

DÊNMORA GOMES DE ARAUJO

**CARACTERIZAÇÃO DE GERMOPLASMA DE
CUPUAÇUZEIRO (*Theobroma grandiflorum* Willd ex Spreng
Schum) UTILIZANDO DESCRITORES DE FRUTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. Samuel Pereira de Carvalho

LAVRAS

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Araujo, Dênmore Gomes de

Caracterização de germoplasma de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Willd ex Spreng Schum) utilizando descritores de fruto / Dênmore Gomes de Araujo. -- Lavras : UFLA, 2000.

65 p. : il.

Orientador: Samuel Pereira de Carvalho.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Cupuaçu. 2. *Theobroma grandiflorum*. 3. Caracterização de germoplasma. 4. Divergência genética. 5. Correlação entre caracteres. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.6

-633.743

DÊN MORA GOMES DE ARAUJO

**CARACTERIZAÇÃO DE GERMOPLASMA DE
CUPUAÇUZEIRO (*Theobroma grandiflorum* Willd ex Spreng
Schum) UTILIZANDO DESCRITORES DE FRUTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Lavras como parte das exigências do
Programa de Pós-graduação em Agronomia, área
de concentração Fitotecnia, para obtenção do
título de "Mestre".

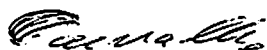
APROVADA em 24 de fevereiro de 2000

Prof. José Darlan Ramos

DAG/UFLA

Prof. Julio Silvio de Sousa Bueno Filho

DEX/UFLA



Prof. Samuel Pereira de Carvalho
DAG/UFLA
(Orientador)

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

*"Viver a Amazônia é fincar o pé na terra.
É entender o correr dos rios, em seu intenso ciclo de vida".*

Sebastião Tapajós e Nilson Chaves

A DEUS, pelo dom da vida .

À minha mãe, Brígida, pelo exemplo de mãe e mulher, transmitido pelo carinho, compreensão, dedicação e amor.

Ao meu pai José Maria, pelo amor e esforço para que eu pudesse alcançar meus objetivos.

Aos meus irmãos, José Luis e Junior, pelo grande amor, carinho e sentimento de união.

Aos meus amados sobrinhos, João Vitor e Luis Henrique.

OFEREÇO

*Ao Marcos que além do amor, proporcionou-me respeito,
compreensão e constante estímulo .*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pela constante presença em todos os momentos de minha vida.

Ao Prof. Dr. Samuel Pereira de Carvalho pela excelente orientação, amizade e exemplo de humildade e perseverança transmitidos no decorrer do curso.

A Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade de realização do curso.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo, através do programa PICDT/CAPES.

A EMBRAPA Amazônia Oriental pela liberação dos dados.

Ao pesquisador da EMBRAPA/CPATU Rafael Moysés Alves, pela amizade e empenho para liberação dos dados.

Aos professores José Dalam, Moacir Pasqual, Rovilson Sousa, do DAG/UFLA e Júlio Bueno, Daniel Ferreira e a mestranda Mônica Tomé do DEX/UFLA pela colaboração.

A todos os colegas e amigos do curso de Fitotecnia e de outros cursos, especialmente a Ana Cláudia, Sebastião Marcio, Ana Pamplona, André Rostand, Kátia, Bernado, Márcia, Rosângela, Miriam, Alessandra, Valter, José Luis, Humberto, Jurema, Wlisses, Juliano, Artiaga e Michela, pelo convívio saudável e ajuda no decorrer do curso.

As amigas Giuliana, Rinã e Sandra pelo convívio, amizade e união.

Aos pesquisadores da EMBRAPA Amazônia Oriental Marly Poltronieri, Socorro Padilha e Eniel David Cruz pelo incentivo, bem como aos funcionários Marcos Vinícius e Paulo de Tarso pela coleta dos dados e Sebastião, Dioberto e José Maria pela atenção e favores.

A Faculdade de Ciências Agrárias do Pará/FCAP, pela oportunidade, e em especial aos professores Irenice Maria Vieira, Waldenei Travassos, Geraldo Coqueiro, Pedro Gazel e a funcionária Selma pela atenção e confiança.

Aos casais Tadeu e Lúcia, Herácliton e Madalena e Ramon e Andréa pela excelente convivência

Aos amigos de Piracicaba, Edson, Gerlane, Marcelo, Michele, Rainério e Tadeu pelo carinho.

Aos meus queridos amigos Cléia, Lucionila, Silvia e Marco Antonio, que mesmo distante conseguiram se fazer presentes.

A Raimunda Piedade pelos favores sempre realizados.

Aos meus avós, tios, cunhadas e primos pelo amor e incentivo.

A todos que de alguma forma me ajudaram.

*É tão bonito quando a gente entende,
que se depende de tanta, muita diferente gente,
onde quer que a gente vá.
É tão bonito quando a gente sente
que nunca está sozinho,
por mais que se pense estar ...*

Gonzaguinha

SUMÁRIO

Página

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 Considerações sobre a espécie.....	4
2.2 Distribuição geográfica.....	6
2.3 Condições climáticas e edáficas	7
2.4 Importância econômica.....	7
2.5 Importância do Banco de Germoplasma e sua descrição.....	9
2.6 Correlações entre caracteres	11
2.7 Divergência Genética.....	12
2.7.1 Análises multivariadas	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Material.....	21
3.2 Métodos	24
3.2.1 Análise de variância univariada e teste de médias.....	24
3.2.2 Estudo de correlações entre caracteres.....	24
3.2.3 Divergência genética.....	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Análise de variância.....	30
4.2 Correlações entre caracteres.....	38
4.3 Divergência genética	42
4.3.1 Análise de agrupamento pelo método de otimização de Tocher	42
4.3.2 Divergência genética por análise de componentes principais	48
4.4 Importância relativa dos caracteres	51
5 CONCLUSÕES	56
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

RESUMO

ARAUJO, Dênora Gomes. Caracterização de germoplasma de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Willd ex Spreng Shum) utilizando descritores de fruto. Lavras: UFLA, 2000. 65p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia).

A Região Amazônica é conhecida pela sua rica biodiversidade, principalmente em espécies vegetais. Dentre essas, destacam-se frutíferas com grande potencial comercial, como o cupuaçuzeiro, bastante conhecida na região por produzir frutos com polpa de excelente qualidade alimentícia e sementes ricas em gordura de grande valor econômico. Apesar dessas peculiaridades o cupuaçu apenas recentemente passou a ser conhecida em outras partes do país e poucos estudos, incluindo os básicos, foram realizados sobre a espécie. Este trabalho teve por objetivo a caracterização de alguns acessos de cupuaçuzeiro do Banco de Germoplasma da EMBRAPA/Amazônia Oriental, Belém, Pará. O presente estudo foi baseado em caracteres morfométricos de frutos de 27 clones de cupuaçuzeiro coletados nos anos 1997-1998 e 1998-1999. Realizou-se a análise de variância univariada dos dados obtidos, observando-se diferenças significativas entre os clones. Após, realizou-se o teste de Scott-Knott para comparação de médias. O clone 27 destacou-se por apresentar isoladamente as maiores médias para peso de fruto (2167,83g) e peso de polpa (978,75g). Análises de correlações entre frutos e sementes mostraram que, de modo geral, frutos mais compridos estão geneticamente associados a frutos mais pesados e conseqüentemente apresentam maiores pesos de casca, de polpa e de semente. Medidas de similaridades foram obtidas pelo método das distâncias de Mahalanobis. Os clones 17 e 27 apresentaram-se como os mais divergentes e os clones 13 e 20 foram os menos divergentes. Utilizou-se o método de agrupamento de Tocher baseado na Matriz de Mahalanobis. Foi observada a formação de cinco grupos de similaridade. As análises de componentes principais mostraram-se satisfatórias para estudo de divergência. Os dois primeiros componentes explicaram mais de 70% da variação total. A técnica de componentes principais também mostrou-se eficiente na identificação de caracteres redundantes, sugerindo-se para descarte as variáveis peso de fruto, comprimento de fruto e peso de semente. Após os descartes realizou-se a análise de agrupamento de Tocher com as oito variáveis remanescentes. Observou-se a formação de quatro grupos, evidenciando perda mínima de informação.

Orientador: Prof. Samuel Pereira de Carvalho – UFLA.

ABSTRACT

ARAUJO, Dênmora Gomes. Characterization of germoplasm of cupuaçuzeiro using fruit descriptors (*Theobroma grandiflorum* Willd ex Spreng Shum). Lavras: UFLA 2000. 65p. (Dissertation - Master in Crop Science).

The Amazon region is known for its rich biodiversity, mainly as far as vegetal species are concerned. Among them, stand out a great commercial potential, such as the cupuaçuzeiro, much-known in the region for producing fruits with pulp of excellent food qualities and seeds rich in great economical value fat. Despite these peculiarities, only recently did the cupuaçuzeiro become known in other regions of the country and few studies, including the basic ones, have been carried about the species. In this context, this research aimed to characterize some cupuaçuzeiro clones from the germoplasm collection of the research center of the EMBRAPA/Oriental Amazon of Belém, state of Pará. This study was based on the morfometric fruit characteristics of 27 cupuaçuzeiro clones whose fruits were collected during the years of 1997, 1998 and 1999. The univariate analysis of the data obtained was accomplished, significant differences being observed among the clones. Afterwards, the Scott-Knott's means comparison test was applied. Clone 27 stood out for faring the highest fruit and pulp average weight values. Correlation analyses among fruits and seeds showed that, are genetically associated with heavier fruits and hence present higher peel, pulp and seed weights. The quantification of genetic divergence among the clones was done through multivariate statistical analyses. The measurements of similarity were obtained by the Mahalanobis's distances method. Clones 17 and 27 presented the largest distance therefore they are more divergent and clones 13 and 20 presented the least distance between them. Tocher's grouping method, based on Mahalanobis's matrix was also used and the formation of five groups of similarity was observed. The analyses of main components were satisfactory for the study on divergence. The first two components explained more than 70% of the total variation. This technique was also efficient in the identification of redundant characteristics and it is suggested that the fruit and seed weight and fruit length variables be discarded. Tocher's grouping analyses were carried out following the discards, with the eight remaining variables. The formation of four groups was observed, making evident that the loss of information was minimal .

Adviser: Prof. Samuel Pereira de Carvalho – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A região Amazônica é considerada como o maior repositório de recursos genéticos vegetais do mundo, entre os quais estão algumas espécies frutíferas que apresentam potencialidade econômica. Dentre essas destacam-se o cupuaçu, o açaí, o bacuri, o muruci e outras que vêm despertando interesse no mercado.

A ocupação agrícola, realizada de modo inadequado na Amazônia, vem ocasionando perdas na diversidade genética de espécies nativas dessa região, o que poderia ser evitado com um programa de levantamento da variabilidade genética existente. Nesse contexto as frutíferas de modo geral devem merecer atenção, no sentido de sua domesticação e melhoramento, com o intuito de otimizar o aproveitamento dos recursos naturais disponíveis (Oliveira e Mota, 1991).

