

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

**CARACTERIZAÇÃO E DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE 18 CULTIVARES DE
GUARANAZEIRO (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke)**

PABLO ROBERTO DA SILVA OZORIO

MANAUS-AMAZONAS

2013

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

PABLO ROBERTO DA SILVA OZORIO

**CARACTERIZAÇÃO E DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE 18 CULTIVARES DE
GUARANAZEIRO (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke)**

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

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Atroch

MANAUS-AMAZONAS

2013

Ficha Catalográfica
(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

O99c Ozorio, Pablo Roberto da Silva
Caracterização e divergência genética entre 18 cultivares de
guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) / Pablo
Roberto da Silva. - Manaus: UFAM, 2013.
48 f. : il. color.
Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical) —
Universidade Federal do Amazonas.
Orientador: Prof. Dr. André Luiz Atroch.

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

CDU (1997): 582.746.46(043.3)

PABLO ROBERTO DA SILVA OZÓRIO

Caracterização e divergência genética entre 18 cultivares de guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke).

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

Aprovada em 26 de junho de 2013.

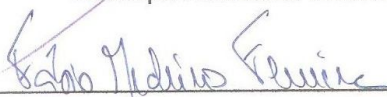
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. André Luiz Atroch
Embrapa Amazônia Ocidental



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



Prof. Dr. Fabio Medeiros Ferreira
Universidade Federal do Amazonas

***Ao meu Deus Jesus Cristo
Nosso Senhor e Salvador***

***Á minha amada Joelma Rodrigues
Sempre presente em todos os momentos***

***Á minha família que sempre está caminhando
Comigo em todos os momentos de alegrias e tristezas***

***Ao meu orientador Dr. André Luiz Atroch, por
Conceder-me a orientação e ajudar-me a concluir
O projeto de dissertação de mestrado***

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, porque Dele, por Ele e para Ele são todas as coisas.

À Universidade Federal do Amazonas e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical pela oportunidade de realizar este curso.

Ao corpo docente do curso de Pós-Graduação em Agronomia Tropical por contribuir na minha formação.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo fomento à pesquisa no Amazonas e pela concessão de bolsa.

Ao Dr. Andre Luiz Atroch pela orientação, ensino, incentivo e confiança, que foram de verdadeira importância para a concretização deste trabalho.

Ao Dr. Firmino José do Nascimento Filho pela honra de sua parceria em parte das etapas deste trabalho.

À minha família que sempre me deu forças e incentivo para concluir o projeto de dissertação de mestrado.

A Instituição pública EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, por me conceder o espaço para a pesquisa, no campo experimental onde se encontram plantados os clones de guaraná.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, muito **OBRIGADO!!!**

Porque o SENHOR dá a sabedoria, e da Sua boca vem o conhecimento e o entendimento.

Provérbios de Salomão 2:6

RESUMO

Caracterização e divergência genética entre 18 cultivares de guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke).

A divergência genética entre 18 cultivares de guaraná foi caracterizada utilizando 20 descritores morfoagronômicos inclusive produção visando subsidiar a seleção de genitores geneticamente mais divergentes para cruzamentos controlados. A similaridade entre as cultivares foi calculada utilizando o coeficiente de similaridade geral de Gower. O dendrograma foi calculado com base na matriz de semelhança, utilizando o método UPGMA como critério de agrupamento. O diagrama de dispersão das cultivares foi construído com base no método de Análise das Coordenadas Principais (PCO). Os dados foram analisados utilizando-se os recursos computacionais do programa GENES e do programa MVSP v.3.22. Os pares de genótipos mais similares foram: BRS CG505 e BRS CG612 (0,823); BRS Amazonas e BRS CG608 (0,820); BRS Mundurucânia e BRS CG189 (0,807); BRS Cereçaporanga e BRS Andirá (0,805); BRS Marabitana e BRS Maués (0,796); BRS CG189 e BRS CG611 (0,784); BRS Andirá e BRS CG850 (0,771); BRS CG610 e BRS CG505 (0,770); BRS Saterê e BRS CG372 (0,717); BRS CG648 e BRS Andirá (0,703). Os pares de genótipos menos similares foram: BRS Marabitana e BRS CG850 (0,699); BRS CG611 e BRS CG882 (0,688); BRS CG505 e BRS Saterê (0,663); BRS CG850 e BRS CG612 (0,646); BRS CG189 e BRS Luzéia (0,640); BRS Saterê e BRS Andirá (0,628); BRS CG189 e BRS CG850 (0,585); BRS CG 372 e BRS CG850 (0,573). O dendrograma formado pelo método hierárquico UPGMA, obtido a partir da distância genética de Gower utilizando como ponto de corte o valor de 0,64 permitiu a formação de quatro grupos, e indicou que existe alta divergência genética entre as cultivares atualmente recomendadas para plantio no Estado do Amazonas pela Embrapa Amazônia Ocidental. A análise de dispersão gráfica pelo método PCO apresentou boa concordância com a análise de agrupamento pelo método hierárquico UPGMA e evidenciou grande variabilidade genética entre as cultivares de guaraná avaliadas no trabalho.

Palavra-chave: Guaraná, variabilidade genética, cruzamentos genéticos, métodos de melhoramento, distância genética.

ABSTRACT

Characterization and genetic diversity among 18 cultivars of guarana (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke).

The genetic diversity among 18 guarana cultivars was characterized using 20 morphological descriptors including production aiming to support the selection of genetically divergent parents for controlled crosses. The similarity between cultivars was calculated using Gower general similarity coefficient. The dendrogram was constructed based on similarity matrix using the UPGMA clustering criterion. The scatter diagram of the cultivars was constructed based on the method of Principal Coordinates Analysis (PCO). Data were analyzed using the computational resources of the GENES program and MVSP v.3.22. Pairs of similar genotypes were BRS CG505 and BRS CG612 (0,823); BRS Amazonas and BRS CG608 (0,820); BRS Mundurucânia and BRS CG189 (0,807); BRS Cereçaporanga and BRS Andirá (0,805); BRS Marabitaná and BRS Maués (0,796); BRS CG189 and BRS CG611 (0,784); BRS Andirá and BRS CG850 (0,771); BRS CG610 and BRS CG505 (0,770); BRS Saterê and BRS CG372 (0,717); BRS CG648 and BRS Andirá (0,703). Genotype pairs were less similar: BRS and BRS Marabitaná CG850 (0.699); BRS BRS CG611 and CG882 (0.688); CG505 BRS and BRS Saterê (0.663); BRS BRS CG850 and CG612 (0.646); CG189 BRS and BRS Luzéia (0.640); Saterê BRS and BRS Andirá (0.628); BRS BRS CG189 and CG850 (0.585); BRS 372 and BRS CG850 CG (0.573). The dendrogram formed by the UPGMA method, obtained from the genetic distance Gower using a cutoff value of 0.64 allowed the formation of four groups, and indicated that there is high genetic diversity among cultivars currently recommended for planting in the State Amazon Embrapa Western Amazon. The graphic dispersion analysis method PCO showed good agreement with the cluster analysis by UPGMA method and showed great genetic variability among cultivars evaluated guarana in this work.

Key words: Guarana, genetic variability, breeding crosses, breeding methods, genetic distance.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Descritor arquitetura da planta (PLAR), a) ereta; b) semi reta, c) descumbente..... 22
- Figura 2** – Descritor Forma da Folha (FOFM), a)oval ; b) elíptica, c) oblonga. 22
- Figura 3** – Descritor Coloração da Folha Jovem (COFJ). a) verde clara; b) verde escura; c) verde arroxeadada; d) marrom. 23
- Figura 4** – Descritor Rudimento Foliares na Raquis (FORF). a) ausente; b) presente. 24
- Figura 5** – Descritor Racemo Densidade dos Frutos (RADF). a) média; b) alta.25
- Figura 6** – Descritor Fruto Forma (FRFO). a) elíptica; b) obovada; c) globosa.25
- Figura 7** – Descritor Fruto Coloração (FRCO). a) amarela; b) alaranjada; c) amarela avermelhada; d) vermelha amarelada; e) vermelha alaranjada; f) vermelha.... 26
- Figura 8** - Dendrograma de similaridades genéticas entre 18 cultivares de guaraná, obtido pelo método hierárquico UPGMA, com base em 20 descritores morfoagronômicos utilizando-se o Coeficiente geral de similaridade de Gower38
- Figura 9** – Analise de dispersão gráfica pelo método PCO case scores (Gower General Similarity Coefficient) para 18 cultivares de guaranazeiro, utilizando 20 descritores morfoagronômicos 45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ranking da produção brasileira de guaraná por UF, Regiões e Grandes - Safras 10/11 – 11/12	16
Tabela 2 – Destinação da produção de guaraná.	17
Tabela 3 - Proporções fenotípicas encontradas para as características morfoagronômicas tanto qualitativos quanto quantitativo entre 18 cultivares de guaranazeiro	33
Tabela 4 – Caracterização de 18 cultivares de guaranazeiro (Paullinia cupana var. sorbilis), utilizando 20 descritores morfo-agronômicos.....	36
Tabela 5 – Medidas de similaridade com base na distância de Gower (1971), com base nas 20 características morfoagronômicas, apontando as cultivares mais similares	37
Tabela 6 – Medidas de similaridade com base na distância de Gower (1971), com base nas 20 características morfoagronômicas, apontando as cultivares menos similares	Erro! Indicador não definido. 38
Tabela 7 – Grupos de cultivares estabelecidas pelo método hierárquico UPGMA, com base na similaridade genética utilizando-se o Coeficiente geral de similaridade de Gower.....	44

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. Considerações gerais sobre o guaraná.....	13
2.2. Recursos genéticos em guaraná.....	15
2.3. Caracterização morfoagronômica de guaraná (<i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i>)	17
2.4. Divergência genética do guaraná (<i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i>)	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.2 Descritores utilizados	21
3.2.1. Caráteres qualitativos.....	21
3.2.2. Caráter quantitativo	27
3.3. Análises estatísticas.....	27
3.3.1. Medidas de divergência.....	27
3.3.2. Medidas de agrupamento.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5. CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 INTRODUÇÃO GERAL

Os povos indígenas Saterê-Maué foram os primeiros a domesticarem o guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) no norte da região Amazônica entre os Rios Madeira e Tapajós, na fronteira dos estados do Amazonas e Pará. O mito relata que a primeira indígena Saterê-Maué encontrou o guaranazeiro verdadeiro (Pereira, 1954), que nos dias atuais sabemos ser um poliploide (existência de mais de dois genomas no mesmo núcleo) o fenômeno é de ocorrência comum nas plantas, tendo desempenhado um importante papel na origem e evolução de plantas silvestres e cultivadas (Freitas et al., 2007), que é provavelmente de origem recente devido apresentar pouca variabilidade genética quando analisada com RAPD (Sousa, 2003).

Os trabalhos iniciais com a cultura do guaranazeiro iniciaram-se em 1976, por meio do programa de melhoramento genético conduzido pela Embrapa Amazônia Ocidental, onde as pesquisas avançaram após 30 anos, com o lançamento de 12 cultivares clonais nos anos de 1999 e 2000. Atualmente o programa de melhoramento genético estará lançando quatro variedades clonais para plantio que possuem potencial produtivo de até 10 vezes à média do Estado do Amazonas (ATROCH, 2009).

