seleção indireta na outra característica associada. Ainda segundo os autores, em alguns casos isto pode levar a progressos mais rápidos do que a seleção direta da característica desejada.

Tabela 6. Matriz de correlação genética entre cinco caracteres morfoagronômicos avaliados em 32 clones de guaranazeiro da Embrapa Amazônia Ocidental⁽¹⁾.

VARIAVEIS	PROD	NR	CR	DR	NF
PROD	1	-0,3087	0,2168	0,0267	-0,1166
NR		1	0,5052	0,5542	0,9532
CR			1	0,3392	0,5805
DR				1	0,6546
NF					1

⁽¹⁾PROD = Produção; NR = Número de ramos; CR = Comprimento do ramo principal; DR = Diâmetro do ramo principal e NF = Número de folhas.

De acordo com os dados avaliados referentes às cinco variáveis (PROD, NR, CR, DR e NF), com relação às estimativas dos autovalores (AV) correspondentes aos primeiros componentes principais, suas variâncias associadas e os coeficientes de ponderação (autovetores), o primeiro componente sozinho é responsável por quase 57% da explicação sobre a variabilidade existente, ou seja, mais da metade do total (tabela 6) e o segundo, 23,87%.

Segundo Cruz e Regazzi (2001), os resultados recomendados para o acúmulo dos dois primeiros componentes principais é de 70% ou mais da variância total. Neste caso, quando acumulados os dois primeiros componentes principais, este valor chega a 80,79%, ou mais de três quartos do total, atingindo, e até ultrapassando, os valores recomendados pelos autores.

Outra forma de avaliação destes resultados foi estabelecida por López e Hidalgo (apud Cavalcante, et al. 2008). Neste caso, os autores sugerem que a seleção dos componentes principais, ou de maior contribuição, deve ser realizada quando seu autovalor for maior que 1,00.

Neste caso, o primeiro e segundo componentes apresentaram autovalor superior a 1,00, sendo estes $AV_1 = 2,85$ e $AV_2 = 1,19$, respectivamente. Portanto, estes seriam os componentes mais importantes.

Para o primeiro componente principal, as variáveis de maiores contribuições para discriminação dos clones foram o NF (0,5741) e NR (0,5525).

Já no segundo componente, destacaram-se a PROD e NF, com 0,8710 e -0,0413, respectivamente, sendo estes os de maior e menor valor dentre os autovetores para este componente.

Assim, as análises indicam que as variáveis mais responsivas nos processos seletivos entre os clones de guaraná foram PROD e NR.

Por outro lado, a variável menos responsiva foi o número de folhas (NF), que ficou em quinto dentre os cinco componentes principais. Este, quando avaliado, obteve autovalor inferior a 0,5% e o maior autovetor negativo entre NR e NF (-0,6816).

Dessa forma, pode se afirmar que o número de folhas (NF) foi a variável que menos contribuiu para o processo seletivo, sendo esta, portanto, passiva de descarte.

Tabela 7. Estimativas dos autovalores (AV) correspondentes às percentagens de variação explicadas pelos componentes principais e respectivos autovetores (coeficiente de ponderação) para cinco variáveis em 32 clones de guaranazeiro⁽¹⁾.

Componentes Principais	Autovalores			Autovetores				
	AV	V(%)	VA(%)	PROD	NR	CR	DR	NF
PROD	2,845989	56,92	56,92	-0,0748	0,5525	0,4043	0,4427	0,5741
NR	1,193481	23,87	80,79	0,8710	-0,2230	0,4265	0,0895	-0,0413
CR	0,629976	12,6	93,39	0,1806	-0,1321	-0,6006	0,7674	-0,0180
DR	0,307694	6,15	99,54	-0,4333	-0,4036	0,5418	0,4473	-0,3945
NF	0,02286	0,46	100	-0,1240	-0,6816	-0,0162	-0,0840	0,7160

⁽¹⁾AV = Auto valores; V(%) = variância em percentual de contribuição para variação; VA(%) = variância percentual acumulada; PROD = Produção; NR = Número de ramos; CR = Comprimento do ramo principal; DR = Diâmetro do ramo principal e NF = Número de Folhas.