A necessidade de produtos com boas qualidades, assim como a obtenção de cultivares agronomicamente superiores têm exigido o aprimoramento de esquemas e condução dos projetos de melhoramento proporcionando impulso aos mesmos.

O sucesso desses projetos depende em parte da existência de bancos de germoplasma suficientemente diversificados. A grande diversidade dos materiais, e suas peculiaridades quase sempre tornam árduo o trabalho de criação e manutenção desses bancos, principalmente em se tratando de espécies perenes, as quais requerem um tempo maior para serem estudadas, objetivando a caracterização e a avaliação de genótipos.

Uma das maneiras para se iniciar a caracterização é formando banco de germoplasma, o qual é definido, segundo Ramalho, Santos e Pinto (1997), como o local onde são mantidas coleções de indivíduos visando preservar a variabilidade genética existente em uma ou mais espécies. É a partir da

disponibilidade de recursos genéticos para a obtenção de fonte de variabilidade que se pode aspirar a obtenção de genótipos superiores.

Ao se iniciar a caracterização de materiais do banco de germoplasma é necessária a utilização de descritores, os quais devem ser escolhidos minuciosamente para que não haja comprometimento na identificação dos genótipos. Técnicas multivariadas podem ser usadas, para melhor segurança, por possibilitarem a avaliação simultânea de vários caracteres. Hoje, a sua utilização se dá com auxílio dos recursos computacionais, permitindo rapidez e eficiência.

Enquanto algumas espécies vêm sendo intensamente melhoradas durante os últimos anos, outras, de menor importância econômica, não têm recebido a mesma atenção por parte dos melhoristas. Incluem-se, neste último grupo, muitas frutíferas tropicais, geralmente importantes em suas regiões de origem.

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Willd ex Spreng Schum) pertence à família Sterculiaceae, é nativo da Amazônia e vem despertando interesse devido às suas possíveis utilizações agroindustriais. Alguns anos atrás, sua produção era considerada semi-extrativista, mas vem despontando como uma das melhores e mais promissoras frutíferas daquela região, apresenta-se como uma alternativa rentável e economicamente viável. Atualmente já existem plantações em larga escala nos estados do Pará e Amazonas, sendo o primeiro o principal produtor. Entretanto, sua produção não tem sido suficiente para suprir a crescente demanda do mercado, sendo vários os problemas que afetam a produtividade.

Essa é uma cultura de divulgação recente no restante do país e poucos estudos foram desenvolvidos na Amazônia visando melhorar o seu potencial produtivo. A sua variabilidade genética constitui os recursos genéticos que precisam ser caracterizados, avaliados e aproveitados no processo de seleção de materiais, com vantagens sobre os atuais quanto à produtividade, qualidade do

fruto e resistência a doenças e pragas, visando atender o mercado atual e as tendências expansionistas do mesmo (Souza, 1996).

Considerando-se que um dos pontos básicos para o melhoramento de qualquer espécie é o estudo da sua variação natural, este trabalho teve por objetivo a caracterização de alguns acessos de cupuaçuzeiro pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma da EMBRAPA Amazônia Oriental/ Belém-PA.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Considerações sobre a espécie

O gênero *Theobroma* pertence à família Sterculiaceae, juntamente com os gêneros *Herrania*, *Guazuma* e *Cola*, sendo constituído basicamente de espécies arbustivas. As espécies são, em geral, umbrófilas, vivendo no sub-bosque da mata. As espécies estudadas do gênero *Theobroma* são diplóides, com um número de cromossomos $2n=20$, semelhantes ao de *Herrania* (Munôz Ortega, 1948 e Simmonds, 1954, citados por Monteiro, 1996).

A denominação cupuaçu tem como origem a língua tupi (kupu= que parece com o cacau + uasu= grande). Nas pequenas cidades da Região Amazônica utiliza-se também o termo “cupu” (Venturieri, 1993). É uma árvore de floresta, chegando atingir até 20m de altura e 45cm de diâmetro de tronco em estado silvestre. Quando cultivado, o porte varia de 6-10m (Calzavara, Muller e Kahwage, 1984).

As inflorescências estão localizadas nos ramos plagiotrópicos. São cimulosas de três a cinco flores ou mais, com pedúnculos curtos e espessos, cálice com cinco sépalas, corola com cinco pétalas, cada uma com sua base em forma de cógula e parte superior laminar de cor roxo-escura (Cavalcante, 1991). Neves, Silva e Moreira (1992), porém, encontraram variabilidade para a cor da pétala, sendo encontradas cores variando de creme a vermelho púrpura. As pétalas são estruturas que recobrem os estames, formando uma barreira morfológica entre os órgãos sexuais, evitando assim a autopolinização. Possuem cinco estaminóides petalóides de cor vermelho-escura, cinco estames, ovário obovado, com cinco lóculos multiovulados (Cavalcante, 1991).

O fruto é uma baga drupácea, elipsóide ou oblonga, com as extremidades obtusas ou arredondadas, variando de 15 a 35 cm de comprimento

por 10 a 15cm de diâmetro e peso médio de 1500g. Possui o epicarpo (casca) duro, lenhoso, porém, facilmente quebrável, recoberto de pêlos ferrugíneos. Abaixo deste há uma camada clorofilada verde, isto para o fruto maduro. Possui polpa aderida às sementes, de sabor ácido e cheiro agradável (Calzavara, Muller e Kahwage, 1984). Segundo Cavalcante (1970), citado por Calzavara, Müller e Kahwage (1984), as variedades são classificadas com base na forma do fruto, sendo: a) cupuaçu redondo – possui os frutos com extremidade arredondada, sendo a mais comum na região; b) cupuaçu mamorana – os frutos apresentam-se com a extremidade comprida, parecida com bico ou ponta, sendo a variedade que produz os frutos de maior tamanho e peso. Sua denominação deriva de sua semelhança com o fruto de Mamorana (*Bombax aquatica* Schum) e c) cupuaçu mamau – variedade encontrada na localidade de Pacajás, município de Cametá, no vale do rio Tocantins-PA, cujo frutos se caracterizam por não possuírem sementes.

O cupuaçuzeiro não apresenta sincronia entre plantas com relação à floração. Dados tomados por diversos autores demonstram que não há um período certo para o aparecimento das flores. Segundo Neves et al. (1993), a floração do cupuaçuzeiro, em 1989, na região de Belém-PA, teve início na primeira quinzena de junho, atingindo intensidade máxima entre agosto e outubro. Resultados diferentes foram obtidos por Alves et al. (1996) na mesma região, sendo que no ano de 1994 o início da floração se deu no mês de abril, ocorrendo o pico máximo entre os meses de julho a setembro. O mesmo autor observou que, no ano subsequente, a produção de flores foi inferior ao ano anterior. Houve também diferença no período de floração, ocorrendo seu início em maio, com um primeiro pico em setembro e um segundo em outubro. Outros autores, em diversos locais, observaram floração do cupuaçuzeiro, sendo que, em todas as observações, o período de floração coincide com o de menor precipitação pluviométrica e o de frutificação com o de maior precipitação

(Falcão e Lleras, 1983; Calzavara, Muller e Kahwage, 1984; Neves et al., 1993; Alves et al., 1996).

Estudos realizados por Silva (1996) demonstram ser a alogamia a forma predominante de reprodução do cupuaçuzeiro. Além de apresentar barreiras mecânicas, o cupuaçuzeiro apresenta elevado grau de auto-incompatibilidade, não aceita autofertilização e apresenta grande receptividade ao pólen de origem genética diferente. Cuatrecasas (1964) afirma que a presença de mecanismos de auto-incompatibilidade é característica do gênero *Theobroma*.

A polinização do cupuaçuzeiro é entomófila e para Silva (1976), existem vários polinizadores não específicos. Trabalhos realizados por Falcão e Lleras (1983) concluíram que o cupuaçuzeiro é visitado por algumas abelhas, sendo as mais frequentes *Frieseomelitta silvestri faceta* Moure, *Patrigona impuctata* Ducke e *Apis melifera adansoni*. Venturieri (1993) considera como polinizador efetivo do cupuaçuzeiro, a abelha sem ferrão *Plebeia minima*.

O cupuaçuzeiro, assim como o cacaueiro (*Theobroma cacao*), é bastante susceptível à doença conhecida como vassoura-de-bruxa, ocasionada por um fungo (*Crinipellis perniciosa*) que compromete diretamente a produção. Segundo Bastos (1990) essa doença tem ocasionado perdas de 70% na produção de plantios comerciais de cacau.

2.2 Distribuição geográfica

O cupuaçuzeiro é encontrado espontaneamente nas matas de terra firme e várzea alta na parte sul e leste do Pará, abrangendo as áreas do Médio Tapajós, rios Xingu e Guamá, alcançando o nordeste do Maranhão, principalmente nos vales dos rios Turiaçu e Pindaré. Também foi encontrado, provavelmente em estado nativo, na região do alto Itacaiúnas (município de Marabá-Pará) nas áreas de mata baixa, como planta emergente, ultrapassando 20 metros de altura e

também na mata virgem, rala e baixa, entre os municípios paraenses de Altamira e Itaituba (Cavalcante, 1991).

Atualmente, o cupuaçuzeiro é encontrado ao longo dos grandes rios, acompanhando os passos da penetração dos colonizadores, razão pela qual é observado em regiões distantes de sua “área de dispersão natural”, tais como Bahia, Rondônia, Acre, Iquitos (Peru), São Carlos (Venezuela) e Cali (Colômbia) (Calzavara, Muller e Kahwage, 1984).

2.3 Condições climáticas e edáficas

Diniz et al. (1984), considerando as condições climáticas das áreas de ocorrência natural e de cultivos do cupuaçuzeiro, onde foram coletados germoplasmas da espécie, verificaram as seguintes variações: temperatura média anual de 21,6°C a 27,5°C, temperatura média mensal de 24,2°C a 28,2°C, umidade relativa média anual de 77% a 88%, umidade relativa média mensal de 64% a 93% e total pluviométrico anual 1900 mm a 3100 mm.

O solo ideal para o cupuaçuzeiro é o tipo argiloso e bastante húmico (Ducke, 1953). A planta apresenta razoável desenvolvimento em latossolos de textura leve e excelente desenvolvimento quando plantada em solos de alta fertilidade, como os Podzólicos Eutróficos e os Latossolos Eutróficos (municípios de Uruçuca-BA, Jaru-RO e Nova Califórnia-AC). Também apresenta boa produtividade em várzea alta, todavia, não suporta cheias prolongadas (Venturieri, 1993).

2.4 Importância econômica

Em face da sua aceitabilidade no mercado regional, o cupuaçuzeiro evoluiu do extrativismo para o cultivo comercial (Homma, 1996). Segundo Rodrigues (1996), há boas perspectivas para a expansão do mercado consumidor, tanto do cupuaçu quanto de seus derivados, na própria Região

Amazônica, nas demais regiões do Brasil e no resto do mundo, fundamentalmente a Europa e Ásia.