No melhoramento do guaranazeiro o ciclo compreende nas fases de seleção de matrizes, testes de progênie, experimentos de competição de clones e posterior lançamento de materiais para plantios em escala comercial.

Em função do longo ciclo da cultura, o lançamento de novos materiais genéticos pode levar de 20 a 30 anos. Em função dessas características é de grande importância o conhecimento da variabilidade e da herança de caracteres de interesse para o melhorista na escolha dos métodos mais adequados na seleção de materiais, tanto nas fases jovem quando na fase adulta (NASCIMENTO FILHO; ATROCH, 2002).

Em termos comerciais, o Brasil é o único produtor mundial de guaraná, onde estima-se que pelo menos 45% da produção nacional sejam utilizadas pelos fabricantes de refrigerantes, enquanto o restante é comercializado em outras fontes como xarope, bastão, pó, extrato entre outras. O Estado do Amazonas, em 2011, produziu 857 toneladas de sementes secas de guaraná em 3.533 ha, com um rendimento em torno de 243 kg ha⁻¹ (IBGE, 2011). De acordo com Tavares et al.

(2005) os clones lançados pela EMBRAPA produzem pelo menos 400 kg.ha⁻¹ano⁻¹ de sementes secas.

No Estado do Amazonas um dos fatores limitantes da produção e expansão dos cultivos de guaranazeiro é a doença antracnose, que é causada pelo fungo *Colletotrichum guaranicola* Albuquerque, e é considerada a doença mais importante que impede totalmente o desenvolvimento da cultura. O gênero *Colletotrichum* notoriamente apresenta uma grande variação morfológica, o que reflete a ampla variabilidade genética que ocorre entre e dentro das espécies deste gênero (SUTTON, 1992).

Um dos problemas de se avaliar a divergência genética por meio da caracterização morfoagronômica, é que para os caracteres utilizados devem-se considerar descritores botânicos de alta herdabilidade, fácil mensuração e pouca interação genótipo x ambiente. E os materiais testados devem apresentar fonte de variação genética para as características desejáveis pelo melhorista, e com isso pode-se estimar a divergência genética dos materiais e apontar quais destes possam ser futuramente utilizados em estudos de melhoramento de plantas e selecionar cultivares para a obtenção de populações e linhagens que atendam as necessidades específicas de um programa de melhoramento.

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar e avaliar a divergência genética entre 18 cultivares de guaranazeiro da Embrapa Amazônia Ocidental, no Campo Experimental de Manaus, por meio de 20 descritores morfo-agronômicos, visando identificar clones que possam ser utilizados em um programa de cruzamentos múltiplos, visando a obtenção de híbridos com alto valor heterótico e de materiais para propagação vegetativa e variedades de polinização aberta.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Considerações gerais sobre o guaranazeiro

O guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) é uma planta nativa da Amazônia, produz o fruto conhecido como guaraná. É uma espécie vegetal arbustiva e trepadeira da família das sapindaceas, cujo nome provém do termo indígena "varana", que significa árvore que sobe apoiada em outra. É um cipó lenhoso, que ao ser cultivado a céu aberto tem porte reduzido (até 3 metros), enquanto que na mata no seu habitat natural cresce como um cipó vigoroso e pode atingir até 10 metros de altura. Seus ramos novos possuem quantidade regular de látex, o que não é observado nos ramos mais antigos, as raízes secundárias formam o seu sistema radicular, bastante desenvolvidas e ramificadas lateralmente. A espécie foi domesticada pela comunidade indígena Saterê-Maué da região de Maués, município do Estado do Amazonas (NASCIMENTO FILHO; ATROCH, 2002).

A espécie vegetal (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) é uma planta tipicamente brasileira, sendo principalmente cultivada na região Amazônica, muito empregada na medicina popular como estimulante das funções cerebrais, sendo que apresenta outras propriedades como: analgésico, antitérmico, afrodisíaco e antidiarréico (HENMAM, 1982).

A importância econômica e social da espécie *Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke, na Amazônia Brasileira e no estado da Bahia se deu devido a suas importantes propriedades medicinais e de estimulantes que são bastante utilizadas nas indústrias farmacêuticas (SMITH; ATROCH, 2007; TFOUNI, 2007). Com isso Brasil é o único produtor em escala mundial de guaraná atendendo o mercado nacional (80 % da produção) e internacional. Em função da grande importância econômica na segunda metade do século 20 ocorreu uma expansão dos cultivos de guaranazeiro na região da Amazônia central com plantios comerciais nos estados do Amazonas, Acre, Pará, Rondônia, Bahia e Mato Grosso (NASCIMENTO FILHO; ATROCH, 2002). Segundo estimativas da SUDAM em 1985, as plantações de guaraná ocupavam aproximadamente 12.000 ha dos quais 9.000 ha encontravam-se no município de Maués no estado do Amazonas. Dados mais recentes mostram um aumento na área cultivada de guaraná no país, passando para 14.094 ha, porém houve uma redução na área cultivada no Amazonas, reduzindo para 7.756 ha (IBGE, 1999).

A Tabela 1, descreve a produção brasileira de guaraná por Regiões e safras no ano de 2010/2011 e 2011/12, levando em conta a produção por toneladas de sementes e a participação do estado produtor em relação a produção Nacional.

Tabela 1 – Ranking da produção brasileira de guaraná por UF, Regiões e Grandes - Safras 10/11 – 11/12.

Ordem	UF Região	Safr 2010/11		Ordem	UF Região	Safr 2011/12 (1)		Var.% 11/12 s/10/11
		t	Part.%			t	Part.%	
1	Bahia	2.907,0	77,4	1	Bahia	2.540,0	72,9	-12,6
2	Amazonas	599,0	16,0	2	Amazonas	684,0	19,6	14,2
3	Mato Grosso	224,0	6,0	3	Mato Grosso	223,0	6,4	-0,4
4	Pará	21,0	0,6	4	Pará	21,0	0,6	-
5	Acre	3,0	0,1	5	Acre	14,0	0,4	366,7
1	Norte	623,0	16,6	1	Norte	719,0	20,6	15,4
2	Nordeste	2.907,0	77,4	2	Nordeste	2.540,0	72,9	-12,6
3	Centro-Oeste	224,0	6,0	3	Centro-Oeste	223,0	6,4	-0,4
2	N/NE	3.530,0	94,0	2	N/NE	3.259,0	93,6	-7,7
1	Brasil	3.754,0	100,0	1	Brasil	3.482,0	100,0	-7,2

(1) Estimativa

Fonte: IBGE Elaboração: Conab

Na região Norte o guaraná é principalmente cultivado no Estado do Amazonas onde tem uma grande importância econômica como fonte geradora de emprego e renda e constitui-se em um dos principais componentes nas indústrias farmacêuticas e de cosméticos, na fabricação de refrigerantes, xaropes, sucos, pó e bastões (SIMÃO et al., 1986).

No município de Maués o cultivo de guaraná é muito importante economicamente, devido ser a sua principal cultura. Até 1980, o município de Maués foi responsável pela produção de quase 90% do guaraná no Brasil, sendo que hoje em dia a produção não atinge mais de 20%, caindo significativamente e não sendo capaz de acompanhar o aumento da demanda para esse produto. Nos anos de 70 e 80 a produção de guaraná no município de Maués foi a maior do Brasil. A produção anual era de 1000 toneladas. A partir dos anos 80 outros estados como Mato Grosso e, principalmente, a Bahia começou também a plantar guaraná e colocaram o seu produto no mercado o que ocasionou a quebra do mercado de Maués que era o único produtor mundial (ATROCH, 2002).

A Tabela 2 descreve a destinação da produção das sementes de guaraná para diversos setores de interesse.

Tabela 2 – Destinação da produção de guaraná.

Mercado	Quantidades (Toneladas)	Participação (%)
Indústria de refrigerantes	1.250	44
Indústria de extratos, xaropes, pó, etc.	700	24,5
Laboratórios	600	21
Exportação "in natura"	300	10,5
Total	2.850	100

Bacchi (1996) menciona que o guaraná além das características citadas anteriormente, também apresenta as seguintes propriedades: ação tônica cardiovascular, combate a cólicas, nevralgias, enxaquecas, ação diurética e febrífuga.

2.2 Recursos genéticos em guaraná

Giacometti (1993) menciona que os recursos genéticos vegetais correspondem à fração da biodiversidade com valor atual ou potencial correspondendo às fases de estudos bem definidas e delimitadas a saber: coleta/introdução, multiplicação, caracterização (reprodutiva, morfológica, bioquímica e molecular), avaliação aprofundada podendo-se incluir a documentação (VALLS, 1982; RAMOS et al., 2006).

Ao longo do século 20 o Brasil é considerado um dos melhores países do mundo no que se refere à pesquisa com recursos genéticos vegetais e melhoramento genético vegetal. Em todas as plantas cultivadas no Brasil o melhoramento genético produziu progressos consideráveis.

O guaranazeiro é uma cultura com reconhecido potencial econômico para a região Amazônica e que de fato contribui com 18% da produção nacional de sementes secas, sendo que a importância econômica está em função das sementes que apresentam em sua composição química propriedades medicinais e estimulantes, com destaque para a concentração de cafeína (HENMAN, 1986). Nesse contexto, a conservação e utilização dos recursos genéticos de guaraná tornam-se ainda mais importante.

Os recursos genéticos de guaraná estão disponíveis em bancos de germoplasma e coleções de trabalho. Em bancos de germoplasma são realizados os trabalhos de coleta, introdução, caracterização, avaliação, regeneração e intercâmbio do germoplasma. Com base nessas atividades, tem-se um maior

destaque para as avaliações e caracterizações, considerado as mais importantes, pois a partir destas é possível agrupar a coleção em subconjuntos para serem futuramente utilizadas no melhoramento. Até que a coleção agrupada seja avaliada com o intuito de se conhecer algo sobre o material nela contido, a coleção necessita ser descrita adequadamente (CHAPMAN, 1989; PETERS; WILLIAMS, 1984). Para cada espécie existe um grupo de descritores mínimos que deve ser relatado para cada genótipo, entre os quais alguns dados de características agronômicas.

Toda coleção de germoplasma é definida como um conjunto de indivíduos ou genótipos que são representativos da variabilidade genética da espécie na qual se tem a finalidade de conservar. As coleções de germoplasma estão divididas da seguinte forma: coleção base, ativa, nuclear e de trabalho. A coleção base tem como finalidade a conservação do germoplasma em longo prazo e contra possíveis perdas, visando também preservar a integridade genética dos acessos para utilização no futuro, sendo considerada uma estratégia da segurança nacional alimentar. Outros objetivos da coleção base é agrupar a variabilidade possível das espécies alvo, incluindo parentais selvagens, cultivares tradicionais e elites. A conservação a curto e médio prazo é realizada pela coleção ativa, onde nos locais desta coleção são mantidas amostras oriundas de coleções base, dedicando-se a avaliação, documentação e intercâmbio de germoplasma. A coleção nuclear reúne a maior variabilidade genética de uma espécie no menor número possível de amostras, nessa coleção os acessos duplicados são eliminados diminuindo o número de amostras similares. A finalidade é facilitar a gestão e promover a utilização de germoplasma. A conservação do melhorista ou de trabalho tem como objetivo fornecer material para o melhorista ou para instituições de pesquisa que fazem melhoramento (SOBRAL, 2009).