Após a análise dos dados, os resultados obtidos sugerem que há pequena divergência genética entre os 32 clones de guaraná avaliados, no entanto, há uma grande variabilidade genética entre estes.

Já com relação aos caracteres morfoagronômicos que foram utilizados, as variáveis produção (PROD) e número de ramos (NR) foram os componentes principais que apresentaram maiores autovalores, 56,92 e 23,87%, respectivamente (figura 6A).

Quando a PROD e NR são somados, podem explicar 80,79% da variabilidade genética existente (figura 6B).

Dessa forma, a produção e o número de ramos foram os caracteres mais importantes observados e que, portanto, contribuíram de forma mais significativa para a divergência genética.

Por outro lado, a variável número de folhas (NF) apresentou o menor valor entre os autovetores, correspondendo apenas a 0,46% do total, ou seja, menos de meio por cento.

Assim, o número de folhas foi o caractere morfoagronômico que menos contribuiu para a divergência genética, o que o torna, passível de descarte e, portanto, sendo desnecessária sua utilização em futuros estudos com o guaranazeiro.

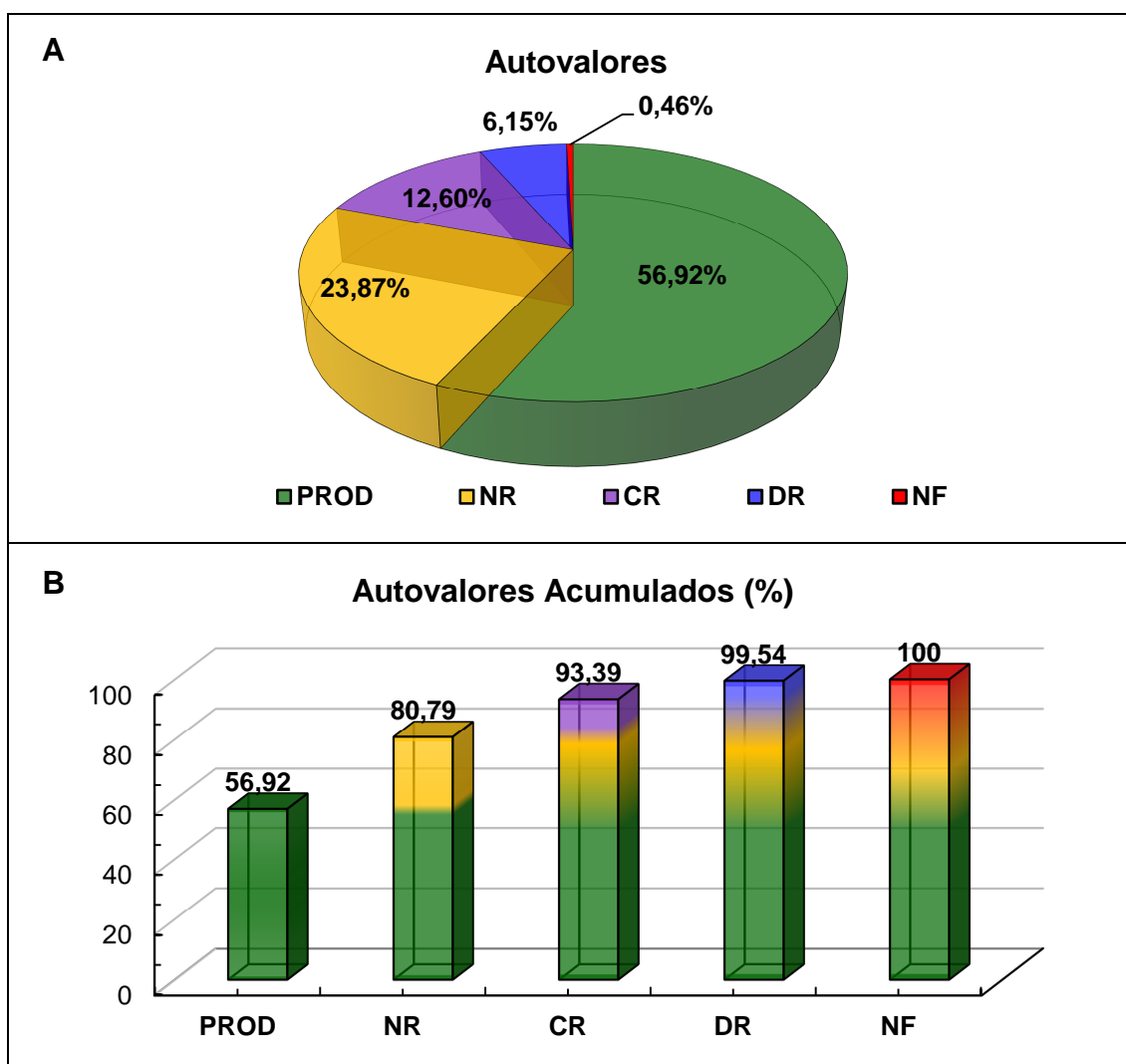


Figura 7. Contribuição percentual absoluta (A) e acumulada (B) dos Autovalores, indicando a contribuição das variáveis para a variabilidade genética existente.

6. CONCLUSÃO

- Existe divergência genética de pequena magnitude entre os clones de guaranazeiro;
- Existe uma grande variabilidade genética entre os clones de guaranazeiro para todos os caracteres avaliados;
- A variável número de folhas (NF) foi a menos responsiva durante as análises de divergência genética sendo, portanto, passível de descarte para o programa de melhoramento genético do guaranazeiro;

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCARDE, J. C.; GUIDOLIN, J. A. e LOPES, A. S. 1998. **Os adubos e a eficiência nas adubações**. Associação Nacional para a Difusão de Adubos – ANDA. Boletim Técnico, 3ªed. São Paulo, SP. 35p.