De seu fruto, é extraído o principal produto, a polpa, que apresenta excelentes qualidades para a indústria alimentícia, sendo utilizada na fabricação de sucos, doces, sorvetes, geléias, compotas, iogurtes, néctares, entre outras utilidades.

Com relação a análise química da polpa, trabalho realizado por Martel (1992) demonstra que a mesma possui uma razoável quantidade de vitamina C e de fósforo, altos teores de pectinas e acidez, sendo, portanto, recomendada para a fabricação de néctar, sem necessitar de conservantes. Para Barbosa, Nazaré e Nagata (1978), a acidez natural do cupuaçu faz com que a qualidade do néctar seja preservada durante o armazenamento, podendo este se prolongar por até quinze meses sem que haja alteração nas propriedades organolépticas.

Um outro subproduto que pode ser extraído do fruto é a semente. Segundo Correa (1931) e Cavalcante (1991), a semente contém 48% de uma gordura branca e aromática e de grande digestibilidade, prestando-se para a fabricação de chocolate. Para Calzavara, Muller e Kahwage (1984), pode ser considerada como sucedânea da semente do cacau. O chocolate obtido a partir das amêndoas do cupuaçu apresenta características nutritivas similares ao obtido das amêndoas do cacau (Nazaré, Barbosa e Viégas, 1990). Berbert (1981), citado por Venturieri (1993) comparando a gordura de cupuaçu com a de cacau, constatou que a primeira é bem mais macia, característica que lhe confere potencial para ser utilizada na indústria de margarinas e cosméticos.

Apesar de todas essas possibilidades de uso, o cupuaçuzeiro apresenta problemas com relação à produção racional, sendo necessário buscar conhecimentos a respeito dessa espécie, com ajuda de várias áreas da ciência.

2.5 Importância do Banco de Germoplasma e sua descrição

A variabilidade genética, espontânea ou criada, é o ponto de partida de qualquer programa de melhoramento genético de uma espécie. Sua manipulação por meio de métodos adequados leva seguramente à obtenção de genótipos superiores com relação às características agrônômicas de interesse (Pereira, Carleto e Castro, 1988). Essa variabilidade apresentada pelos indivíduos constitui os recursos genéticos, que são coleções de germoplasma sob a forma de genótipos individuais, cuja caracterização e avaliação são imprescindíveis aos trabalhos de fitomelhoramento. Berreta (1997) ressalta que essa variabilidade é a garantia ante o perigo potencial representado pelos diferentes problemas como pragas, doenças, estresses ambientais e outros.

O conjunto dessas informações, em forma padronizada, dará apoio necessário para se manter o intercâmbio de materiais entre pesquisadores, auxiliando-os na escolha dos genótipos adequados às suas necessidades, tanto clones quanto progenitores. Desse modo, a “descrição” é valiosa para identificação dos genótipos (Castro e Bartley, 1983).

Vall (1997) relata que o germoplasma disponível para a pesquisa agrícola em instituições latino-americanas é de origem exótica. Algumas culturas com forte impacto na economia da América Latina têm seu melhoramento baseado na introdução e seleção entre acessos, e em cruzamentos de linhagens exóticas, mantidas em coleções de trabalhos reduzidos. Em paralelo, destacam-se relevantes produtos de origem local, nem sempre significativos na produção exportável, mas de marcada importância na dieta regional. Seria necessária a atribuição de prioridade à pesquisa dos recursos genéticos regionais.

O aproveitamento de recursos genéticos depende de sua caracterização e avaliação. A primeira vai de simples aspectos descritivos aos mais experimentais e a segunda deve ser realizada em comparação com materiais conhecidos, cujo desempenho seja algo mínimo a alcançar.

Uma vez que para o bom aproveitamento dos recursos biológicos e da biodiversidade é necessário preservá-los e conhecê-los, muitos esforços têm-se concentrado na caracterização genética (Lopes, 1997). Para Ramalho, Santos e Pinto (1997), o conhecimento da variação existente entre indivíduos e o quanto dela se deve às diferenças genéticas, facilita qualquer programa de melhoramento, por permitir o controle genético do caráter que está sendo. ⁷⁰⁰⁰Outro papel importante da caracterização dos recursos fitogenéticos, principalmente em banco de germoplasma, é a obtenção das características qualitativas e quantitativas que permitem eliminar duplicatas e realizar seleções (Astorga, 1991).

A caracterização morfológica é um dos itens mais importantes para a compreensão da variabilidade genética existente em uma coleção de germoplasma. A descrição acurada dos caracteres morfológicos exige estabelecimento prévio de listas de descritores, que proporcionam uma linguagem compreensível baseada no máximo de informações relativas aos recursos genéticos em estudo. O termo descritor se aplica a cada um daqueles caracteres considerados importantes e ou úteis para descrição de representantes de uma população (Alcazar, 1981, citado por Monçanto, 1997). Para caracterização de acessos de germoplasma deve-se buscar um mínimo de descritores que contenham o maior número de informações essenciais para a identificação e descrição de toda variabilidade abrangida pelos acessos de um banco (Monçanto, 1997).

Enríquez, Quirós e Lopez (1988) estudando a espécie *Theobroma cacao*, citam a grande importância do estudo das características fenotípicas do cacaueteiro para os programas de melhoramento, tanto nos trabalhos de seleção como nos de cruzamento. Essa informação é de grande utilidade não só regionalmente como também para o intercâmbio de material entre países.

2.6 Correlações entre caracteres

A associação entre duas características pode ser avaliada no seu modo mais simples, por meio de correlações fenotípicas, genotípicas e ambiental (Falconer, 1987). O seu conhecimento torna-se importante nos trabalhos de melhoramento, especialmente quando se tem um caráter que apresenta dificuldades na seleção, devido à baixa herdabilidade e, ou tenha problemas de medição e identificação (Cruz e Regazzi, 1997).

Correlações, todavia, não são medidas de causa e efeito. Para uma análise dessa natureza deve-se empregar métodos específicos, conforme descritos por Kempthorne (1966), citado por Vencovsky e Barriga (1992), visando investigar estas relações.

A maioria dos caracteres de importância econômica, como produtividade, apresenta herança complexa e pode envolver vários caracteres associados. O grau de correlação genotípica e fenotípica dos caracteres também é importante e para obtê-la é necessário ter estimativas das covariâncias genotípicas e fenotípicas. Essas correlações não são somente de interesse teórico, mas de valor prático, uma vez que a seleção objetiva geralmente a mudança de duas ou mais características simultaneamente (Robinson, Comstock e Harvey, 1951).

A correlação que pode ser diretamente mensurada em indivíduos de uma população é a fenotípica, a qual, porém, tem causas genéticas e ambientais. No entanto, só as causas genéticas envolvem uma associação de natureza herdável (Cruz e Regazzi, 1997). Assim, no melhoramento ocorre uma preocupação maior com a associação de natureza genética (Vencovsky e Barriga, 1992).

De acordo com Falconer (1987), a existência de associação entre caracteres depende de dois fatores: o genético e o ambiental. O pleitropismo, propriedade pela qual um gene afeta duas ou mais características, é o principal

responsável pela correlação genética, enquanto as ligações gênicas constituem uma causa transitória de correlação, particularmente em populações originadas de cruzamentos entre materiais divergentes. Quando dois caracteres são influenciados pelas mesmas diferenças de condições de ambiente, o efeito total de todos esses fatores torna-se a causa da correlação de ambiente.

Almeida (1991) estudando doze híbridos biclonais de cacau, observou elevadas correlações positivas genotípicas entre peso de sementes secas por planta e número de frutos sadios por planta. Todavia, em termos genéticos, à medida que ocorre o aumento do número de frutos produzidos por planta, verifica-se redução do índice de semente, peso das sementes secas por fruto e peso do fruto. Evidenciou-se também que o tamanho da semente pode ser aumentado sem afetar o número destas no fruto.

Em plantas jovens de cacau, Soria (1964) detectou coeficientes de correlação positivos e significativos, entre altura do fuste e rendimento médio, em número de frutos.

Em cacau, Dias, Kageyama e Castro (1997) observaram elevada correlação fenotípica entre peso de fruto e peso de casca, assim como entre peso de semente úmida e peso das amêndoas secas.

2.7 Divergência Genética

Estabelecer similaridade entre entidades biológicas sempre foi uma preocupação para os estudiosos das ciências naturais, particularmente para os que se dedicam à sistemática (Barros, 1991).

A diversidade existente em germoplasma de espécies de interesse tem sido explorada pelos programas de melhoramento genético de forma muito variável (Berreta, 1997).

Em programas de melhoramento genético via hibridação visando aumentar a produtividade, é necessário que as cultivares parentais tenham uma boa produtividade e uma ampla divergência genética entre si (Maluf e Ferreira, 1983). A ênfase da divergência está relacionada ao grau de diversidade dos parentais, como um importante fator que possa contribuir para a obtenção de heterose de alto rendimento ou para segregação transgressiva. A semelhança entre aparentados é indicativo de sua relação genética (Montalvan del Aguila, 1990).

A divergência genética baseada na composição genética de populações pode ser vista em relação à frequência de diferentes genótipos (distância genotípica) ou frequência de vários alelos em dado loco (distância gênica) (Ghaderi et al., 1984, citado por Montalvan del Aguila, 1990).

Para Cruz (1990), a análise de divergência genética vem sendo utilizada pelos melhoristas de plantas para investigar relações de parentesco, diversidade de origem geográfica, capacidade de combinação e heterose entre espécies e unidades subespecíficas. A divergência genética é geralmente quantificada por estatísticas multivariadas que permitem ao melhorista melhor inferência sobre os genótipos disponíveis. Estudos sobre divergência genética têm sido de grande importância em programas de melhoramento envolvendo hibridações, por fornecerem parâmetros para a identificação de progenitores que, quando cruzados, possibilitam maior efeito heterótico na progênie e maior possibilidade de obter genótipos superiores em gerações segregantes.

Inferências a respeito da divergência genética podem ser feitas a partir da heterose ou da capacidade específica de combinação, manifestadas numa série de cruzamentos. A divergência genética será tanto maior quanto mais contrastes tiverem os materiais, ou seja, está diretamente relacionada às diferenças nas frequências alélicas. Os modelos utilizados para estimar a heterose e capacidade

específica de combinação possuem o inconveniente de requerer um grande número de cruzamentos, o que tornaria oneroso o processo (Ribeiro, 1993).

2.7.1 Análises multivariadas

A análise multivariada é a abordagem estatística utilizada no estudo das relações entre variáveis correlacionadas. Possibilitando interpretações que não seriam possíveis com a análise de apenas um caráter individualmente (James e Mcculloch, 1990 e Dias, 1994). A sua utilização é necessária quando as variáveis envolvidas são consideradas simultaneamente.