O programa de melhoramento genético do guaranazeiro conduzido pela Embrapa Amazônia Ocidental iniciou-se em 1976 com a seleção de matrizes seguida de testes de progênies, realização de cruzamentos biparentais e de autofecundação seguida da avaliação das respectivas progênies em Manaus, Maués e em áreas de produtores. A partir do início da década de 1980, os trabalhos foram direcionados para clonagem por meio de estaquia de plantas superiores provenientes de experimentos de avaliação de progênies e matrizes selecionadas em plantios comerciais nas áreas produtoras (NASCIMENTO FILHO et al., 2000; ATROCH; NASCIMENTO FILHO, 2001).

Com o domínio da técnica da clonagem, o programa de melhoramento da espécie apresentou grande avanço, fato que permitiu a geração de diversos clones, os quais foram avaliados em vários locais no Estado do Amazonas, no período de 1985 a 1994. Os experimentos foram instalados com genótipos diferentes de um ano para outro e com algumas testemunhas comuns (ATROCH; NASCIMENTO FILHO, 2001).

As atividades de conservação, caracterização e avaliação das variedades das coleções e do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de guaraná devem ser priorizadas, pois incrementarão o uso dos recursos genéticos da espécie *Paullinia cupana* var. *sorbilis* em programas de melhoramento, além de possibilitar a preservação da variabilidade genética existente para posteriores gerações.

2.3. Caracterização morfoagronômica de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*)

Os recursos genéticos são coletados não apenas para serem conservados, mas também para serem utilizados em programas de melhoramento, pois não basta apenas ter a semente ou a planta o importante é ter informações sobre ambas, que deverão ser devidamente caracterizados com o intuito de permitir ganhos genéticos significativos no melhoramento de forma a viabilizar o uso destes recursos pelos agricultores e produtores (COELHO, 2007).

Para se conhecer as variedades a serem exploradas no melhoramento é necessária a utilização de descritores morfoagronômicos, que constam na lista do Bioversity Internacional (2007), este é um órgão internacional responsável pela elaboração de descritores recomendados para várias espécies. Esse órgão emprega as seguintes definições na documentação e nomenclatura de recursos genéticos vegetais: i) Dados de passaporte - identificadores da amostra e informação registrada pelos coletores; ii) Caracterização - consiste no registro daquelas características que são altamente hereditárias, que podem ser facilmente observadas a olho nu e que se expressam em todos os ambientes; iii) Avaliação preliminar – consiste no registro de um número adicional limitado de características tidas como convenientes, por consenso dos utilizadores de determinada cultura.

A caracterização e a avaliação preliminar são da responsabilidade dos curadores, enquanto que a caracterização e avaliação avançada deverão ser

realizadas pelos melhoristas. Os dados resultantes da avaliação avançada deverão ser enviados aos curadores que manterão os registros adequados (BIOVERSITY INTERNATIONAL, 2007).

O emprego de critérios morfoagronômicos é de grande importância no programa de melhoramento, para a seleção de genótipos potencialmente úteis, para identificação de variedades que podem apresentar grande diversidade fenotípica de forma ligada à diversidade genética de uma espécie cultivada (JARVIS et al., 2000). Para o guaraná a caracterização abrange a morfologia, aspectos botânicos e agronômicos de interesse para o melhoramento, com a finalidade de identificar genótipos divergentes com maior produtividade de sementes, precocidade, resistência a pragas e doenças (ATROCH, 2002).

A caracterização das variedades de guaraná é realizada por meio de vários descritores morfoagronômicos, onde se faz o uso de planilhas adequadas para a anotação dos dados, após medição física de vários aspectos morfológicos ou agronômicos da planta, sob diferentes condições experimentais.

Os descritores morfoagronômicos mais utilizados para o guaraná são: características da planta – arquitetura; características da folha – forma, cor da folha jovem, pigmentação antocianínica, coloração verde da folha, intensidade da pigmentação antocianínica, bulado da superfície da face superior do limbo foliar, brilho da face superior, rudimentos foliares na raquis, forma dos rudimentos foliares na raquis; características do racemo – densidade de frutos; características do fruto – forma, coloração, superfície do pericarpo, intensidade do brilho, época de maturação dos frutos (ATROCH; NASCIMENTO FILHO, 2001).

2.4 Divergência genética do guaraná

A avaliação da variabilidade genética entre cultivares para fins de conservação de recursos genéticos é útil para saber se dois indivíduos com fenótipos semelhantes, exibem uma combinação gênica similar (LEFBREVE et al., 2001).

A divergência genética tem sido estudada e avaliada por meio de métodos biométricos, baseados na quantificação da heterose, ou por processos preditivos. Na predição da divergência genética, vários métodos multivariados podem ser aplicados. A técnica de análise multivariada tem sido empregada tanto para

características expressas por variáveis quantitativas quanto qualitativas, as quais são comumente utilizadas em caracterizações/avaliações em bancos de germoplasma. No caso dos descritores qualitativos geralmente são avaliados os que apresentam várias classes, ou seja, multicategóricos (PEREIRA, 2003; CRUZ; REGAZZI, 1994).

O método mais adequado para a análise do banco de dados tem sido determinado pela precisão que se deseja obter, de forma a facilitar a análise e pela forma como os dados foram obtidos (CRUZ; REGAZZI, 1994). Os métodos de agrupamento se diferenciam pelo tipo de resultado a ser fornecido e pelas diferentes formas de definir a proximidade entre um indivíduo e um grupo já formado ou entre dois grupos quaisquer. Nos métodos hierárquicos, os genótipos são agrupados por um processo que se repete em vários níveis, até que seja estabelecido o dendrograma ou o diagrama de árvore (CRUZ; REGAZZI, 1994).

Existem diversos trabalhos técnicos científicos que utilizam a técnica multivariada para os estudos da divergência genética empregando as técnicas de agrupamento de Tocher e do Vizinho mais próximo para diagnosticar a divergência genética entre acessos e cultivares (CRUZ; REGAZZI, 1994).

As técnicas multivariadas apontam os genótipos mais divergentes que são os mais promissores para serem cruzados, devido fornecerem populações com maior segregação em vários caracteres agrônômicos (MACHADO et al., 2002).

A escolha dos genótipos mais divergentes que visem a ampliação da variabilidade da espécie para o programa de melhoramento genético por meio da seleção nas gerações segregantes, deve-se levar em consideração a divergência genética (SOUZA et al., 2005; MORAES et al., 2005).

Nascimento Filho et. al. (2001) avaliaram 148 clones de guaranazeiro, em relação ao comprimento do ramo principal, número de ramos e de folhas e a produção de sementes secas em quilogramas por planta, com a finalidade de identificar clones produtivos e divergentes que possam ser utilizados em um programa de cruzamentos, visando à obtenção de híbridos com alto valor heterótico. Foi utilizado a distância euclidiana média e os métodos de otimização de Tocher e do vizinho mais próximo, para estimar a análise da divergência genética entre os grupos de clones. Com base nas estimativas das distâncias genéticas, foram formados sete grupos distintos, sendo que um deles foi formado com a maioria dos clones. Concluiu-se que a divergência genética do guaranazeiro é pequena,

entretanto a espécie apresenta variabilidade fenotípica suficiente nas populações para vários caracteres que permite a seleção de indivíduos superiores nas populações com maior número de características desejáveis para uso direto pelos produtores ou nos programas de melhoramento genético.

Uma técnica que permite a análise simultânea de dados quantitativos e qualitativos foi proposta por Gower (1971), por meio de um algoritmo que estima a similaridade entre dois indivíduos utilizando dados com distribuições contínuas e discretas. Esse tipo de análise tem sido muito utilizado em estudos relacionados à botânica e taxonomia, entretanto, ainda não tem sido bem explorado pelos pesquisadores na área de recursos genéticos vegetais para detecção da variabilidade em coleções de germoplasma. Trabalhos recentes descrevem o uso desta estratégia em *Brassica napus* L. (RODRÍGUEZ et al., 2005), *Triticum aestivum* L. (VIEIRA et al., 2007) e *Solanum lycopersicum* (GONÇALVES et al., 2008).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a divergência genética de 18 cultivares de guaranazeiro com base em sua caracterização morfoagronômica e produção visando conhecer o grau da variabilidade genética e subsidiar a seleção de genitores geneticamente mais divergentes, que poderão ser utilizados em um esquema de cruzamentos para se obter efeito heterótico na geração híbrida e aumentar a probabilidade de recuperação de segregantes superiores em gerações avançadas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Embrapa Amazônia Ocidental, no Campo Experimental de Manaus no km 30 da Rodovia AM 010, Manaus - Itacoatiara, num Latossolo Amarelo muito argiloso de baixa fertilidade natural. O clima, conforme classificação de Köppen é do tipo Af, tropical chuvoso, com temperatura média anual de 25,5 °C, média das máximas de 30,6 °C e média das mínimas de 21,3 °C, precipitação pluviométrica média anual de 2070 mm e umidade média relativa do ar de 90%. A adubação e os tratos culturais foram aplicados de acordo com Embrapa (1998). A área de estudo está localizada a uma latitude de 3°8'5" S, longitude de 60°1' W de GRT.

Os dados foram coletados em 18 cultivares de guaranazeiro, plantadas em experimentos de competição em delineamento de blocos ao acaso com 4 repetições, onde cada parcela total é constituída por 3 plantas, no espaçamento de 5 m x 5 m.

Foram selecionadas e avaliadas, quanto aos 20 caracteres morfoagronômicos, as duas melhores plantas por parcela, apresentando as melhores características morfológicas, selecionadas e submetidas a análise dos. Cada cultivar é representada por oito plantas, totalizando 144 plantas avaliadas.

3.1 Descritores utilizados

A caracterização morfológica das cultivares foi realizada com base na caracterização da parte aérea, sendo avaliados 20 descritores morfoagronômicos (19 qualitativos e 1 quantitativo).

3.1.1 Caracteres qualitativos

1. Planta – Arquitetura (PLAR)

O descritor compreende: (3) ereta, (5) semi ereta, (7) decumbente.



Figura 1 – Descritor arquitetura da planta (PLAR): a) ereta, b) semi ereta, c) decumbente.

2. Planta – Comprimento dos ramos (PLCR)

A planta pode apresentar as seguintes características para o descritor comprimento dos ramos: (3) curto, (5) médio, (7) longo.

3. Folha – Forma (FOFM)

A forma das folhas das cultivares podem ser classificadas como: (1) oval, (2) elíptica, (3)oblonga.



Figura 2 – Descritor Forma da Folha (FOFM): a)oval , b) elíptica, c) oblonga.

4. Folha - Coloração da folha jovem (FOCJ)

A folha jovem das cultivares podem apresentar as seguintes colorações: (1) verde clara, (2) verde escura, (3) verde arroxeadada, (4) marrom, (5) púrpura.