ALISSON, E. 2014. **Pesquisadores desenvolvem método para análise do genoma da cana**. FAPESP. Disponível em: < <http://agencia.fapesp.br/18457>>. Acesso em: 11/02/2014.

ALMEIDA, D. 2004. **O meio Ambiente e a Produção Agrícola**. Aula da Disciplina de Produção Agrícola, Licenciatura em Engenharia Alimentar, Escola Superior de Biotecnologia, Universidade Católica Portuguesa. Porto, PT. 22p.

ALTIMARI, L. R.; MORAES, A. C. de; TIRAPGUI, J. e MOREAU, R. L. de M. 2006. **Cafeína e performance em exercícios anaeróbios**. In: Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas (USP), vol. 42, nº 1. São Paulo, SP. p.17-27.

ARAÚJO, J. C. A. de, PEREIRA, J. C. R., GASPAROTTO, L., ARRUDA, M. R. de e MOREIRA, A. 2007. **Antracnose no guaranazeiro e seu controle**. Comunicado técnico 46. Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus, AM. 4p.

ANTÔNIO, I. C. 2005. **Boletim Agrometeorológico 1998: Estação Agroclimatológica da Embrapa Amazônia Ocidental, no Km 29 da Rodovia AM 010**. Manaus, AM. 28p.

ATROCH, A.L.; NASCIMENTO FILHO, F.J. 2005. **Classificação do coeficiente de variação na cultura do guaranazeiro**. Revista de Ciências Agrárias, n43. Belém, PA. p.43-48.

ATROCH, A. L. 2009. **Avaliação e seleção de progênies de meios irmãos de guaranazeiro (*Paullinia cupana var. sorbilis (mart.) ducke*) utilizando caracteres morfo-agronômicos**. Tese de doutorado apresentado ao PPG-BTRN/INPA. Manaus, AM. 72p.

BENTES, J. L. S. e MATSUOKA, K. 2002. **Histologia da interação *Colletotrichum guaranicola* e *Paullinia cupana var. sorbilis* em clones resistente e suscetível**. Fitopatologia Brasileira 27. (1). Brasília, DF. p.071-077.

BRAMMER, S. P.; NASCIMENTO JUNIOR, A.; RADIN, A.; BAIER, A. C.; IORCZESKI, E.; FERNANDES, M. I. B. M.; ZANATTA, A. C. A.; MILACH, S. C. K. 2002. **Análise citológica e molecular de genótipos de Triticale**. In: VIII Reunião Brasileira de Pesquisa de Triticale (Anais). v1. Londrina, PR. p.93-98.