Na estimação de parâmetros associados à divergência genética, vários métodos multivariados podem ser aplicados. Dentre eles citam-se a análise por componentes principais e por variáveis canônicas e os métodos aglomerativos. A escolha do método mais adequado tem sido determinada pela precisão desejada pelo pesquisador, pela facilidade da análise e pela forma como os dados foram obtidos (Cruz e Regazzi, 1997).

Vários autores utilizaram técnicas aglomerativas e de componentes principais para avaliação de caracteres morfológicos (Rhodes e Martin, 1972 e Stanton et al., 1994).

Técnicas de componentes principais e ou, distâncias euclidianas, obtidas a partir de dados originais, em estudo de divergência genética, tem sido mais frequentemente empregadas em avaliação de acessos de banco de germoplasma e caracterização de indivíduos ou espécies distribuídas em condições naturais (Cruz, 1990)./ No primeiro caso, em que o número de acessos é elevado e considerando-se a carência de informações seguras a respeito dos principais descritores botânicos-agronômicos, tem sido norma avaliar uma grande quantidade de caracteres (Pereira, 1989)./

2.7.1.1 Análise de agrupamento

A finalidade da análise de agrupamento, segundo Cruz e Regazzi (1997) é reunir, por algum critério de classificação, os progenitores (ou outro tipo de unidade amostral) em vários grupos, de tal forma que possa existir homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos.

As técnicas de análise de agrupamento têm por objetivo dividir um conjunto original de observações em vários grupos, segundo algum critério de similaridade ou dissimilaridade (Cruz e Regazzi, 1997). Para Curi (1983), o agrupamento dos indivíduos se dá com base em medidas tomadas de um conjunto de unidades experimentais, de acordo com seus padrões de similaridade mútuas.

Segundo Dias, Kageyama e Castro (1997), para que os genótipos sejam considerados similares ou relacionados, eles devem ocupar a mesma região no espaço e guardar pequena distância entre si.

Conforme Cruz e Regazzi (1997), o processo de agrupamento envolve basicamente duas etapas. A primeira relaciona-se com a estimação de uma medida de similaridade (ou dissimilaridade) entre os progenitores e a segunda, com a adoção de uma técnica de agrupamento para a formação dos grupos.

Várias são as medidas de similaridade ou dissimilaridade e a escolha de uma ou de outra é feita subjetivamente, levando em consideração vários fatores como a natureza das variáveis ou as escalas das medidas (Ferreira, 1993). Dentre as medidas de dissimilaridades destacam-se a distância euclidiana e a distância generalizada de Mahalanobis (Barbosa, 1997).

A distância euclidiana pode ser obtida por meio das observações individuais dos progenitores, sem a necessidade de experimentos que envolvam delineamentos (Cruz e Regazzi, 1997). Porém, Arunachalam (1981) aconselha que, em estudos sobre divergência genética, não se deve usar para a

quantificação da divergência, a distância euclidiana, quando forem avaliados vários caracteres com correlação residual. Assim também, Cruz (1990) e Ferreira (1993) relatam que, quando se obtêm as correlações residuais significativas entre os caracteres, deve-se preferentemente, utilizar a distância de Mahalanobis.

Como no processo de agrupamento é desejável ter informações relativas a cada par de genótipos o número de estimativas de medidas de similaridade é relativamente grande (igual a $n(n-1)/2$, em que o n é o número de indivíduos), o que torna impraticável o reconhecimento de grupos homogêneos pelo simples exame visual daquelas estimativas. Para realizar essa tarefa faz-se uso dos métodos de agrupamento (Cruz, 1990).

Os métodos de análise de agrupamento classificam-se, basicamente, em hierárquicos e de otimização (Dias, 1994). As diferenças entre os métodos existem em função de diferentes formas de definir proximidade entre um indivíduo e um grupo contendo vários indivíduos ou entre grupos de indivíduos (Liberato et al., 1995). Neste trabalho será dada ênfase ao método de otimização.

Nos métodos de otimização os grupos são estabelecidos pela adequação de algum critério de agrupamento, diferindo dos métodos hierárquicos pelo fato de os grupos formados serem simultaneamente exclusivos.

Enriquez, Quirós e López (1988) obtiveram excelentes resultados quando aplicaram a técnica de análise de conglomerados com base na distância euclidiana média, em uma coleção de cacaueiros de Turrialba, constatando a formação de vários grupos entre as cultivares avaliadas. Concluíram os autores que, para o cacau, quanto mais divergentes os genótipos, melhores resultados são obtidos em cruzamentos interclonais.

Maluf e Ferreira (1983) observaram a formação de quatro grupos de dez cultivares de feijão-vagem, ao aplicar a análise de conglomerados a partir das distâncias euclidianas. Resultado parecido obteve Morais (1992) quando aplicou

o método de Tocher, no estudo da divergência genética em arroz (*Oryza sativa* L.).

Vários outros autores agruparam diversos materiais genéticos, como Rao, Prasad e Saikrishna (1981) avaliando 120 cultivares de arroz e obtiveram a formação de 32 grupos. Das e Gupta (1984) formaram nove grupos analisando 23 cultivares de *Vigna mungo* (L.) Hepper; Rao et al. (1985) definiram a formação de dezoito grupos avaliando genótipos de cana-de-açúcar e Lal, Sharma e Misra (1997) formaram sete grupos a partir da avaliação de 49 genótipos de sena (*Cassia angustifolia* Vahl). Todos esses autores utilizaram a distância de Mahalanobis (D^2).

Silva (1996) estudando a variação genética de clones de cupuaçuzeiro pelo do método de Tocher, fundamentado na distância de Mahalanobis, constatou que seis clones avaliados foram distribuídos em três grupos distintos.

Para Fonseca (1993), o emprego de técnicas de agrupamento, utilizando medidas de divergência, demonstrou-se viável e eficaz na identificação de amostras repetidas de germoplasma de feijão, podendo ser adotado rotineiramente no Banco de Germoplasma.

2.7.1.2 Componentes Principais

A análise por componentes principais consiste em transformar um conjunto original de variáveis (altura, produção, etc.) em outro conjunto de dimensão equivalente, mas com propriedades importantes, que são de grande interesse em certos estudos de melhoramento. Cada componente principal é uma combinação linear das variáveis originais. Além disso, são independentes entre si e estimados com o propósito de reter, em ordem de estimação, o máximo da informação, em termos de variação total, contida nos dados iniciais (Cruz e Regazzi, 1997). Nos casos em que os primeiros componentes comportam uma percentagem relativamente alta da variação total (acima de 80%), a variabilidade

entre os indivíduos avaliados pode ser explicada satisfatoriamente apenas por esses primeiros componentes, simplificando a interpretação (Cruz, 1990).

Esta análise, que vem sendo aplicada com os mais diversos propósitos, foi amplamente usada por James e Mcculloch (1990) nas áreas de ecologia e sistemática, e segundo eles reduz as dimensões de um único grupo de dados, produzindo um número menor de variáveis abstratas (combinações lineares das variáveis originais ou componentes principais). Dias (1994) salienta que a identificação de genitores divergentes para hibridação e geração de população segregante, a avaliação da divergência genética entre acessos de germoplasma e a avaliação de uniformidade em cultivo são algumas das muitas aplicações da técnica de componentes principais.

Os resultados referentes à análise dos componentes principais de onze caracteres agrônômicos de seis cultivares de pimentão utilizadas por Miranda, Cruz e Costa (1988) demonstraram que os dois primeiros componentes principais envolveram cerca de 89% da variação total, demonstrando ser satisfatória suas utilizações nas análises de correlação.

Em amendoim, Wilches (1983) avaliou a diversidade entre 34 genótipos, com base em treze caracteres de produção selecionados, utilizando os quatro primeiros componentes, observando estreita associação entre o caráter rendimento e o primeiro autovetor.

Em cacau, Dias, Kageyama e Castro (1997) avaliaram a divergência genética de 26 clones por meio de componentes principais, observando que os dois primeiros componentes explicaram 71,37% da variação total disponível e os quatro primeiros componentes, por sua vez, absorveram juntos 89,64% dessa mesma variação. Dias (1994), em estudo da divergência fenética entre 26 clones de cacau do banco ativo de germoplasma do Centro de Pesquisas de Cacau - CEPEC analisando agrupamento e componentes principais, discriminou quatro

grupos de similaridade pelo agrupamento de Tocher. Esse autor descartou quatro caracteres dos treze utilizados na avaliação dos 26 clones .

2.7.1.3 Importância relativa dos caracteres

Além de possibilitar o estudo da divergência genética de um grupo de progenitores, a técnica dos componentes principais tem a vantagem de possibilitar a avaliação da importância de cada caracter estudado sobre a variação total disponível entre os genótipos avaliados. O interesse nessa avaliação reside na possibilidade de se descartarem caracteres que contribuem pouco para a discriminação do material avaliado, reduzindo, dessa forma, mão-de-obra, tempo e custo despendidos na experimentação agrícola (Cruz e Regazzi, 1997).

Com o objetivo de selecionar caracteres que contribuem para a variação total, vários são os métodos que podem ser utilizados no descarte dos que são redundantes. Entre eles, destacam-se os métodos de componentes principais e variáveis canônicas.

Para Mardia, Kent e Bibby (1979,) o critério adotado para avaliar a importância dos caracteres quando utiliza a análise de componentes principais é que os coeficientes de ponderação (autovetores) das variáveis associados aos últimos componentes devam apresentar um valor mínimo da variação total. Logo, a variável que apresenta maior coeficiente de ponderação no componente de menor autovalor é considerada de menor importância para explicar a variabilidade genética do material (Cruz e Regazzi, 1997).

Em seus trabalhos, Jolliffe (1972, 1973) avaliou diferentes métodos de descarte de variáveis, incluindo a técnica de componentes principais, relatando que o número de caracteres descartados deve ser igual ao número de componentes principais cujo autovalor é inferior a 0,70.

Utilizando a metodologia proposta por Jolliffe (1973), Pereira (1989) trabalhando com banco de germoplasma de mandioca, recomendou o descarte de 14 dos 28 descritores utilizados no estudo, correspondendo a 50% das variáveis.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

O presente trabalho foi realizado com dados obtidos nos anos de 1997-1998 e 1998-1999 de 27 acessos (clones) de cupuaçuzeiro, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de Cupuaçuzeiro da EMBRAPA/Amazônia Oriental, localizado em Belém, no Estado do Pará. O clima característico dessa região é tropical quente e chuvoso, do tipo Afi, segundo a classificação de Köppen, com temperatura máxima de 31,1°C, mínima de 22,4°C e média de 25,9°C (Martorano, 1993).

Cada clone encontra-se representado por cinco plantas, espaçadas de 6,0m x 5,0m e tendo como cobertura definitiva o ingá (*Inga edulis*).

A instalação desse banco de germoplasma deu-se no ano de 1984, sendo todo o material proveniente de matrizes por propagação vegetativa, pelo método enxertia. Os porta-enxertos foram formados a partir de sementes e os enxertos utilizados foram borbulhas coletadas de matrizes em diferentes locais da Amazônia Brasileira. As principais características dos materiais, como tamanho de frutos, precocidade, resistência à vassoura-de-bruxa, etc., encontram-se detalhadamente descritas em Lima e Costa (1991).