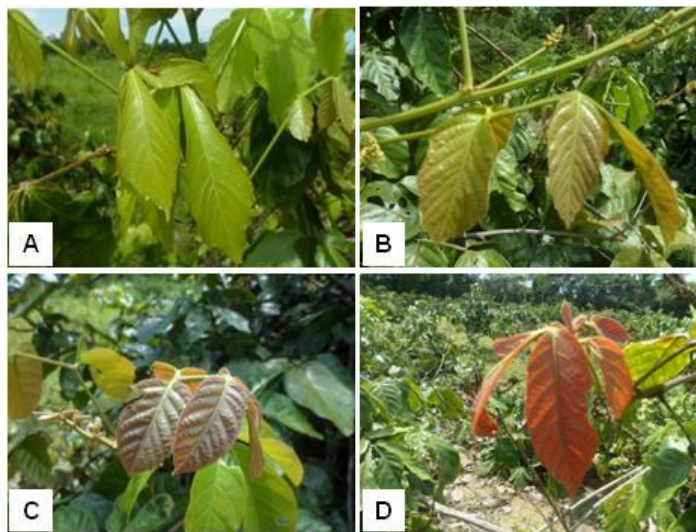


Figura 3 – Descritor Coloração da Folha Jovem (COFJ): a) verde clara, b) verde escura, c) verde arroxeadada, d) marrom.

5. Folha – Pigmentação antocianínica (FOPA)

A folha das cultivares podem ou não apresentar pigmentação antocianínica responsável pela coloração das folhas: (1) ausente, (2) presente.

6. Folha – Coloração verde da folha (FOVF)

A coloração verde das folhas das cultivares podem apresentar as seguintes características: (1) clara, (2) média, (3) escura, (4) amarelada.

7. Folha – Intensidade da pigmentação antocianínica (FOIP)

Em função da intensidade da pigmentação antocianínica, responsável pela coloração das folhas esta pode apresentar as seguintes características: (3) baixa, (5) média, (7) alta.

8. Folha – Bulado da superfície da face superior do limbo foliar (FOBL)

O limbo é conhecido com bulado quando é rugoso, e há excesso de parênquima entre as reticulações das nervuras. O bulado da superfície da face superior do limbo foliar nas cultivares pode ser: (3) fraco, (5) médio, (7) forte.

9. Folha – Brilho da face superior (FOBS)

O brilho da face superior das folhas das cultivares podem apresentar as seguintes características: (3) fraco, (4) médio, (7) forte.

10. Folha – Rudimentos foliares na raquis (FORF)

A raquis consiste na parte do eixo da folha composta onde se inserem os folíolos e que está no prolongamento do pecíolo. As cultivares podem ou não apresentar rudimentos foliares nessas estruturas: (1) ausente, (2) presente.

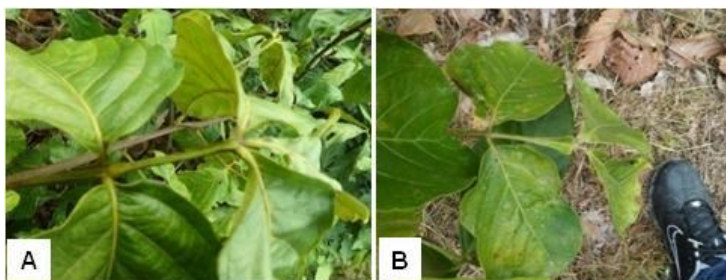


Figura 4 – Descritor Rudimento Foliares na Raquis (FORF): a) ausente, b) presente.

11. Folha – Forma dos rudimentos foliares na raquis (FOFR)

Em relação aos rudimentos foliares presentes na raquis estes podem ser classificados como: (1) alada, (2) marginada, (7) exalada.



Figura 5 – Descritor Forma dos Rudimentos Foliares na Raquis (FOFR): a) alada, b) marginada, c) exalada.

12. Racemo – Densidade dos frutos (RADF)

A densidade dos frutos das cultivares pode ser classificada como: (1) baixa, (2) média, (3) alta.



Figura 6 – Descritor Racemo Densidade dos Frutos (RADF): a) média, b) alta.

13. Racemo – Comprimento (RACO)

O comprimento do racemo pode ser: 3) curto, 5) médio, 7) longo.

14. Fruto – Forma (FRFO)

A forma dos frutos das cultivares de guaraná pode ser classificada: (1) elíptica, (2) obovada, (3) globosa.



Figura 7 – Descritor Fruto Forma (FRFO): a) elíptica, b) obovada, c) globosa.

15. Fruto – Coloração (FRCO)

A coloração dos frutos das cultivares de guaraná pode ser: (1) amarela, (2) alaranjada, (3) amarela avermelhada, (4) vermelha amarelada, (5) vermelha alaranjada, (6) vermelha, (7) vermelha escura.



Figura 7 – Descritor Fruto Coloração (FRCO): a) amarela, b) alaranjada, c) amarela avermelhada, d) vermelha amarelada, e) vermelha alaranjada, f) vermelha.

16. Fruto – Superfície do pericarpo (FRSP)

A superfície do pericarpo dos frutos das cultivares pode ser classificada como: (1) lisa, (2) rugosa.

17. Fruto – Tamanho (FRTM)

Os frutos das cultivares podem apresentar os seguintes tamanhos: (3) pequeno, (4) médio, (7) grande.

18. Fruto – Intensidade do brilho (FRIN)

Os frutos das cultivares podem ser classificados quanto a sua intensidade do brilho em: (3) fraca, (5) média, (7) forte.

19. Época de maturação dos frutos (EPMF)

A época de maturação dos frutos das cultivares pode ser classificadas como: (3) precoce, (5) médio, (7) tardio.

3.1.2 Caráter quantitativo

20. Produção (PROD)

A avaliação da produção, ao nível de média por planta foi realizada utilizando os dados de 10 anos de colheita.

3.2 Análises estatísticas

Os dados qualitativos utilizados foram obtidos por meio da moda de cada descritor, considerando-se as oito plantas por clone, sendo avaliadas um total de 144 plantas. A análise do descritor quantitativo (Produção em $\text{kg}^{-1}.\text{planta}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) foi baseado na média da produção ao longo de 10 anos. A análise da divergência genética constituiu na obtenção da matriz de dissimilaridade com variáveis multicategóricas.

Para avaliar as informações múltiplas do conjunto de caracteres de cada cultivar, foram estimadas as medidas de dissimilaridade e em seguida construída as matrizes de dissimilaridade das análises de agrupamento entre todos os pares de cultivares.

No estudo da diversidade genética a semelhança nas adesões foi calculada utilizando o coeficiente de similaridade geral de Gower (Gower, 1971, Sokal e Sneath, 1973). O dendrograma foi calculado com base na matriz de semelhança, utilizando o método UPGMA como critério de agrupamento. O diagrama de dispersão das cultivares também foi analisado com base no método de Análise das Coordenadas Principais (PCO) (Gower 1966, Dias, 2006). Todas as análises foram realizadas utilizando o programa Genes (2011) e o pacote estatístico multivariado MVSP v.3.22.

3.2.1 Medidas de divergência

No estudo da divergência genética entre as cultivares de guaraná utilizou-se a distância de Gower (1971) para as variáveis qualitativas e quantitativas, como medida de similaridade e, para, delimitação dos grupos, utilizou-se o método UPGMA.

A distância de Gower é calculada por meio da expressão:

$$d_{(ij)k} = \frac{1}{V} \sum_{j=1}^v \frac{|Y_{ij} - Y_{i'j}|}{R_j}$$

Em que:

R_j : Amplitude de variação verificada na j -ésima característica.

Essa medida de distância varia de 0 a 1.

3.2.2 Medidas de agrupamento

A análise de agrupamento tem por finalidade reunir, por algum critério de classificação, as unidades amostrais em vários grupos, com base nas medidas das características mensuradas, de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos. Este processo de agrupamento envolve basicamente duas etapas, onde a primeira relaciona-se com a estimativa de uma medida de similaridade (ou dissimilaridade) entre os materiais a serem amostrados e a segunda, com a adoção de uma técnica de agrupamento para a formação dos grupos (CRUZ et al., 2004).

As cultivares avaliadas foram agrupadas seguindo os critérios de dissimilaridades pelo método hierárquico das médias aritméticas das medidas de dissimilaridades (UPGMA).

O método UPGMA irá agrupar as cultivares aos pares, utilizando médias aritméticas das medidas de dissimilaridade, que evita caracterizar a dissimilaridade por valores extremos (máximo ou mínimo) entre os genótipos considerados. Neste método, o dendrograma é estabelecido pelos genótipos com maior similaridade (CRUZ et al., 2003).

O método de ligação média não ponderada entre grupos, mais conhecido como UPGMA, trata-se de uma técnica de agrupamento que utiliza as médias aritméticas (não ponderadas) das medidas de dissimilaridade, evitando assim caracterizar a dissimilaridade por valores extremos (mínimo e máximo) entre os genótipos considerados.

$$d_{(ij)k} = \text{média } (d_{ik}; d_{jk}) = \frac{d_{ik} + d_{jk}}{2}$$

em que:

$d_{(ij)k}$ = distância média entre o grupo ij e o acesso k;

d_{ik} = distância entre os acessos i e k; e

d_{jk} = distância entre os acessos j e k.

3.2.3 Padronização dos dados

A padronização dos dados foi realizada, de acordo com Cruz e Regazzi (2004), por:

$$x_{ij} = \frac{X_{ij}}{S(X_j)}$$

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

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

é a distância genética baseada em dados padronizados e n é o número de caracteres analisados

em que:

x_{ij} : é a observação no i-ésimo genótipo ($i=1,2,...,p$), em referência ao j-ésimo caráter ($j=1,2,...,n$) estudado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização morfoagronômica

Observou-se variação nos dados morfoagronômicos tanto para todos os caracteres para as 18 cultivares de guaranazeiro, sendo possível obter proporções fenotípicas para cada característica (Tabela 3).

Tabela 3. Proporções fenotípicas encontradas para os caracteres morfoagronômicos tanto qualitativos quanto quantitativo entre 18 cultivares de guaranazeiro.