CARVALHO, L. P. de; LANZA, M. A.; FALLIERI, J. e SANTOS, J. W. dos. 2003. **Análise da diversidade genética entre acessos de banco ativo de germoplasma de algodão**. In: Pesquisa agropecuária brasileira. v.38, n.10. Brasília, DF. p.1149-1155.

CAVALCANTE, M. et al. 2008. **Divergência genética numa população F5 de melão**. In: Revista Caatinga (Universidade Federal Rural do Semi-Arido – UFRSA), v.21, n.4. Mossoró, AL. p.140-146.

CORRÊA, M. P. F.; CÉSAR, J.; GUEDES, A. L. C. e CANTO, A. do C. 1980. **Cultivo de batata-doce nas entrelinhas do guaraná**. In: Comunicado técnico. n.15, EMBRAPA/UEPAE. Manaus, AM. 7p.

CORRÊA, M. P. F.; CANTO, A. do C. e CÉSAR, J. 1981. **Consortio de guaraná com maracujá**. In: Comunicado técnico. n.28, EMBRAPA/UEPAE. Manaus, AM. 7p.

COSTA, D. L. e REIS, L. M. 2010. **Relatório de estudo de economia ecológica, realizado junto aos agricultores familiares filiados à rede de agricultores tradicionais do Amazonas – reata, nos municípios de Itacoatiara, Manaus e Maués**. GTZ/INPA. Manaus, AM. 123p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. 2001. **Métodos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. UFV: Imprensa Universitária. Viçosa, MG. 390p.

CRUZ, C. D. e CARNEIRO, P. C. S. 2003. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. UFV. Viçosa, MG. 585 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. 2004. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. UFV, v. 1. Viçosa, MG. 480p.

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

CRUZ, C. D. 2009. **Programa Genes**. Aplicativo computacional para análises genéticas e estatísticas. Versão 7.0.

ELIAS, H. T. et al. 2007. **Variabilidade genética em germoplasma tradicional de feijão-preto em Santa Catarina**. In: Pesquisa agropecuária brasileira. Brasília, DF. v.42, n.10, p.1443-1449.

EMBRAPA. 1983. **Sistema de produção para guaraná: Estado do Amazonas**. Boletim n.1. Manaus, AM. 33p.

ESCOBAR, J.R.; COSTA, P.R.C.; CORRÊA, M.P.F. 1985. **Estimativa de variação do número de flores femininas efetivas do guaranzeiro**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 20(12). p.1365-1371.

ESTEFANEL, V.; PIGNATARO, I.A.B.; STORCK, L. 1987. **Avaliação do coeficiente de variação de experimentos com algumas culturas agrícolas**. In: Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica. 2., 1987, Londrina. Anais... UEL/RBRAS. Londrina, PR. p.115-131.

FERREIRA, L. T. e ALMEIDA. I. L. 2012. **Novas cultivares estimulam a produção de guaraná no Brasil**. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2012/marco/1a-semana/novas-cultivares-estimulam-a-producao-de-guarana-no-brasil/>>. Acesso em: 23 de Julho de 2012.

FONSECA, C. E. L. et al. 1984. **Retorno proporcionado pela cultura do maracujá em consorcio com guaraná e pupunha**. In: Comunicado Técnico. n.42, EMBRAPA/UEPAE. Manaus, AM. 6p.

FREITAS, D.V.; CARVALHO, C.R.; NASCIMENTO-FILHO, F.J.; ASTOLFI FILHO, S. 2007. **Karyotype with 210 chromosomes in guaraná (*Paullinia cupana* 'Sorbilis')**. Journal of Plant Research. 120: p.399-404.

GERALDO, J. 2014. **Guaraná a preço de ouro**. In: Acrítica Dinheiro, D7. Ed. 20 Abr. Ano LXIV, n 22.657. Manaus, AM. 80p.

GONDIM, C.J.E. 1978. **Alguns aspectos da biologia reprodutiva do guaraná (*Paullinia cupana* var. sorbilis)**. Dissertação de Mestrado, INPA/FUA, Manaus, AM. 83p.

GUIMARÃES, M. N. K. et al. 2011. **Entendendo a variação genética**. In: Revista Genética na Escola (SBG). a.6. v.1. Ribeirão Preto, SP. p.56-66.

HENMAN, A. R. 1981. **Guaraná (Paullinia cupana var. sorbilis): ecological and social perspectives on an economic plant of the central amazon basin**. In: Journal of Ethnopharmacology. v.6. USA. p.311-338.