As análises de todas as variáveis foram realizadas conforme delineamento inteiramente casualizado com 27 tratamentos (clones) e três repetições. Considerou-se cada planta como repetição e cada observação foi obtida com a média de quatro frutos por planta. Os frutos foram colhidos e levados para o Laboratório de Recursos Genéticos Vegetais da Embrapa Amazônia Oriental de Belém-PA onde foram avaliados os seguintes caracteres:

CF – comprimento do fruto em centímetros;

DF – diâmetro do fruto em centímetros;



PF – peso total de cada fruto em gramas;
PC – peso de casca em gramas;
PP – peso de polpa em gramas;
PS – peso de todas as sementes por fruto em gramas;
NS – número de sementes;
EC – espessura da casca em centímetros;
PMS – peso médio de cada semente por fruto em gramas;

Posteriormente foram obtidas as relações:

PC/PF – peso de casca/peso de fruto;
PP/PF – peso de polpa/peso de fruto;
PS/PF – peso de casca/peso de fruto;
C/D – comprimento/diâmetro;

A identificação dos clones utilizados nesse estudo encontra-se na Tabela

1.

TABELA 1 – Número, códigos e procedências dos acessos de cupuaçuzeiro do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental avaliados para 13 caracteres de frutos e sementes. Belém –PA, 1997-1999.

Nº	Código do clone	Procedência	
		Estado	Município
1	12	AM	Tabatinga
2	136	AM	Tefé
3	174	AM	Coari
4	182	AM	Codajás
(5	183	AM	Codajás
6	184	AM	Codajás
(7	185	AM	Codajás
8	186	AM	Codajás
9	215	AM	Manacapuru
10	216	AM	Manacapuru
11	218	AM	Caapiranga
(12	219	AM	Anamá
13	227	AM	Cacaupireira
14	228	AM	Manaus
15	229	AM	Manaus
16	248	AM	Itacoatiara
17	286	PA	Belém
18	434	PA	Muaná
19	512	AP	Oiapoque
20	513	AP	Oiapoque
21	516	AP	Oiapoque
22	554	PA	Gurupá
23	618	PA	Santarém
24	620	PA	Santarém
25	622	PA	Prainha
26	624	PA	Santarém
(27	1074	AM	Itacoatiara

Fonte: Lima e Costa (1991)

3.2 Métodos

3.2.1 Análise de variância univariada e teste de médias

Primeiramente os dados foram submetidos a análise de variância univariada para avaliar a significância dos tratamentos e estimar a precisão experimental. Posteriormente realizou-se o teste de médias pelo Teste de Scott-Knott. Deve-se ressaltar que os dados não apresentaram problemas de normalidade e homogeneidade de variância dos erros.

3.2.2 Estudo de correlações entre caracteres

Cruz e Regazzi (1997) relatam que os estudos de correlações têm grande importância em programas de melhoramento, principalmente quando a seleção de um caráter desejável é dificultada pela baixa herdabilidade e ou por problemas de medição e identificação. Visando conhecer o grau de associação dentro do grupo de caracteres de frutos e sementes de cupuaçuzeiro estimaram-se as correlações genotípicas (r_G), fenotípicas (r_F) e ambientais (r_E).

Foram estimados coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e de ambiente entre os caracteres CF, DF, PF, PC, PP, PS, EC e NS de frutos de cupuaçuzeiro.

Para estimar as correlações procedeu-se conforme a metodologia preconizada por Cruz e Regazzi (1997), realizando-se análises individuais para estimação dos coeficientes de correlação genotípica, fenotípica e de ambiente, conforme modelo estatístico apropriado, e análise da soma dos valores X e Y, de tal forma que os produtos médios (covariâncias), associados a cada fonte de variação, possam ser estimados pela expressão:

$$COV = \frac{V(X + Y) - V(X) - V(Y)}{2}$$

Segundo Cruz e Regazzi (1997) os componentes de covariância podem ser estimados conhecendo-se a esperança do produto médio das fontes de variações, que é obtida de maneira equivalente às esperanças dos respectivos quadrados médios da análise de variância, sendo necessário apenas substituir a expressão de variância pela covariância.

Os coeficientes de correlação foram obtidos conforme as expressões:

a) Correlação fenotípica

$$r_f = \frac{PMT_{xy}}{\sqrt{QMR_x \cdot QMR_y}}$$

b) Correlação de ambiente

$$r_a = \frac{PMR_{xy}}{\sqrt{QMR_x \cdot QMR_y}}$$

c) Correlação genotípica

$$r_g = \frac{\hat{\sigma}_{gy}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{gx}^2 \cdot \hat{\sigma}_{gy}^2}}$$

sendo:

$$\hat{\sigma}_{gy} = \frac{PMT_{xy} - PMR_{xy}}{r}$$

$$\hat{\sigma}_{gx}^2 = \frac{QMT_x - QMR_x}{r}$$

$$\hat{\sigma}_{gy}^2 = \frac{QMT_y - QMR_y}{r}$$

em que:

σ_{gy} : estimador da covariância genotípica entre os caracteres X e Y;

$\hat{\sigma}_{gx}^2$ e $\hat{\sigma}_{gy}^2$: estimadores das variâncias genotípicas dos caracteres X e Y, respectivamente

3.2.3 Divergência genética

O estudo da divergência genética tem como objetivo verificar a similaridade ou dissimilaridade genotípica a partir da matriz de similaridade, seguindo com a formação dos grupos, e otimizar o conjunto de descritores usados na avaliação dos genótipos.

As análises estatísticas foram obtidas utilizando o Programa Computacional "Genes" desenvolvido por Cruz (1997).

3.2.3.1 Distância generalizada de Mahalanobis (D^2)

O princípio das medidas de distância considera que se dois indivíduos são similares, eles estão próximos um do outro, ou seja, eles são comuns em relação ao conjunto de variáveis e vice-versa (Liberato et al., 1995).

Esse método considera a correlação residual existente entre as características avaliadas. Segundo Manly (1986), D^2 somente pode ser estimada, se a matriz de covariâncias das unidades amostrais forem homogêneas e existir distribuição normal multidimensional.

Considerou-se X_{ijk} a observação referente à característica j ($j= 1,2,...,n$) no clone i ($i=1,2,...,p$) e na repetição k ($k= 1,2,...,r$). A partir dessas observações foram estimadas as médias X_{ij} e a matriz $n \times n$ de dispersão residual entre as características ou a matriz de variâncias e covariâncias residuais denotada por ψ . Sejam os desvios:

$$d_1 = X_{i1} - X_{r1}$$

$$d_2 = X_{i2} - X_{r2}$$

$$\bar{d}_n = \bar{X}_{in} - \bar{X}_{i'n}$$

Assim, d_j representa a diferença entre médias de dois clones i e i' , para uma característica j .

Logo, D^2 é definida por:

$$D_{ii'}^2 = \delta' \psi^{-1} \delta$$

em que $\delta' = (d_1 d_2 \dots d_n)$

3.2.3.2 Agrupamento utilizando o Método de Otimização do Tocher

O método requer a obtenção da matriz de dissimilaridade, sobre a qual é identificado o par de progenitores mais similares. No método de Tocher há a necessidade de que a média das medidas de dissimilaridade dentro de cada grupo seja menor que as distâncias médias entre quaisquer grupos (Cruz e Regazzi, 1997).

A medida de dissimilaridade utilizada foi a Distância Generalizada de Mahalanobis, sendo o método aplicado para o agrupamento de 27 clones de cupuaçuzeiro, utilizando onze características de frutos e sementes.

3.2.3.3 Componentes principais

Segundo Dias (1994), essa técnica apresenta importância quando o estudo envolve um número relativamente elevado de variáveis. Nesse caso, a utilização de componentes principais representa uma simplificação dos resultados.

A análise dos componentes principais foi utilizada para auxiliar no estudo da divergência genotípica e na seleção de descritores, para o que utilizou-se a média padronizada das três repetições.

O estudo da divergência genética utilizando análise por componentes principais só será viável caso haja a possibilidade de resumir o conjunto de variáveis originais em poucos componentes, oriundo de um espaço multidimensional, em outro conjunto, porém, no espaço bi ou tridimensional.

A metodologia da análise de componentes principais utilizada no presente trabalho encontra-se detalhadamente descrita por Cruz e Regazzi (1997).

Seja x_{ij} a média do caráter j ($j = 1, 2, \dots, n$) avaliada no progenitor i ($i = 1, 2, \dots, p$) e R a matriz de covariância entre os caracteres. A técnica de componentes principais irá transformar o conjunto de variáveis $X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in}$ em um novo conjunto $Y_{i1}, Y_{i2}, \dots, Y_{in}$, em que os Y_i s são funções lineares dos X_i s e independentes entre si. Assim têm-se as seguintes propriedades:

a) se Y_{ij} é um componente principal, então:

$$Y_{ij} = a_1x_{i1} + a_2x_{i2} + \dots + a_nx_{in}$$

b) se Y_{ij} é um outro componente principal, então:

$$Y_{ij} = b_1x_{i1} + b_2x_{i2} + \dots + b_nx_{in}$$

$$\sum_j a_j^2 = \sum_j b_j^2 = 1$$

$$\sum_j a_j b_j = 0, \text{ ou seja, os componentes são não-correlacionados}$$

c) dentre todos os componentes, Y_{i1} apresenta maior variância, Y_{i2} a segunda maior e assim, sucessivamente.

Como as variáveis estudadas apresentam medidas de escalas diferentes, realizou-se a padronização dos dados. Para a visualização dos grupos, utilizou-se a dispersão gráfica no espaço bidimensional em relação aos dois primeiros componentes principais.

A importância relativa dos caracteres foi baseada no fato de que a variância dos componentes principais decresce do primeiro para o último

componente. Logo, os últimos componentes são responsáveis pela explicação mínima da variação total. Assim, as características de menor importância são aquelas que apresentaram os maiores coeficientes de ponderação nos últimos componentes de menor autovalor (Cruz e Regazzi, 1997).

Utilizou-se da metodologia proposta por Jolliffe (1973) complementada pelo procedimento utilizado por Cury (1993), que consiste em refazer a análise com os caracteres remanescentes de cada descarte. Assim, outros novos coeficientes de ponderação nos últimos autovetores foram identificados. Com a eliminação de uma variável, ocorre uma alteração dos valores para os coeficientes de ponderação dos autovetores fazendo com que ocorra uma alteração na contribuição de cada caráter para o componente.