Descritores Morfoagronômicos	Proporções fenotípicas
Comprimento dos ramos (PLCR)	61,1% médio; 38,9% longo
Arquitetura da planta (PLAR)	61,1% semi ereta; 27,8% decumbente; 11,1% ereta
Forma dos frutos (FOFM)	55,6% oval; 33,3% elíptica, 11,1% oblongo
Cor da Folha jovem (FOCJ)	38,9% verde arroxeada; 33,3% verde clara; 16,7% marrom
Pigmentação antocianínica da folha jovem (FOPA)	94,4% ausente; 5,6% presente
Coloração verde da folha (FOVF)	27,8% escura; 16,6% amarela; 5,6% clara
Inten. Pigmen. Antoc. Folha (FOIP)	33,3% fraco; 27,8% médio
Bulado superfície da face superior do limbo (FOBL)	55,6,% fraco; 33,3% médio
Brilho da face superior da folha (FOBS)	44,4% médio; 27,8% fraco
Rudimentos foliares na raquis (FORF)	66,7% ausente; 33,3% presente
Forma dos rudimentos foliares na raquis (FOFR)	66,7% alada, 33,3% marginada
Densidade de frutos (RADF)	66,7% alta; 33,3% média
Comprimento do racemo (RACO)	83,3% longo; 16,7% médio
Forma do fruto (FRFO)	66,7% globosa; 27,8% obovada; 5,6% elíptica
Coloração do fruto (FRCO)	27,8% vermelha amarelada; 22,2% vermelha; 16,7% vermelha alaranjada
Fruto superfície do pericarpo (FRSP)	83,3% lisa; 16,7% rugosa
Tamanho do fruto (FRTM)	72,2% médio, 16,7% grande; 5,6% pequeno
Fruto intensidade do brilho (FRIN)	50% médio; 27,8% forte; 22,2% fraco
Época de maturação dos frutos (EPMF)	50% precoce; 50% médio
Produtividade de sementes (PROD)	33,3% 1,02 - 1,14 kg/semente/planta; 27,8% 1,48-1,60 kg/semente/planta

As características relativas ao porte das plantas das cultivares implicam em dois descritores qualitativos: comprimento dos ramos (PLCR) e arquitetura das plantas (PLAR). Em relação ao primeiro descritor observa-se que 61,1% das cultivares avaliadas apresentam como característica comprimento médio dos ramos enquanto 38,9% apresentam comprimento longo dos ramos. Já o descritor arquitetura da planta, teve predominância da característica planta semi ereta (61,1%), seguida de 27,8% da característica planta ereta.

A característica relativas a folha das cultivares avaliadas são representadas por nove descritores morfoagronômicos, sendo que para o caráter forma das folhas (FOFM), 55,6% das cultivares avaliadas apresentam folhas do tipo oval, enquanto que 33,3% apresentam folhas do tipo elípticas. Para o caráter cor da folha jovem (FOCJ) observou-se que 38,9% das cultivares apresentam folhas verdes arroxeadas, enquanto que 33,3% apresentam folhas verdes claras. Em relação à presença da pigmentação antocianínica na folha jovem (FOPA) somente 5,6% das cultivares possuem pigmentação e 94,6% não apresenta pigmentação antocianínica na folha jovem, e quanto a intensidade da pigmentação (FOIP), 38,9% apresentaram intensidade baixa, 33,3% intensidade média e 27,8% intensidade alta. Em 55,6% das cultivares apresentaram o bulado da superfície da face superior do limbo (FOBL) fraco e 33,3% apresentaram bulado médio. Quanto ao brilho da face superior da folha (FOBS), 44,4% das cultivares apresentaram brilho fraco e 27,8% brilho fraco. A coloração verde escura das folhas (FOVF) tem predominância em 27,8% das cultivares, já 16,6% apresentam a característica de coloração amarela das folhas.

O caráter rudimentos foliares na raquis (FORF) é definido como a parte do eixo da folha composta onde se inserem os folíolos e que está no prolongamento do pecíolo, este pode estar presente ou ausente nas cultivares apresentando a característica de exalada, já quando presente apresenta as características de alada e marginada. Das 18 cultivares avaliadas 66,7% apresentam rudimentos foliares na raquis e 33,3% não apresentam esse descritor morfoagronômico. Das cultivares que apresentam rudimentos foliares na raquis 66,7% apresentam rudimentos do tipo alada e 33,3 do tipo marginada.

O fruto das cultivares avaliadas apresentam cinco características morfoagronômicas: forma do fruto, coloração do fruto, tamanho, intensidade do brilho e superfície do pericarpo. O caráter forma do fruto apontou que 66,7% das cultivares avaliadas apresentam fruto no formato globosa, e as demais cultivares estão divididas em 27,8% com frutos obovada e 5,6% com fruto do tipo elíptica. Para o caráter coloração dos frutos, evidenciou que 27,8% das cultivares apresentam frutos vermelha amarelada, enquanto que 22,2% apresentam frutos vermelha, e apenas 16,7% frutos vermelha alaranjada. O caráter tamanho dos frutos demonstrou que 72,2% das cultivares apresentam frutos com tamanho médio e 16,7% frutos com tamanho grande. A característica intensidade do brilho dos frutos das cultivares apontou que, 50% das cultivares avaliadas apresentam frutos com média

intensidade do brilho e que 27,8% apresentam frutos com forte intensidade do brilho. A característica superfície do pericarpo dos frutos das cultivares, estabeleceu que 83,3% dos frutos são lisos e 16,7% são rugosos.

Quanto a época de maturação dos frutos (EPMF) 50% das cultivares apresentaram ciclo precoce e 50% ciclo médio para produção.

A produtividade de sementes por cultivar apontou que 33,3% das cultivares avaliadas apresentaram a produtividade média de 1,02 – 1,14 kg/semente/planta, enquanto que 27,8% das cultivares tem produtividade média de 1,48 – 1,60 kg/semente/planta. A avaliação da produção, ao nível de média por planta foi realizada utilizando os dados de 10 anos de colheita.

A precocidade é uma importante característica, pois representa a possibilidade da realização de até três cultivos por ano, compreendendo os cultivos de sequeiro e irrigado; favorecendo o aumento e/ou estabilização da produção e em regiões com longos períodos de estiagem (CISSE et al., 1995; MACHADO et al., 2008).

Em estudos realizados por Elisvane Silva de Assis (2011) foi possível observar variação nos dados morfológicos qualitativos avaliados entre as 140 matrizes de gabirobeiras estudados. Porém, as características que se destacaram nos frutos de gabirobeiras: frutos glabros e coloração externa amarelada, presença de brácteas, mucilagem incolor, textura gelatinosa e sementes amareladas.

A Tabela 4 caracteriza as 18 cultivares de guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*), utilizando 20 descritores morfoagronômicos obtidos por meio da moda das variáveis qualitativas de cada descritor.

Tabela 4 – Caracterização de 18 cultivares de guaranazeiro utilizando 20 descritores morfoagronômicos.

Cultivar	Clone	Descritores*																			
		PLCR	PLAR	FOFM	FOCJ	FOPA	FOVF	FOIP	FOBL	FOBS	FORF	FOFR	RADF	RACO	FRFO	FRCO	FRSP	FRTM	FRIN	EPMF	PROD
BRS Marabitaná	601	5	5	1	3	2	2	3	5	3	1	1	3	7	2	5	2	7	7	5	1,50
BRS Luzéia	626	5	3	3	2	2	2	7	3	5	1	1	2	7	1	3	1	7	5	5	1,60
BRS CG648	648	7	5	1	1	2	4	5	7	7	1	1	3	7	3	1	1	5	3	5	1,02
BRS CG610	610	5	7	1	1	2	1	5	3	3	2	2	3	7	3	4	1	5	5	3	1,10
BRS Maués	871	7	5	1	3	2	2	3	3	3	1	1	3	7	2	5	2	5	5	3	1,55
BRS CG882	882	5	5	2	3	2	2	1	5	5	2	2	2	7	2	4	1	5	5	3	1,09
BRS Cereçaporanga	861	5	5	2	4	2	2	5	5	5	1	1	3	5	3	4	1	5	5	5	1,30
BRS Mundurucânia	388	7	7	2	1	2	2	3	3	5	1	1	2	7	3	2	1	5	3	3	1,40
BRS CG611	611	7	7	2	4	2	3	7	7	7	1	1	2	7	3	5	1	5	5	3	1,39
BRS Andirá	624	5	5	3	3	2	2	5	5	5	1	1	3	7	3	2	2	5	3	5	1,40
BRS Amazonas	300	5	7	1	1	2	3	7	7	7	2	2	3	7	3	4	1	5	5	5	1,49
BRS CG608	608	5	5	2	3	2	3	7	7	7	2	2	3	7	2	1	1	5	3	5	1,30
BRS CG189	189	7	5	1	3	2	3	3	5	5	1	1	2	7	3	3	1	5	5	3	1,02
BRS CG505	505	5	5	1	1	2	4	3	3	3	2	2	3	7	3	6	1	5	7	5	1,13
BRS CG 612	612	7	3	1	3	2	4	3	3	3	2	2	3	7	3	4	1	7	5	5	1,09
BRS Saterê	347	5	5	1	1	2	3	7	7	7	1	1	2	5	3	6	1	5	7	3	1,50
BRS CG 372	572	7	7	1	3	2	3	7	5	7	1	1	3	5	2	6	1	5	7	3	1,46
BRS CG850	850	5	5	2	2	2	2	5	5	5	1	1	3	7	3	6	1	3	7	3	1,34

*Planta Comprimento dos Ramos (PLCR); Planta Arquitetura (PLAR); Folha – Forma (FOFM); Folha - Coloração da Folha Jovem (FOCJ); Folha – Pigmentação Antocianínica (FOPA); Folha – Coloração Verde da Folha (FOVF); Folha – Intensidade da Pigmentação Antocianínica (FOIP); Folha – Bulado da Superfície da Face Superior do Limbo Foliar (FOBL); Folha – Brilho da Face Superior (FOBS); Folha – Rudimentos Foliares na Raquis (FORF); Folha – Forma dos Rudimentos Foliares na Raquis (FOFR); Racemo – Densidade dos Frutos (RADF); Racemo – Comprimento (RACO); Fruto – Forma (FRFO); Fruto – Coloração (FRCO); Fruto – Superfície do Pericarpo (FRSP); Fruto – Tamanho (FRTM); Fruto – Intensidade do Brilho (FRIN) ; Época de Maturação dos Frutos (EPMF); Produção de sementes secas por planta (PROD).

4.2 Divergência genética entre as 18 cultivares de guaranazeiro com base nos 20 caracteres morfoagronômicos

Com base na análise dos caracteres morfoagronômicos foi possível identificar as cultivares geneticamente mais similares (Tabela 5) e com menor similaridade genética (Tabela 6). BRS Mundurucânia

Tabela 5 – Medidas de similaridade de Gower (1971), baseadas em 20 características morfoagronômicas, apontando as cultivares mais similares.

Cultivares		Valor de Similaridade
BRS CG505	BRS CG612	0,823
BRS Amazonas	BRS CG608	0,820
BRS Mundurucânia	BRS CG189	0,807
BRS Cereçaporanga	BRS Andirá	0,805
BRS Marabitana	BRS Maués	0,796
BRS CG189	BRS CG611	0,784
BRS Andirá	BRS CG850	0,771
BRS CG610	BRS CG505	0,770
BRS Saterê	BRS CG372	0,717
BRS CG648	BRS Andirá	0,703

. De acordo com a distância genética proposta por Gower (1971) os pares de genótipos mais similares foram BRS CG505 e BRS CG612 (0,823), BRS Amazonas e BRS CG608 (0,820), BRS Mundurucânia e BRS CG189 (0,807), BRS Cereçaporanga e BRS Andirá (0,805), BRS Marabitana e BRS Maués (0,796), BRS CG189 e BRS CG611 (0,784), BRS Andirá e BRS CG850 (0,771), BRS CG610 e BRS CG505 (0,770), BRS Saterê e BRS CG372 (0,717), BRS CG648 e BRS Andirá (0,703).