IBGE. 2005. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 25 de Julho de 2012.

IBGE, 2014. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Cidades – Amazonas - Maués**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=130290&search=amazonas|maues>>. Acesso em: 27 de Janeiro de 2014.

IDAM. 2008. **Perfil socioeconômico dos municípios do Estado do Amazonas**. Disponível em: <<http://www.idam.am.gov.br/dados.php>>. Acesso em: 25 de Julho de 2012.

MARINO, C. L. 2006. **Melhoramento genético de plantas e os transgênicos**. In: Revista Genética na Escola, Sociedade Brasileira de Genética (SBG). a.1. v.2. Ribeirão Preto, SP. p.75-78.

MAZOYER, M. e ROUDART, L. 2010. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. Ed. UNESP. São Paulo, SP. 568p.

MILÉO, L. J. 2007. **Plantas daninhas hospedeiras alternativas de *Colletotrichum guaranicola* em cultivos de guaraná no Estado do Amazonas**. Planta Daninha, v. 25, n. 4. Viçosa, MG. p.771-782.

MOITA NETO, J. M. e MOITA, G. C. 1998. **Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados**. In: Química Nova (Revista da Sociedade Brasileira de Química), v21. São Paulo, SP. p.467-469.

MONTE, A. P. 2011. **Maués, terra da longevidade**. In: Revista Ciência Hoje. Instituto Ciência Hoje, Ver. Eletrônica. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/2010/277/maues-terra-da-longevidade/? Search term=guaraná>>. Acesso em: 04/12/2012.

MONTEIRO M.Y. 1965. **Antropogeografia do guaraná**. Cadernos da Amazônia. . INPA. v.6. Manaus, AM. p.1-84.

NASCIMENTO FILHO, F.J. do; ATROCH, A.L.; CRAVO, M. da S. **Melhoramento genético do guaranzeiro: resultados de experimentos de avaliação de clones fase produtiva 1985 a 1994**. Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. 38p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Boletim de Pesquisa, nº 7).

NASCIMENTO FILHO, F. J. do; ATROCH, A.L.; SOUSA, N.R. de; GARCIA, T.B.; CRAVO, M. da S.; COUTINHO, E.F. 2001. **Divergência genética entre clones de guaranzeiro**. Pesquisa Agropecuária Brasileira 36(3). p.501-506.

NASCIMENTO FILHO, F. J. do. 2003. **Interação genótipos x ambientes, adaptabilidade, estabilidade e repetibilidade em clones de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbili* (MART.) DUCKE)**. Tese de Doutorado em Genética de Melhoramento de PLantas. UFV. Viçosa, MG. 182p.

NASCIMENTO FILHO, F. J. do; ATROCH, A. L.; PEREIRA, J. C. R. e ARAÚJO, J. C. A. de 2007. **BRS-Cereçaporanga: Nova cultivar para o agronegócio do guaraná**. Comunicado Técnico 56. Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus, AM. 2p.

NAZARÉ, R. F. R. de e FIGUEIRÊDO, J. C. 1982. **Contribuição ao estudo do guaraná**. EMBRAPA-CPATU. Belém, PA. 40p.

PEREIRA, T.N.S. e SACRAMENTO, C.K. 1987. **Comportamento floral do guaranzeiro nas condições da Bahia**. Revista Theobroma, v17, n(3). Ilheus, BA. p.201-208.

PIMENTEL GOMES, F. 1991. **O índice de variação, um substituto vantajoso do coeficiente de variação**. Circular Técnica, 178. IPEF. Piracicaba, SP. 4p.

RAO, C. R. 1952. **Advanced Statistical Methods in Biometric Research**. Ed. J. Wiley. New York, NY. 390p.

RODRIGUES, J. E. L. F. e LUCHESSI, A. A. 1987. **Propagação vegetativa do guaranzeiro (*Paullinia cupana* (Mart.) Ducke) através de estacas induzidas (capeadas) e com ácido indobuliubutírico**. In: Anais da E. S. A., v.54. Piracicaba, SP. 1-21p.

ROHLF, F. J. e SOKAL, R. R. N. 1981. **Comparing numerical taxonomic studies**. Systematic Zoology 30. 459-499p.