O descarte se deu até o limite de definição das variáveis e, posteriormente, foi realizado o agrupamento pelo método de Tocher com as variáveis remanescentes. Ainda para auxiliar o descarte de caracteres foi utilizada a análise de correlação genotípica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de variância

Na Tabela 2 encontram-se os resultados do resumo da análise de variância univariada referente a treze caracteres de frutos de 27 clones de cupuaçuzeiro. Observam-se diferenças significativas para efeito de clones para todas as características (NS, PP, PC, PS, EC, CF, DF, PF, Pp/Pf, Pc/Pf, Ps/Pf, PMS e Df/Cf) a 1% de probabilidade pelo teste F, indicando assim a presença de variabilidade entre os clones para tais características. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Costa, Ledo e Oliveira (1997) para comprimento do fruto, espessura da casca e peso de fruto a 1% de probabilidade e número de sementes, a 5% de probabilidade, pelo mesmo teste. Resultados contrastantes foram encontrados por Fonseca, Escobar e Bueno (1990) que não encontraram diferenças significativas para comprimento de fruto, peso e número de sementes.

TABELA. 2 - Resumo da análise de variância, médias e coeficiente de variação de 13 caracteres avaliados em 27 clones de cupuaçuzeiro durante o período 1997-1999. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		PF (g)	PP (g)	PC (g)	PS (g)	CF (mm)	DF (mm)
Clones	26	330823,37**	79315,39**	61707,49**	6284,24**	3875,78**	164,24**
Resíduo	54	8333,21	2498,68	3245,69	560,04	124,41	9,33
Média		1210,89	498,76	524,50	187,63	187,72	115,58
CV (%)		7,53	10,02	10,86	12,61	5,94	2,64

Fonte de variação	GL	Quadrado médio						
		NS	EC (mm)	PP/PF	PC/PF	PS/PF	C/D	PMS (g)
Clones	26	71,40**	2,89**	0,00366**	0,0049**	0,0015**	0,2387**	2,80**
Resíduo	54	19,53	1,178	0,00049	0,00084	0,0002	0,0078	0,234
Média		30,38	5,14	0,407	0,4358	0,157	1,62	6,17
CV (%)		14,54	21,11	5,43	6,64	10,20	5,49	7,83

**** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F**

Caracteres: PF= peso de fruto; PP= peso de polpa; PC= peso de casca; PS= peso de semente; CF= comprimento de fruto; DF= diâmetro de fruto; NS= número de sementes; EC= espessura da casca; PP/PF= peso de polpa/peso de fruto; PC/PF= peso de casca /peso de fruto; PS/PF= peso de semente/peso de fruto; C/D= comprimento/diâmetro; PMS= peso médio de semente

Para efetuar comparações entre clones, considerando-se os caracteres avaliados, procedeu-se a análise das médias utilizando-se o Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os resultados são apresentados na Tabela 3.

Observaram-se diferenças significativas entre as médias para os caracteres considerados de importância econômica como PF e PP, destacando-se o clone 27 por apresentar isoladamente as maiores médias para os dois caracteres, as quais foram 2167,83g e 978,75g, respectivamente. Observa-se também que os clones 23 e 17 apresentaram as menores médias, tanto para peso de fruto (669,6g e 666,25g) como para peso de polpa (237,33g e 220,83g). Como pode-se observar, o peso de fruto e peso de polpa parecem estar correlacionados, pois frutos mais pesados apresentaram maior peso de polpa. Resultado similar foi obtido por Souza (1994).

Destacou-se a seguir, outro grupo formado também por clones que apresentaram peso total superior a 1500g. Segundo Calzavara, Muller e Kahwage (1984), o peso médio do fruto do cupuaçuzeiro varia de 1000 a 1500g. Portanto, esses clones apresentam potencial para a seleção e outros estudos de melhoramento. Souza (1994) obteve média de progênies de cupuaçuzeiro para peso de fruto variando de 776g a 1557g; enquanto Fonseca, Escobar e Bueno (1990) encontraram média para peso de fruto e peso de polpa variando de 944g a 1441g e 317g a 625g, respectivamente, em 19 plantas, destacando que o peso da polpa por fruto é um importante caráter na produção da planta e, portanto, na produtividade. Constataram também que caracteres como percentagem de sementes, percentagem de polpa e peso de polpa apresentaram-se consistentemente altos, podendo indicar ganhos significativos de seleção fenotípica. Assim, o cruzamento entre indivíduos fenotipicamente superiores para tais características, poderá gerar bons descendentes, já que a influência do ambiente é baixa em suas expressões.

TABELA 3 – Médias de treze caracteres de frutos e sementes de 27 clones de cupuaçuzeiro avaliados no período de 1997-1999. Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA.

Clone	PF (g)	PP (g)	PC (g)	PS (g)	CF (mm)	DF (mm)	NS	EC (mm)	PP/PF	PC/PF	PS/PF	C/D	PMS (g)
1	1089,0D	487,0D	455,7E	146,3D	162,9D	116,1D	26,7C	6,19A	0,44A	0,42C	0,13C	1,40D	5,48A
2	1109,0D	458,5E	459,6E	190,9C	182,9D	111,5E	30,4B	4,82B	0,41A	0,41C	0,17B	1,64C	6,32A
3	1408,4C	522,0D	692,4B	194,0C	215,6C	121,0C	32,6B	4,34B	0,37A	0,49A	0,13C	1,78C	5,95A
4	1403,6C	584,3C	594,4C	224,9B	194,7C	123,0B	31,5B	4,56B	0,41A	0,42C	0,16B	1,58D	7,19A
5	1652,5B	650,6C	754,0B	248,0B	229,9B	127,0B	36,6A	4,23B	0,39A	0,46B	0,14C	1,80C	6,72A
6	1392,6C	619,5C	540,7D	232,5B	246,6B	111,7E	37,3A	4,21B	0,44A	0,39C	0,16B	2,20B	6,25A
7	1578,4B	667,7C	705,4B	205,3C	207,8C	123,7B	31,0B	5,18B	0,42A	0,45B	0,13C	1,68C	6,63A
8	1339,0C	501,2D	644,6C	193,2C	241,4B	114,9D	31,0B	5,94A	0,37A	0,48A	0,14C	2,10B	6,22A
9	1244,6D	507,4D	527,8D	209,4C	195,6C	112,3E	27,2C	3,99B	0,40A	0,42C	0,17B	1,74C	7,74A
10	1150,6D	536,3D	419,2E	198,1C	193,9C	110,8E	38,7A	4,25B	0,46A	0,36C	0,17B	1,75C	5,12A
11	1090,1D	478,3D	438,3E	173,5D	191,2C	113,7D	29,2B	4,35B	0,43A	0,40C	0,15B	1,68C	5,95A
12	1722,7B	789,8B	660,9C	272,0A	270,1A	116,3D	36,5A	5,03B	0,46A	0,38C	0,16B	2,32A	7,46A
13	1139,0D	467,2D	516,9D	154,8D	169,1D	115,9D	26,2C	6,05A	0,41A	0,45B	0,13C	1,46D	5,91A
14	1470,2C	609,9C	628,8C	231,5B	204,9C	118,7C	30,6B	4,37B	0,41A	0,42C	0,16B	1,72C	7,54A

“...continua...”

"TABELA 3, Cont."

Clone	PF (g)	PP (g)	PC (g)	PS (g)	CF (mm)	DF (mm)	NS	EC (mm)	PP/PF	PC/PF	PS/PF	C/D	PMS (g)
15	1022,2E	413,8E	450,9E	157,5D	157,5E	117,0D	25,1C	4,69B	0,40A	0,44C	0,15B	1,34E	6,27A
16	921,3E	318,9F	496,4D	106,1E	152,0E	119,6C	20,3C	6,72A	0,34A	0,54A	0,13D	1,27E	5,41A
17	666,2G	220,8G	325,4E	120,0E	151,2E	98,9F	23,4C	7,88A	0,33A	0,48A	0,18A	1,53D	5,13A
18	880,6F	328,6F	395,0E	157,1D	142,7E	110,0E	26,1C	6,20A	0,37A	0,45B	0,18A	1,30E	6,00A
19	1455,6C	622,3C	561,4D	271,9A	191,1C	124,0B	41,2A	5,72A	0,42A	0,38C	0,18A	1,54D	6,61A
20	1095,4D	438,9E	510,2D	146,2D	173,4D	112,4E	22,8C	6,64A	0,40A	0,46B	0,13C	1,54D	6,41A
21	994,4E	418,6E	416,2E	159,6D	151,1E	114,1D	30,9B	5,30B	0,42A	0,41C	0,16B	1,32E	5,23A
22	957,3E	352,4F	424,7E	180,2D	159,1E	109,4E	31,6B	4,88B	0,37A	0,44C	0,18A	1,45D	5,69A
23	666,2G	237,3G	335,3E	96,5E	135,6E	103,9F	29,7B	5,30B	0,35A	0,50A	0,14C	1,30E	3,36A
24	1037,7E	445,6E	407,2E	184,9D	147,1E	119,6C	29,2B	4,31B	0,42A	0,39C	0,18A	1,23E	6,33A
25	1085,4D	413,6E	455,5E	216,3C	204,9C	108,2E	31,8B	3,95B	0,38A	0,41C	0,20A	1,88C	6,80A
26	950,2E	397,0E	388,5E	164,7D	157,6E	111,4E	31,0B	4,71B	0,41A	0,41C	0,17B	1,41D	5,33A
27	2167,8A	978,7A	955,7A	233,3B	239,0B	135,2A	30,4B	4,97B	0,45A	0,44C	0,10D	1,77C	7,57A

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

Clones: 1= 12; 2= 136; 3= 174; 4= 182; 5= 183; 6= 184; 7= 185; 8= 186; 9= 215; 10= 216; 11= 218; 12= 219; 13= 227; 14= 228; 15= 229; 16= 248; 17=286; 18= 434; 19= 512; 20= 513; 21= 516; 22= 554; 23= 618; 24= 620; 25= 622; 26= 624; 27= 1074

Considerando-se o peso de casca, destaca-se novamente o clone 27 por apresentar maior peso médio (955,75 g) diferindo dos demais que se distribuíram em quatro grupos. As menores médias variaram de 325,41 a 459,58g, formando um grupo de treze clones. Segundo Souza (1994), essa característica é a que mais contribui para o peso do fruto e, para Soria, Ocampo e Paez (1974), em cacau, o peso da casca é uma característica muito variável, ou seja, varia de fruto a fruto, sendo bastante afetada por fatores climáticos e época de colheita.

Para o comprimento de fruto, o clone 12 destacou-se por apresentar maior comprimento (270mm). As menores médias foram obtidas por um grupo formado por nove clones que não diferiram estatisticamente entre si e variaram de 135,63 a 159,37 mm. Segundo Calzavara, Muller e Kahwage (1984), o comprimento do fruto do cupuaçuzeiro varia de 15 a 35cm.

Houve formação de cinco grupos para diâmetro de fruto, sendo o clone 27 o que apresentou maior média (135,21mm), destacando-se dos demais, enquanto que os clones 17 e 23 apresentaram os menores diâmetros, os quais foram 98,89 e 103,87 mm, respectivamente.