Tabela 6 – Medidas de similaridade de Gower (1971), baseadas em 20 características morfoagronômicas, apontando as cultivares menos similares.

Cultivares		Valor de Similaridade
BRS CG 372	BRS CG850	0,573
BRS CG189	BRS CG850	0,585
BRS Saterê	BRS Andirá	0,628
BRS CG189	BRS Luzéia	0,640
BRS CG850	BRS CG612	0,646
BRS CG505	BRS Saterê	0,663
BRS CG611	BRS CG882	0,688
BRS Marabitana	BRS CG850	0,699

Os pares de genótipos menos similares foram BRS Marabitaná e BRS CG850 (0,699), BRS CG611 e BRS CG882 (0,688), BRS CG505 e BRS Saterê (0,663), BRS CG850 e BRS CG612 (0,646), BRS CG189 e BRS Luzéia (0,640), BRS Saterê e BRS Andirá (0,628), BRS CG189 e BRS CG850 (0,585), BRS CG 372 e BRS CG850 (0,573).

Os genótipos BRS CG505 e BRS CG612 mostram-se como os mais similares entre todos os demais pares estudados (0,823) (Tabela 5), indicando que estes dois genótipos apresentam diversas características idênticas para os 20 caracteres morfoagronômicos estudados. A similaridade entre esses dois genótipos ocorreu em função de 13 descritores morfoagronômicos, que apresentaram as seguintes características similares: a forma das folhas são ovais, com a presença de pigmentação antocianínica com teor baixo, a coloração verde é do tipo amarelada, sendo que o bulado da superfície da face superior do limbo foliar e o brilho são fracos, são dotados de rudimentos foliares na raquis sendo do tipo marginada. Para o descritor densidade de frutos, as cultivares apresentam alta taxa de frutos no racemo, onde são caracterizados como longos. Os frutos das cultivares similares é do tipo globosa, a superfície do pericarpo dos frutos é do tipo lisa e por fim a época de maturação dos frutos das cultivares é caracterizada como médio.

Os genótipos BRS CG 372 e BRS CG850 como os menos similares (0,573) (Tabela 6), ou seja, esses genótipos apresentam características distintas para as variáveis estudadas. As cultivares apresentaram menor valor de similaridade em função da semelhança de apenas sete características morfoagronômicas, destacando-se: as folhas dessas cultivares apresentam pigmentação antocianínica, o bulado da superfície da face superior do limbo foliar é médio, as cultivares são dotadas de rudimentos foliares do tipo alada. O descritor densidade de frutos apresentam alta taxa de frutos por racemo, os frutos apresentam a superfície do pericarpo lisa e a intensidade do brilho dos frutos é classificado como forte.

Os genótipos menos similares BRS CG 372 e BRS CG850, BRS CG189 e BRS CG850, BRS Saterê e BRS Andirá apresentam baixos valores de similaridade entre 0,537 – 0,628, e esse valor estabelece que essas cultivares se destacam de todas as demais, podendo ser utilizadas futuramente em um programa de hibridação controlada a fim de gerar as características desejáveis,

ou seja, reunir em uma população alelos favoráveis presentes em dois ou mais genótipos, permitindo associar, em um único indivíduo características que se encontram em indivíduos separados. Tal método de melhoramento é capaz de ampliar a variabilidade, possibilitando que se realize a seleção de novos materiais.

A estimativa da divergência genética em relação as 18 cultivares avaliadas com base nas variáveis qualitativas e produção totalizando 20 caracteres morfoagronômicos apontou divergência entre todas as cultivares avaliadas. Com isso foram estabelecidas as cultivares mais similares e menos similares e dessa forma pode-se escolher as cultivares para assegurar a obtenção da população segregante, sendo utilizados os mais dissimilares para produzirem populações segregantes com maior variabilidade genética e possibilidade de obtenção de maior valor heterótico em seus híbridos.

Um método usado para estimar a diversidade genética de germoplasma é o de natureza preditiva que tomam por base as diferenças morfológicas, agronômicas e moleculares, quantificando-as por alguma medida de dissimilaridade que expressa o grau de diversidade genética entre os genótipos. Independente do tipo de variável em estudo, as medidas de dissimilaridade são frequentemente interpretadas e visualizadas por técnicas multivariadas (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

Nos trabalhos propostos por Assis (2011), em estudo para estimar a divergência genética de goiabeira (*Campomanesia* spp), relatou que a análise dos dados morfológicos qualitativos e quantitativos foi possível identificar os indivíduos mais dissimilares fenotipicamente e também os mais semelhantes. A distância média observada entre todas as matrizes com base na análise de Gower foi de 0,207 e a máxima observada foi de 0,458 entre os indivíduos 131 de Jataí e 139 de Serranópolis,

Conforme observado no trabalho de Moura et al. (2010) no estudo da diversidade genética de pimentas utilizando a distância de Gower (1971) demonstrou maior amplitude de variação para o material em estudo. Para este estudo a variação entre os indivíduos foi maior com o uso da análise conjunta dos dados. Mesmo assim, podem ser observadas em ambas as análises que o agrupamento das matrizes está relacionado com as regiões geográficas onde

foram coletados, pois indivíduos de um mesmo Município foram agrupados de forma semelhante.

Nos estudos propostos por Moura (2010), utilizando a distância de Gower para estimar a divergência genética em germoplasma de pimenta, em sua análise conjunta de todos os descritores morfoagronômicos, identificou-se que, os acessos UENF 1709 e UENF 1791 foram os mais distantes, com magnitude 0,62, enquanto UENF 1787 e UENF 1798 foram os mais similares, com valor de 0,17. A distância média observada entre os acessos foi 0,40.

O dendrograma (Figura 8) formado pelo método hierárquico UPGMA, obtido a partir da distância genética de Gower, entre os grupos, permite a formação de quatro grupos, utilizando como ponto de corte o valor de 0,64. O grupo I composto por quatro cultivares (BRS CG882, BRS CG612, BRS CG505 e BRS CG610). O grupo II formado por três cultivares (BRS CG608, BRS Amazonas e BRS CG648). O grupo III formado por cinco cultivares (BRS CG372, BRS Saterê, BRS CG611, BRS CG189 e BRS Mundurucânia). O grupo IV formado por seis cultivares (BRS Luzéia, BRS CG850, BRS Andirá, BRS Cereçaporanga, BRS Maués, BRS Marabitana).

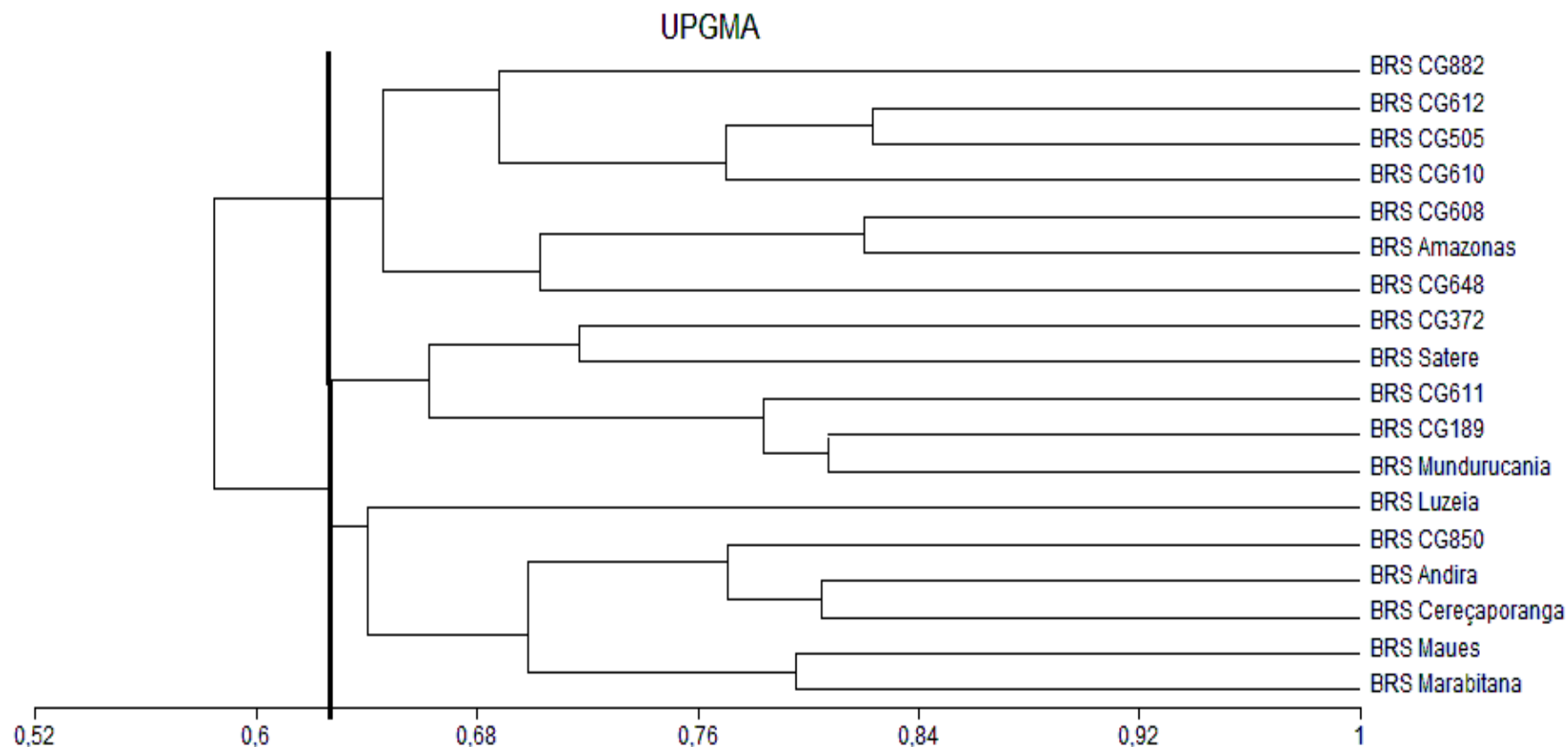


Figura 8 - Dendrograma de similaridades genéticas entre 18 cultivares de *Paullinia cupana* var. *sorbilis*, obtido pelo método hierárquico UPGMA, com base em 20 descritores morfoagronômicos, utilizando-se o Coeficiente de similaridade geral de Gower.

O número de grupos formados (quatro) e o número de cultivares por grupo, considerando o número de cultivares analisadas (dezoito) e o valor de similaridade usando o ponto de corte (0,64), demonstra grande divergência genética entre os acessos. Os acessos mais similares, BRS CG505 e BRS CG612, e os menos similares, BRS Marabitaná e BRS CG850.

As distâncias, tanto a menor quanto a maior refletem bem as características das cultivares. Em relação aos grupos formados (Tabela 7), o grupo II reuniu uma menor quantidade de cultivares, enquanto que o grupo IV reuniu a maioria das cultivares estudadas quanto às características qualitativas e quantitativa avaliadas. A análise conjunta de natureza quantitativa e qualitativa permitiu uma melhor compreensão das características consideradas no estudo.