ROSSETTO, C. J. 1973. **Resistência de plantas a insetos**. ESALQ-USP, Piracicaba, SP. 171p.

SANTOS, J. D. dos. 2007. **Guaraná**. In: Proposta de preço mínimo Safra 2006/2007. CONAB. Brasília, DF. p.165-171.

SANTOS, M. L. L. dos e TORRES FILHO, J. 2012. **Uma visão sobre tratar a planta e não a doença**. In: IV Encontro universitário da UFC. Juazeiro do Norte, CE. 5p.

SAS INSTITUTE, 2000. **SAS user's guide**. Version 9.0. SAS Institute, Cary, NY, USA. 584p.

SCHIFINO-WITTMANN, M. T. 2004. **Poliploidia e seu impacto na origem e evolução das plantas silvestres e cultivadas**. In: Revista brasileira de Agrociência, v.10, n. 2. Pelotas, RS. p.151-157.

SILVA, G. O.; PEREIRA, A. S. e SUINAGA, F. A. 2012. **Importância de caracteres na dissimilaridade de progênies de batata na primeira geração clonal**. In: XXV Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa – ALAP e XIV Encontro Nacional de Produção e Abastecimento de Batata – ENB. Uberlândia, MG. 2p.

SBRT. 2006. **Guaraná: Alimento funcional**. SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTA TÉCNICA. Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br>>. Acesso em: 25/07/2012.

SILVA, G.O. et al. 2008. **Importância de caracteres na dissimilaridade de progênies de batata em gerações iniciais de seleção**. In: Bragantia, v67, n1, Campinas, SP. p141-144.

SINGH, D. 1981. **The relative importance of characters affecting genetic divergence**. The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. 41: 237-245p.

SOUZA, A. G. C. et al. 1996. **Fruteiras da Amazônia**. Brasília: EMBRAPA-SPI/; Manaus: EMBRAPA-CPAA. 204p.

SOUZA, L. da S. e VIEIRA NETO, R. D. 2003. **Cultivo da Banana para o Ecossistema dos Tabuleiros Costeiros**. Embrapa mandioca e fruticultura. Sistema de Produção, 4^a ed. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaTabCosteiros/doencas.htm>>, Acesso em: 07/03/2013.

SOUZA, S. 2013. **Embrapa vai lançar novas cultivares de guaraná e seleciona produtores viveiristas**. Disponível em: <http://www.cpaa.embrapa.br/embrapa-vai-lancar-novas-cultivares-de-guarana-e-seleciona-produtores>. Acesso em: 07/01/2014.

SUDRÉ, C. P. et al. 2005. **Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas**. In: Horticultura Brasileira. v.23, n.1. Brasília, DF. p.22-27.

SUFRAMA. 2003. **Guaraná: Potencialidades regionais e estudo de viabilidade econômica**. FGV/ISAE. v.6. Manaus, AM. 34p.

TAVARES, A. M. et al., 2005. **Cultura do guaranazeiro do Amazonas**. In: Sistemas de produção (Embrapa). 4ed. Manaus, AM. 22p.

TEIXEIRENSE, M. 2013. **Guaraná**. in: Conjuntura Mensal, Conab. Brasília, DF. 4p. Disponível em: www.conab.gov.br/.../13_10_18_15_45_38_guarana_setembro2013.pdf. Acesso em: 12/03/2014.

TFOUNI, S. A. V. et al. 2007. **Contribuição do guaraná em pó (*Paullinia cupana*) como fonte de cafeína na dieta**. Rev. Nutr. v.20, n.1, p. 63-68.

TOPPA, E.V.B. e JADOSKI, C.J. 2013. **O uso dos marcadores moleculares no melhoramento genético de plantas**. In: Scientia Agraria Paranaensis – SAP, v12, n1. Marechal Candido Rondon, PR. p.1-5.

TOQUICA, S. P.; RODRÍGUEZ, F.; MARTÍNEZ, E.; DUQUE, C. e TOHME, J. 2003. **Molecular characterization by AFLPs of *Capsicum* germplasm from the Amazon Departmente in Colombia, Characterization by AFLPs of *Capsicum***. In: Genétic Resources and Crop Evolution, 50. p.639-647.