Com relação ao peso de sementes, houve diferenças entre as médias dos clones, resultando na formação de vários grupos, sendo que no primeiro grupo os clones 19 e 12 apresentaram as maiores médias com 271,91 e 272,0 g respectivamente, diferindo das demais. Os clones 17, 16 e 23 formaram um outro grupo com as menores médias, com valores que variaram de 96,5 a 120,0 g. Segundo Pound (1931), em cacau, baixas percentagens de polinização e ação de diferentes agentes externos podem ocasionar variações para peso de sementes em uma mesma planta. Porém, Pereira et al. (1994) ressaltam que, em cacau, a origem do pólen não influencia significativamente nas características peso de semente úmida, fruto inteiro, casca e peso total da semente. Assim, pesquisas de melhoramento dessa natureza com o gênero *Theobroma* podem ser realizadas

com germoplasmas, sem a necessidade de trabalhos dispendiosos e demorados como polinização artificial.

Para número de sementes, as maiores médias foram obtidas por cinco clones que não diferiram significativamente entre si e variaram de 36,5 a 41,5. As menores médias foram apresentadas por oito clones que também não diferiram entre si, variando de 20,39 a 27,25. Em cacau, Pereira et al. (1994) obtiveram média de 41,4 sementes por fruto na série Sic e 38,9 na série Sial. Em cupuaçuzeiro, segundo Muller, Figueiredo e Nascimento (1995), o número de sementes pode variar de 6 a 62 unidades por fruto. Souza (1994) encontrou média entre progênies de meio-irmãos em cupuaçuzeiro em cinco safras, variando 23,26 na progênie Ma-P-8403 a 31,05 na progênie MA-P-8404. Fonseca, Escobar e Bueno (1990) estudando dezenove indivíduos de cupuaçuzeiro, obtiveram a média variando de 23 a 36 sementes por fruto. Ribeiro et al. (1992) observaram, em seus estudos, uma oscilação entre 23 a 55 unidades de sementes por fruto.

Segundo Castro e Bartley (1983), em cacau, esta variável é altamente sujeita a influências não genéticas, o que indica ser este descritor de pouco valor para caracterização. Para Silva (1996), o número de semente em cupuaçuzeiro não é proporcional ao número de óvulos, pois trata-se de um caráter de produção muito variável que também depende do percentual de fertilização. Assim, fatores ambientais que influenciam a polinização das flores afetam indiretamente a fertilização. Pereira et al. (1994) relatam que esse caráter relacionado ao fruto de cacau é o único a ser influenciado pela origem do grão de pólen. Portanto, é de se esperar uma maior variabilidade, tanto entre como dentro de clones, pois trata-se de polinização livre.

Observa-se que para a característica espessura da casca, as médias dos clones pouco diferiram entre si, ou seja, foram formados apenas dois grupos, sendo que os maiores valores variaram de 5,72 a 7,88 mm. Os menores valores, que correspondem à casca mais fina, foram formados por um outro grupo e

variaram de 5,30 a 3,95 mm. É interessante observar que o clone 17, apesar de não diferir significativamente dos demais, foi também o que apresentou menor peso de casca. De maneira geral, pode-se considerar que os frutos dos clones estudados apresentaram casca fina, quando comparados com estudos de Souza (1994), o qual observou espessura de casca de frutos de progênies de cupuaçuzeiro variando de 0,71 a 0,89cm e estudos de Ribeiro et al. (1992), que encontraram variação de 0,7 a 1,2 cm para frutos maduros.

Observa-se a formação de três grupos para a relação PC/PF, sendo que as maiores médias variaram de 0,48 a 0,54 compondo o primeiro grupo. As menores médias variaram de 0,36 a 0,44, formando o terceiro grupo com mais de 60% dos tratamentos. Segundo Souza (1994) a percentagem de casca é o caráter que mais contribui para o peso do fruto.

O teste de médias para PS/PF apresentou diferenças significativas entre os tratamentos havendo a formação de quatro grupos. As maiores relações foram apresentadas pelos clones pertencentes ao primeiro grupo, variando de 0,18 a 0,20 e os menores valores foram obtidos pelos clones 27 e 16, com 0,10 e 0,11, respectivamente. Esses resultados estão coerentes com os obtidos por autores como Calzavara, Muller e Kahwage (1984); Fonseca, Escobar e Bueno (1990) e Souza (1994).

A relação CF/DF de fruto permite inferir a classificação dos frutos quanto ao formato. O tipo mais arredondado tem o diâmetro equivalente ao comprimento e, portanto, com a relação CF/DF aproximando-se de 1,0. O tipo de fruto comprido tem o valor do diâmetro bem inferior ao do comprimento, fazendo com que a relação CF/DF apresente valores acima de 1,0. Observa-se que quase todos os clones apresentaram relação maior que 1,0, porém, o clone 3 apresentou maior relação (2,32), evidenciando assim que tende a produzir frutos compridos. As menores médias foram observadas nos clones pertencentes ao quarto grupo e

variaram de 1,23 a 1,34. As maiores relações foram superiores às obtidas por Souza (1994).

As diferenças entre as médias dos clones para as características peso médio de sementes (PMS) e a relação PP/PF não atingiram níveis de significância quando submetidas ao Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Uma possível explicação para isso, está no fato de as diferenças entre as médias dos clones serem semelhantes entre si.

4.2 Correlações entre caracteres

Na Tabela 4 são apresentados os coeficientes de correlação genotípica, fenotípica e de ambiente entre os caracteres CF, DF, PF, PC, PP, PS, EC, NS e PMS de frutos de cupuaçuzeiro. Observa-se que, para cada par de caracteres, os coeficientes das três modalidades de correlação apresentaram quase sempre o mesmo sinal. Outra observação é uma grande semelhança nas magnitudes dos coeficientes r_G e r_F . Considerando que as correlações genotípicas são mais utilizadas em trabalhos de melhoramento, maior ênfase será dada a estas últimas.

Observaram-se correlações genotípicas positivas e elevadas entre PF e os caracteres PP ($r_G = 0,9849$); PC ($r_G = 0,9599$); PS ($r_G = 0,8302$); CF ($r_G = 0,844$); DF ($r_G = 0,82$) e PMS ($r_G = 0,779$) e magnitude considerável quando relacionado com NS ($r_G = 0,5522$), sugerindo que estas variáveis são importantes componentes de produção. Esses resultados, em parte, são semelhantes aos encontrados por Pereira, Carileto e Castro (1987) em cacau, porém, na associação entre PF e NS os autores encontraram correlações negativas.

TABELA. 4 - Coeficientes de correlação genotípica (r_G), fenotípica (r_F) e ambiental (r_E) entre algumas características de fruto e semente de 27 clones de cupuaçuzeiro. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

Correlação	Caracteres	CF	DF	PF	PC	PP	PS	EC	NS	PMS
r_G	CF		0,4502**	0,8446**	0,7796**	0,8258**	0,8229**	-0,5563**	0,6646**	0,6631**
	r_F		0,446**	0,8377**	0,7709**	0,8078**	0,7924**	-0,3872**	0,5767**	0,6325**
	r_E		0,3712**	0,6079**	0,5926**	0,2605*	0,3683**	0,3012**	0,2065	0,1533
r_G	DF			0,8277**	0,8508**	0,7984**	0,5689**	-0,3474**	0,2787*	0,6231**
	r_F			0,8138**	0,8318**	0,7766**	0,5391**	-0,2603*	0,2516*	0,5722**
	r_E			0,5311**	0,5031**	0,3181**	0,1657	-0,003	0,1676	-0,1035
r_G	PF				0,9599**	0,9849**	0,8302**	-0,5092**	0,5522**	0,7799**
	r_F				0,9483**	0,9782**	0,8087**	-0,3653**	0,4966**	0,7417**
	r_E				0,7104**	0,7519**	0,5589**	0,2161*	0,3843**	0,1011
r_G	PC					0,9073**	0,6855**	-0,4028**	0,3803**	0,7039**
	r_F					0,8743**	0,641**	-0,2311*	0,307**	0,6662**
	r_E					0,1289	0,0607	0,4842**	-0,0708	0,1551
r_G	PP						0,8299**	-0,4898**	0,5857**	0,7554**
	r_F						0,8048**	-0,3857**	0,5273**	0,6662**
	r_E						0,478**	-0,1282	0,3881**	0,0161
r_G	PS							-0,7409**	0,7837**	0,8366**
	r_F							-0,556**	0,7676**	0,7117**
	r_E							-0,0611	0,8331**	0,0161
r_G	EC								-0,7409**	-0,5396**
	r_F								-0,5539**	-0,3556**
	r_E								-0,2029	0,2285*
r_G	NS									0,3212**
	r_F									0,1836
	r_E									-0,5191

Caracteres: CF= comprimento de fruto; DF= diâmetro de fruto; PF= peso de fruto; PC= peso de casca; PP= peso de polpa; PS= peso de semente; EC= espessura da casca; NS= número de sementes; PMS= peso médio de semente.

* c ** significativo a 5% e 1% de significância pelo Teste T

Resultados obtidos por Fonseca, Escobar e Bueno (1990), em estudos com cupuaçuzeiro mostraram que os caracteres que mais se correlacionaram foram: peso de fruto com peso de polpa, volume do fruto, peso de casca e comprimento de fruto. Observa-se que os dados obtidos neste trabalho corroboram aqueles obtidos pelos autores citados.

É interessante ressaltar que a associação entre PF e EC apresentou correlação de magnitude elevada, porém negativa, discordante do resultado obtido por Pereira, Carlleto e Castro (1988) com cacau. Essa correlação negativa talvez seja devida à elevada correlação positiva entre tamanho de fruto (CF e DF) e os caracteres PF e PC, ou seja, o que determina o peso do fruto e o peso da casca é o tamanho e não a espessura da casca. O PC, por sua vez, apresentou correlações genotípicas positivas e elevadas com os caracteres PP e PS e de magnitudes intermediárias com os caracteres NS e PMS. A correlação negativa de magnitude intermediária entre PC e EC era esperada, pois, no teste de comparação de médias (Tabela 3), o clone 17, que apresentou menor peso de casca, apresentou também maior espessura de casca e menor comprimento e diâmetro. Ainda para a associação entre PC e EC, pôde-se observar que a correlação de ambiente foi positiva e de magnitude intermediária, admitindo assim influência ambiental sobre o par dos caracteres em estudo, concordando com resultados obtidos por Soria, Ocampo e Paez (1974) em cacau, quando foi observada variação para peso de casca, por influência do clima e época de colheita.

Considerando-se o caráter PP, observaram-se correlações genotípicas positivas e elevadas com CF ($r_G = 0,8258$), DF ($r_G = 0,7984$) e PMS ($r_G = 0,7554$), de magnitude intermediária positiva com NS (0,5857) e negativa com EC ($r_G = -0,4898$). Assim, para aumento no peso de polpa por fruto, deve-se preferir clones com frutos de casca mais fina.