No grupo I formado por quatro cultivares, inclui plantas de com 5 características idênticas, as folhas apresentam pigmentação antocianínica e rudimentos foliares na raquis do tipo marginada, o racemo apresenta características de longo e alta densidade de frutos. Nas características dos frutos as cultivares BRS CG612, BRS CG610 e BRS CG505 apresentam a forma do fruto globosa, a superfície do pericarpo dos frutos é lisa e a coloração é do tipo vermelha amarelada. Na característica quantitativa as cultivares desse grupo possuem variabilidade para o descritor produção (PROD), onde as cultivares apresentam produtividade superior a 1 kg/semente/planta.

No grupo II formado por três cultivares, onde as plantas apresentam a coloração da folha jovem verde clara, a intensidade da pigmentação antocianínica das folhas é alta, o bulado da superfície da face superior do limbo foliar é caracterizado como forte e o brilho da face superior das folhas é do tipo forte. Quanto os frutos a densidade do racemo é caracterizado, como de alta produção de frutos e com o comprimento longo, a superfície do pericarpo dos frutos é lisa, o tamanho característico é médio e a época de maturação é média. Quanto ao descritor produção as cultivares desse grupo apresentam produtividade superior a 1 kg/semente/planta.

O grupo III constituído de 5 cultivares, as plantas apresentam 8 características idênticas para os 20 descritores morfoagronômicos, tendo como destaque os seguintes caracteres: as plantas apresentam comprimento longo dos ramos, as folhas são dotadas de pigmentação antocianínica e não

apresentam rudimentos foliares na raquis classificada como exalada. Quanto as características dos frutos das cultivares, a forma é globosa, a superfície do pericarpo é lisa e a época de maturação dos frutos é classificada como média.

O grupo IV apresenta seis cultivares, com plantas que apresentam sete características idênticas em relação a caracterização morfoagronômica. Os indivíduos caracterizados apresentam comprimento dos ramos médio, a característica da arquitetura é semi-ereta, as folhas apresentam pigmentação antocianínica, são desprovida de rudimentos foliares na raquis caracterizando como exalada. As plantas apresentam alta densidade de frutos, onde o comprimento dos ramos do racemo é caracterizado como longo. Em relação a produtividade das plantas os cultivares BRS Maués e BRS Marabitaná apresentam elevada produção de frutos, com produtividade de 1,55 kg/semente/planta.

O grupo V reúne os genótipos mais produtivos entre os 18 cultivares avaliados para o descritor produção (PROD), onde o cultivar BRS Luzéia apresenta uma produtividade média em torno de 1,60 kg/semente planta, seguido do genótipo BRS Maués com 1,55 kg/semente planta e BRS Marabitaná com 1,50 kg/planta semente.

As cultivares BRS CG505 e BRS CG612, BRS Amazonas e BRS CG608, BRS Mundurucânia e BRS CG189, BRS Cereçaporanga e BRS Andirá, mesmo apresentando altos valores de similaridades genéticas entre os pares, são genótipos promissores em programas de melhoramento genético pela sua alta produtividade mantendo uma média acima de 1,0 kg/semente planta. Em relação aos genótipos mais similares (BRS CG505 e BRS CG612) estas cultivares apresentam produtividade em torno de 1,13 kg/semente planta e 1,09 kg/semente planta.

As estimativas das distâncias genéticas permitiram a formação de quatro grupos distintos, pelo método hierárquico UPGMA (Tabela 8). O resultado indica que a divergência genética entre as cultivares avaliadas, atualmente em uso no programa de melhoramento genético do guaranazeiro da Embrapa Amazônia Ocidental não é grande. Já o trabalho feito por Nascimento Filho et. al. (2001), que concluíram que a divergência genética entre os clones de guaranazeiro utilizados no programa de melhoramento genético da Embrapa Amazônia Ocidental não é grande. O estudo consistiu em estimar a divergência

genética de 148 clones de guaranazeiro, por meio da análise de agrupamento, em que a medida de dissimilaridade utilizada foi à distância euclidiana média e o método de agrupamento, o de otimização de Tocher. Com base nas distâncias genéticas, foram formados cinco grupos distintos para 18 genótipos, constatando-se que a divergência genética entre os clones é grande

Tabela 7 – Grupos de cultivares estabelecidas pelo método hierárquico UPGMA, com base na similaridade expressa pela distância de Gower.

Grupo	Genótipos (clones)
1	BRS CG882, BRS CG612, BRS CG505 e BRS CG610
2	BRS CG608, BRS Amazonas e BRS CG648
3	BRS CG372, BRS Saterê, BRS CG611, BRS CG189 e BRS Mundurucânia
4	BRS Luzéia, BRS CG850, BRS Andirá, BRS Cereçaporanga, BRS Maués, BRS Marabitaná

Cruz (1990), em seus estudos relata que a seleção de progenitores para serem utilizados em cruzamentos tem sido realizada, algumas vezes, tomando-se a diversidade geográfica como indicador de diversidade genética. Entretanto este método tem recebido críticas, pelo fato de não quantificar a divergência entre as populações, e, em muitos casos, por não existir relação entre a divergência genética e a diversidade geográfica.

Nascimento Filho et al. (1992), avaliando a estimativa da divergência genética na cultura do guaranazeiro, relatam que apresenta duas vantagens, primeiro a identificação de progenitores com máxima divergência genética, destinados a futuros cruzamentos e segundo consiste na identificação de progenitores produtivos com máxima similaridade genética destinados à propagação vegetativa

Os genótipos mais produtivos de cada grupo devem ser inter cruzados, para se obter populações segregantes com possibilidades de superioridade sobre os pais, a partir de cruzamentos biparentais. Ferreira (1993) relata em milho, que o fato de dois genitores serem divergentes não implica em superioridade de seus híbridos. Já Oliveira (1995) afirma que a média de uma população segregante depende da frequência dos locos fixados com alelos favoráveis, e da frequência de locos em heterozigose.

A análise de dispersão gráfica pelo método PCO case scores (Gower General Similarity Coefficient) (Figura 9) apresentou boa concordância com a análise de agrupamento pelo método hierárquico UPGMA (Figura 8). Pode-se

considerar a formação de quatro grupos; um composto por seis cultivares (BRS Marabitaná, BRS Maués, BRS Andirá, BRS Luzéia, BRS Cereçaporanga, BRS CG850). Esse grupo concorda com o grupo IV formado pelo agrupamento utilizando o método hierárquico UPGMA. O outro grupo é formado por cinco cultivares (BRS Mundurucânia, BRS CG372, BRS CG611 e BRS Saterê). A formação desse grupo concorda com o grupo 3 formado pelo método hierárquico UPGMA.

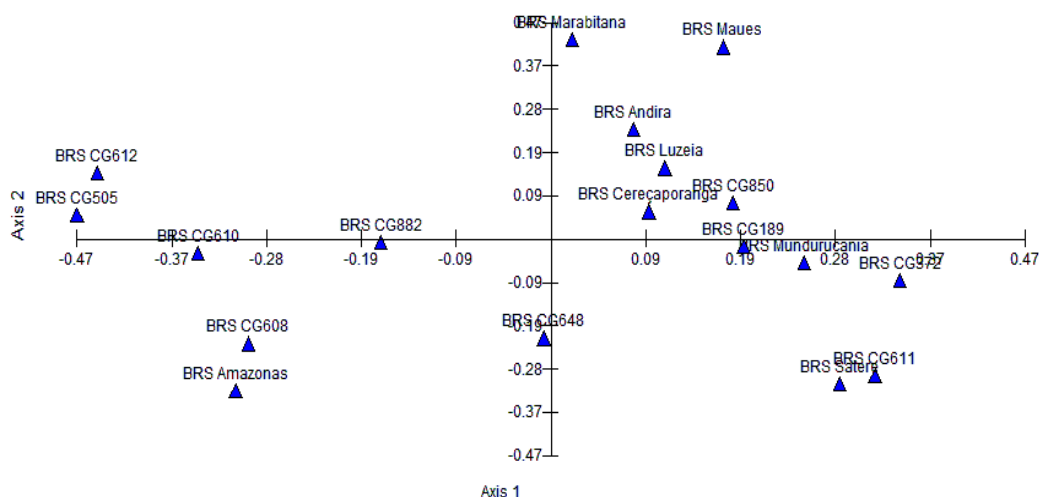


Figura 9 – Análise de dispersão gráfica pelo método PCO case scores (Gower General Similarity Coefficient) para 18 cultivares de guaranazeiro, utilizando 20 descritores morfoagronômicos.

Verifica-se que com o critério de agrupamento utilizado a única mudança ocorrida foi em relação ao agrupamento da cultivar BRS CG612 e BRS CG 505 que pelo método PCA foi agrupado isoladamente das cultivares BRS CG610 e BRS CG882.

Nos estudos propostos por Chaves (2006) analisando a caracterização e a diversidade genética de acessos de pimenta-de-cheiro, utilizando a análise de dispersão gráfica pelo método PCO, apresentou a formação de quatro grupos, verificando que o critério de agrupamento utilizando a técnica a única mudança ocorrida foi em relação ao agrupamento do acesso 4 que pelo método PCO foi agrupado com os acessos 3 e 10 e pelo UPGMA não foi agrupado com outros acessos.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que:

- a) O método de GOWER foi eficiente na discriminação dos grupos, considerando os 20 descritores morfoagronômicos, demonstrando que a análise simultânea de dados qualitativos e quantitativos é viável e pode permitir uma maior eficiência no conhecimento da divergência genética entre as cultivares em uso no programa de melhoramento genético da Embrapa Amazônia Ocidental.
- b) Os genótipos mais similares são: BRS CG505 e BRS CG612 (0,823); BRS Amazonas e BRS CG608 (0,820); BRS Mundurucânia e BRS CG189 (0,807); BRS Cereçaporanga e BRS Andirá (0,805); BRS Marabitana e BRS Maués (0,796); BRS CG189 e BRS CG611 (0,784); BRS Andirá e BRS CG850 (0,771); BRS CG610 e BRS CG505 (0,770); BRS Saterê e BRS CG372 (0,717); BRS CG648 e BRS Andirá (0,703).
- c) Os genótipos menos similares são: BRS Marabitana e BRS CG850 (0,699); BRS CG611 e BRS CG882 (0,688); BRS CG505 e BRS Saterê (0,663); BRS CG850 e BRS CG612 (0,646); BRS CG189 e BRS Luzéia (0,640); BRS Saterê e BRS Andirá (0,628); BRS CG189 e BRS CG850 (0,585); BRS CG 372 e BRS CG850 (0,573). Visando à exploração da heterose essas cultivares podem ser utilizadas em um esquema de hibridação controlada no programa de melhoramento genético do guaranazeiro.
- d) Com base nas distâncias genéticas de Gower, o dendrograma permitiu a formação de quatro grupos, evidenciando alta divergência genética entre os clones.
- e) A análise de dispersão gráfica pelo método PCO apresentou boa concordância com a análise de agrupamento pelo método hierárquico UPGMA e evidenciou grande variabilidade genética entre as cultivares de guaraná avaliadas no trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON TW. **An introduction to multivariate statistical analysis**. New York: John Wiley; Sons, 345 p. 1958.

AMORIM, E. P. et al. Divergência genética em genótipos de girassol. **Ciência Agrotecnologia**, v.31, n.06, p.1637-1644, 2007.

ARRIEL, N. H. C. et al. Genetic divergence in sesame based on morphological and agronomic traits. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.7, p.253-261, 2007.

ATROCH, A.L. Aspectos gerais da cultura do guaraná. **Journal of Japan**. v.204, p.53-59, 2002.

ATROCH, A. L. **Avaliação e seleção de progênies de meios irmãos de guaranazeiro (*paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) utilizando caracteres morfoagronômicos**. (Tese de Doutorado). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Manaus – AM, 2009, 72p.

BACCHI, E.M. (1996) “Controle de qualidade de fitoterápicos”. In: “**Plantas medicinais: Arte e Ciência - Um guia de estudo interdisciplinar**”. UNESP, São Paulo, cap.12, págs.169-186.

BARBIERI, R. L. Divergência genética entre populações de cebola com base em marcadores morfológicos. **Ciência Rural**, v.35, n.02, p.303-308, 2005.

BIODIVERSITY INTERNATIONAL. **Descritores de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**, 2007. Disponível em: [http://www.biodiversityinternational.org/index.php?id=19&user_biodiversitypublications_pi1\[showUid\]=3104](http://www.biodiversityinternational.org/index.php?id=19&user_biodiversitypublications_pi1[showUid]=3104). Acesso em 15/07/09.

BONETT, L. P.; GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; SCHUELTER, A.R.; VIDIGAL FILHO, P. S.; GONELA, A.; LANCANALLO, G. F. Divergência genética em germoplasma de feijoeiro comum coletado no estado do Paraná, Brasil. **Seminário: Ciências Agrárias**, v.27, n.4, p.547-560, 2006.

BUENO, L.C. et al. **Melhoramento genético de plantas: princípios e procedimentos**. Lavras: UFLA, 2001. 282 p.

CARVALHO, S.I.C.; et al. **Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) da Embrapa Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2003. 49p.

CHAPMAN, C. Principles of germplasm evaluation In: STALKER, H. T.; CHAPMAN, C. (Ed.). **Scientific management of germplasm, characterization, evolution, evaluation and enhancement**. Roma: International Board for Plant Genetic Resource, 1989, 454p.

COELHO, M.M. et al. Diversidade genética em acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência Rural**, v.37, n.5, p.1241-1247, 2007.

CRUZ, C. D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. Tese de Doutorado. Piracicaba: ESALQ, 1990. 188p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, v.2, 2003, 585p..

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994, 390p.

DUKE, J.A. **“Handbook of Medicinal Herbs”**, CRC Press. Florida, 1987, 349p.

GIACOMETTI, D. C. Recursos genéticos de fruteiras naturais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATURAIS, 1992. Cruz das Almas. **Anais...**Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1992, p.13-27.

GONÇALVES LSA; RODRIGUES R; AMARAL JUNIOR AT; KARASAWA M; SUDRÉ CP. Comparison of multivariate statistical algorithms to cluster tomato heirloom accessions. **Genetics and Molecular Research**, p.1289-1297, 2008.

FERREIRA, D. F. **Métodos de avaliação da divergência genética em milho e suas relações com os cruzamentos dialélicos**. Dissertação de Mestrado. Lavras: UFLA, 1993, 72p.

FREITAS, D.B., CARVALHO, C.R., NASCIMENTO FILHO, F.J., ASTOLFI FILHO, S. Karyotype with 210 chromosomes in guaraná (*Paullinia cupana* ‘Sorbilis’). **Journal of Plant Research**, v.120, p.399–404, 2007.

GOWER JC. A general coefficient of similarity and some of its properties. **Biometrics**, v.27, p.857-874, 1971.

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

HENMAN, A.R. (1982) J. **Ethnopharmacol.** v.6, p.311-38.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br. Acessado em 08 de outubro de 2008.

IBGE, Censo agrícola de 1999. <http://www.sidra.ibge.gov.br>

JARVIS, D.I. Los caracteres agromorfológicos y la selección y el mantenimiento que da el agricultor. In: **Training Guide for in situ conservation on-farm**. Roma: IPGRI, 2000.p.51-81.

LEFEBVRE, V.; GOFFINET, B.; CHAUVET, J. C.; CAROMEL, B., SIGNORET, P.; BRAND, R.; PALLOIX, A. Evaluation of genetic distances between pepper inbred lines for cultivar protection purposes: comparison of AFLP, RAPD

and phenotypic data. **Theoretical and Applied Genetics**, v.102, n.5, p.741-750, 2001.

MACHADO, C. de F.; NUNES, G. H. de S.; FERREIRA, D. F.; SANTOS, J. B. dos. Divergência genética entre genótipos de feijoeiro a partir de técnicas multivariadas. **Ciência Rural**, v. 32, n. 2, p. 251-258, 2002.

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

NASCIMENTO FILHO, F.J.; ATROCH, A.L. Guaranazeiro. In: BRUKNER, C.H. Melhoramento de fruteiras tropicais. Vicosa: UFV, p.291-307, 2002.

NASCIMENTO FILHO, F.J.; ATROCH, A.L.; SOUZA, N.R.; GARCIA, T.B.; CRAVO, M.S.; COUTINHO, E.F. Divergência genética entre clones de guaranazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.3, p.501-506, mar.2001.

NASCIMENTO FILHO, F. J.; CRUZ, C. D.; GARCIA, T. B. Divergência genética em plantas jovens de guaranazeiro e possibilidades de melhoramento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 12, p. 1571- 1577, dez. 1992.

NASCIMENTO FILHO, F.J.; GARCIA, T.B.; SOUZA, A.G.C.; SOUZA, N.R.; ATROCH, A.L. Recursos genéticos do guaraná. In: SOUZA, N.R.; SOUZA, A.G.C. (Ed.) **Recursos fitogenéticos na Amazônia Ocidental**: conservação, pesquisa e utilização. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, p128-141. 2001.

OLIVEIRA, L. B. **Alternativas na escolha dos parentais em um programa de melhoramento do feijoeiro**. Dissertação de Mestrado. Lavras: UFLA, 1995. 60p.

PEREIRA, F. H. F.; PUIATTI, M.; MIRANDA, G. V.; SILVA, D. J. H.; FINGER, F. L. Divergência genética entre acessos de taro utilizando caracteres morfoqualitativos de inflorescência. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.1, p.116-118, 2003.

PETERS, J. P.; WILLIAMS, T. L. towards better use of gene banks with reference to information. **Plant genetic Resources Newsletter**, v.60, p.22-32, 1984.

RAMOS, S. R. R.; FREIRE FILHO, MEIRELLES, A. C. de.; BARROS, G. B.; AZEVEDO, J.N. de.; SANTOS, E.P.A dos.; ROCHA, M. de M.; SANTOS, J.O.; GALVÃO, J. C.; OLIVEIRA, C. R. R.; SOBRAL, P. V. C.; RIBEIRO, V. Q.; WETZEL, M.M.V.S. Banco de germoplasma de *Vigna* sp.da Embrapa Meio-1 Norte: Status e prioridades para manejo. **Magistra**, v.18, n. especial, 2006.

RODRÍGUEZ VM; CARTEA ME; PADILLA G; VELASCO P; ORDÁS A. The nabicol: a horticultural crop in northwestern Spain. **Euphytica**, v.142, p.237-246, 2005.

SILVA, B. B. da.; RODRIGUES, E. V.; SILVA, K. J. D.; FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. de M. Variabilidade genética entre acessos de feijão-caupi de porte semiereto e ereto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2008, Brasília. **Anais...**Brasília: CENARGEN, 2008. 265p.

SIMÃO, A.M., J. MURADIAN; J.P.P. CARVALHO (1986) Síntese 10: 9-15.

SMITH, N.; ATROCH, A.L. Guarana's journey from regional tonic to aphrodisiac and global energy drink. Evidence- Based Complementary and Alternative Medicine, Oxford, n.5, 2007. eCAM, doi:10.1093/ecam/nem162.

SOBRAL, P. V. C. **CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS AFRICANOS DE FEIJÃO-CAUPI**. (Tese de Mestrado). Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina – PI, 2009, 132 pp.

SOUSA, N. R. **Variabilidade genética e estimativas de parâmetros genéticos em germoplasma de guaranazeiro**. Lavras: UFLA, 2003. 99p. (Tese – Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).

SUDAM, 1985. **Guaraná: aspectos agroeconômicos**. Região Norte. Belém. p.1-22.

SUTTON, B.C. The Genus *Glomerella* and it's anamorph *Colletotrichum*, p. 1-26. In: Bailey, J.A., Jeger, M.J. (Eds.) **Colletotrichum: biology, pathology and control**. CAB International, Wallingford, U.K. 1992.

TFOUNI, S.A.V.; CAMARGO, M.C.R.; VITORINO, S.H.P.; MENEGÁRIO, T.F.; TOLEDO, M.C.F. Contribuição do guaraná em pó (*Paullinia cupana*) como fonte de cafeína na dieta. **Revista de Nutrição**, v.20, n.1, p.63-68, 2007.

VALLS, J. F. M., Caracterização morfológica, reprodutiva e bioquímica de germoplasma vegetal. In: ENCONTRO SOBRE RECURSOS GENÉTICOS. **Anais...** Jaboticabal: FCAV, 1982. p.106-120.

VIANA, A. P. Genetic diversity in yellow passion fruit populations. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.6, p.87-94, 2006.

VIEIRA EA; CARVALHO FIF; BERTAN I; KOPP MM; ZIMMER PD; BENIN G; SILVA JAG; HARTWIG I; MALONE G; OLIVEIRA AC. Association between genetic distances in wheat (*Triticum aestivum* L.) as estimated by AFLP and morphological markers. **Genetics and Molecular Biology**, v.30, p.392-399, 2007.

OLIVEIRA, M. S. P.; AMORIM, E. P.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, D.F. Diversidade genética entre acessos de açaizeiro baseada em marcadores RAPD. **Ciências Agrotécnicas**. Lavras, v. 31, n. 6, p. 1645-1653, 2007.

ASSIS, E. S.; REIS, E.F.; NASCIMENTO, C.F.; SCATENA, N. F. Análise da diversidade genética de plantas de gabirobeiras com base em avaliações do desenvolvimento inicial. VII Seminário de Pós-graduação da Universidade Federal de Goiás, **Conpeex**, 2010.

CISSE, N.; NDIAYE, M.; THIAW, S.; HALL, A, E. Registration of "Mouride" cowpea. **Crop Science**, v. 35, p. 1215-1216, 1995.

MACHADO, C. de F.; TEIXEIRA, N. J. P.; FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. de M.; GOMES, R. L. F. Identificação de genótipos de feijão-caupi quanto à precocidade, arquitetura da planta e produtividade de grãos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 01, p. 114-123, 2008.

MOURA, M.C.C.L.; GONCALVES, L.S.A.; SUDRE, C.P.; RODRIGUES, R.; AMARAL JUNIOR, A.T.; PEREIRA, T.N.S. Algoritmo de Gower na estimativa da divergência genética em germoplasma de pimenta. **Revista Brasileira Horticultura**, v.28, n.2. abr. – jun. 2010.