Os coeficientes de correlações genótípicas assumiram valores elevados e positivos entre PS e os caracteres CF ($r_G = 0,8229$), NS ($r_G = 0,7837$) e PMS ($r_G = 0,8366$) e de magnitude intermediária com o caráter DF ($r_G = 0,5689$). A correlação entre PS e EC teve valor intermediário e negativo ($r_G = -0,7409$).

O caráter NS apresentou correlação genotípica considerável com CF ($r_G = 0,6646$) e de baixa magnitude com DF ($r_G = 0,2787$) e PMS ($r_G = 0,3212$). A baixa correlação genotípica entre NS e PMS revela que a expressão de ambos caracteres é independente e que o peso de cada semente pode ser aumentado sem afetar o número destas no fruto. Isso ocorre porque NS depende do percentual de óvulos fertilizados, agentes polinizadores, quantidade de pólen, etc, segundo relatos de vários autores (Fonseca, Escobar e Bueno, 1990; Venturieri, e Ribeiro Filho, 1995 e Silva, 1996).

Correlações genótípicas entre PMS e os caracteres CF ($r_G = 0,6631$) e DF ($r_G = 0,6231$) apresentaram magnitude intermediárias. Estes dois últimos apresentaram correlação genotípica também intermediária entre si. O caráter EC mostrou-se negativamente correlacionado a todas as demais características.

Assim, de modo geral, as correlações entre as características de frutos e sementes de cupuaçuzeiro mostram que frutos mais compridos estão geneticamente associados a frutos mais pesados e, conseqüentemente, apresentam maior peso de casca, polpa e semente.

A inexistência de trabalhos similares a este, com a mesma espécie, limitou a comparação dos resultados. Para suprir essa deficiência, os resultados foram comparados com dados obtidos de cacau (*Theobroma cacao*). Assim, seriam esperadas divergências entre as pesquisas, pois os materiais genotípicos utilizados são de espécies diferentes. Ressalte-se ainda que discrepâncias podem acontecer também entre dados de uma mesma espécie, devido, principalmente, às diferenças entre os genótipos utilizados.

4.3 Divergência genética

4.3.1 Análise de agrupamento pelo método de otimização de Tocher

O estudo da divergência genética entre os clones começa com o cálculo das distâncias genéticas entre os mesmos. Para facilitar o processo pode-se aplicar um método de agrupamento. No presente trabalho optou-se pelo método de otimização de Tocher.

Para estudo de análise de divergência através do método de Tocher foram utilizadas apenas 11 variáveis, descartando as variáveis PC/PF e PS/PF, pois as mesmas descaracterizavam a formação dos grupos no final da análise.

Primeiramente foram estimadas as distâncias entre os clones, utilizando o método das Distâncias Generalizadas de Mahalanobis. Essas distâncias são apresentadas na Tabela 5. Por esses resultados pode-se observar que a maior distância (452,95) ocorre entre os clones 17 e 27, e a menor (3,13) entre os clones 13 e 20. Geneticamente, considera-se que os clones 17 e 27 são os mais divergentes entre si, e os clones 13 e 20 os mais similares.

TABELA 5. Distâncias entre os 27 clones de cupuaçuzeiro calculadas pelo método das distâncias generalizadas de Mahalanobis. EMBRAPA/Amazônia Oriental, Belém-PA.

Clones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	26,54	0												
3	62,55	30,87	0											
4	47,15	24,03	31,31	0										
5	80,69	55,67	16,95	28,64	0									
6	130,56	64,27	73,40	90,91	97,60	0								
7	54,59	40,10	17,35	16,92	15,94	87,19	0							
8	87,78	36,93	24,73	62,35	54,16	24,50	50,95	0						
9	75,06	19,62	41,54	20,25	57,68	55,68	41,07	45,16	0					
10	43,73	24,38	47,80	57,65	79,40	51,45	56,24	41,03	50,08	0				
11	23,21	7,54	38,17	34,04	60,67	53,00	47,76	34,83	32,66	18,82	0			
12	162,09	99,34	85,06	99,19	75,34	28,90	77,80	46,56	81,73	96,98	90,94	0		
13	8,36	12,47	35,33	27,55	58,97	110,46	33,63	62,27	46,45	40,33	20,14	139,98	0	
14	62,49	25,43	26,87	7,86	22,32	68,65	14,91	48,84	12,11	56,96	36,37	67,80	38,87	0
15	18,79	16,10	49,02	25,32	72,17	131,96	50,80	83,14	44,53	58,05	26,41	170,21	7,67	44,13
16	63,57	70,26	91,64	91,12	140,93	211,60	107,32	127,68	123,16	126,83	88,51	258,99	42,04	124,73
17	154,39	131,52	181,58	221,35	258,49	260,62	228,73	175,61	211,62	188,54	162,30	310,38	127,11	233,51
18	44,86	44,64	86,64	80,24	121,90	201,55	101,85	124,06	99,35	98,30	69,75	236,01	30,28	100,21
19	47,00	34,22	56,56	11,87	48,42	114,10	36,07	88,25	45,95	68,56	47,38	123,17	33,80	27,96
20	14,34	8,93	36,70	30,65	64,96	97,79	37,45	51,96	36,76	36,19	17,87	128,37	3,13	37,00
21	9,81	23,99	58,72	50,78	86,87	150,63	64,15	94,77	75,66	47,72	32,67	192,05	8,47	69,72
22	51,22	25,61	54,48	63,26	95,95	141,63	80,14	80,19	66,67	69,68	50,41	183,47	26,74	74,10
23	165,99	179,07	192,66	268,18	265,54	346,78	249,24	230,51	288,37	209,53	202,73	391,21	151,50	285,82
24	30,06	34,22	84,03	30,69	97,11	160,14	72,97	124,88	58,21	78,45	43,30	205,15	25,53	57,30
25	102,58	28,86	64,16	61,14	102,06	42,06	90,86	39,18	24,54	63,72	39,91	93,66	70,31	52,65
26	13,65	16,12	53,26	52,32	83,14	129,06	67,79	78,79	66,03	40,38	23,03	171,62	11,04	65,15
27	230,80	221,17	131,93	141,70	93,14	245,64	78,03	197,31	195,99	230,84	234,57	158,81	196,41	129,24

“...continua...”

"TABELA 5, Cont."

Clones	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15	0												
16	35,74	0											
17	134,29	76,67	0										
18	25,85	29,84	61,90	0									
19	32,34	91,78	213,20	75,61	0								
20	11,95	49,44	119,86	32,49	42,25	0							
21	11,68	43,17	115,99	18,82	48,16	15,04	0						
22	24,52	34,69	60,58	10,91	64,82	27,03	22,95	0					
23	166,37	107,85	49,78	82,28	264,48	157,42	118,83	90,37	0				
24	9,78	62,51	191,72	50,57	27,61	34,07	26,31	53,38	232,97	0			
25	66,51	120,44	159,59	107,44	77,97	58,89	95,82	61,58	260,93	87,15	0		
26	13,58	50,91	104,66	19,23	53,37	14,40	3,24	17,68	113,73	32,38	76,34	0	
27	231,30	289,08	452,95	293,97	175,31	205,37	251,10	270,67	441,69	268,33	299,57	265,19	0

O método de Tocher aplicado à matriz de Mahalanobis revelou a formação de cinco grupos de ^{div}similaridade (Tabela 6). O grupo I foi o mais numeroso, sendo formado pelos clones 13, 20, 15, 21, 26, 1, 2, 11, 24, 22, 18, 4, 19, 14, 9, 3, 7, 10, 5, 8 e 25; o grupo II pelos clones 6 e 12; o grupos III pelos clones 17 e 23; os grupos IV e V foram formados pelos clones 16 e 27, respectivamente. Dias (1994) relata que o conhecimento dos pares de genitores de maior divergência orienta o processo de hibridação. Assim, os pares mais divergentes devem ser utilizados em cruzamentos para geração de híbridos mais heteróticos. Por outro lado, a informação acerca dos pares mais similares é útil nos programas envolvendo retrocruzamentos, nos quais o emprego de genitores similares, diferenciados basicamente pelo alelo a ser transferido, permite recuperar o genitor recorrente. Ressalta-se que esta prática em cupuaçuzeiro é bastante dificultada, pois, segundo Venturieri (1993) e Silva (1996), a espécie é alógama, apresenta alto grau de auto-incompatibilidade (Falcão e Lleras, 1983; Venturieri, 1993 e Silva, 1996) e grande receptividade ao pólen de origem genética diferente (Silva, 1996).

Tabela 6. Formação dos grupos de dissimilaridade pelo método de Tocher, a partir das distâncias de Mahalanobis estimadas para 27 clones de cupuaçuzeiro do BAG-cupuaçuzeiro, avaliados para 11 caracteres de fruto. EMBRAPA Amazônia Oriental, Belém-PA.

Grupos	Clones (acessos)						
I	13 (227)	20 (513)	15(229)	21(516)	26(624)	1(12)	2 (136)
	11 (218)	24 (620)	22 (554)	18 (434)	4 (182)	19 (512)	14 (228)
	9 (215)	3 (174)	7 (185)	10 (216)	5 (183)	8 (186)	25 (622)
II	6 (184)	12 (219)					
III	17 (286)	23 (618)					
IV	16 (248)						
V	27 (1074)						

Na Tabela 7 são apresentadas as distâncias médias intra e intergrupos, calculadas pelo método de Tocher. A distância média intragrupo é a média das distâncias entre os pares de clones de cada grupo, enquanto as distâncias médias intergrupos são obtidas pela média das distâncias entre pares de clones pertencentes a diferentes grupos (Cruz e Regazzi, 1997). Os valores de divergência intragrupos foram de 46,81; 28,90 e 49,77, para os grupos I, II e III, respectivamente. O grupo I possui os clones (13 e 20) geneticamente mais semelhantes, levando a supor que suas recombinações podem proporcionar variabilidades inferiores, ou pode ocorrer problema de incompatibilidade entre eles. O fato de apresentar a maior distância intragrupo pode ser devido ao elevado número de clones de que é formado.

Com relação às distâncias intergrupos pode-se constatar que suas maiores divergências estiveram entre os grupos III e IV, (447,31) e II e III, (327,35), constituindo os pares mais divergentes. Observam-se que as distâncias intragrupos são menores que as intergrupos, atendendo às pressuposições do método de Tocher (Cruz e Regazzi, 1997).

TABELA 7. Distâncias médias dentro e entre grupos com base no agrupamento de Tocher, provenientes da avaliação de onze características de frutos de 27 clones cupuaçuzeiro. Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA.

Grupos	I	II	III	IV	V
I	46,80	111,97	181,27	81,72	206,72
II		28,90	327,25	235,29	202,22
III			49,77	92,26	447,31
IV				-	289,08

O número de grupos formados pelo método de Tocher demonstra a ampla variabilidade entre os materiais avaliados. Silva (1996) discriminou a formação de três grupos, avaliando cinco clones de cupuaçuzeiro. Outros autores como Amalraj (1982) e Carvalho, Cruz e Moraes (1995) trabalhando com algodão; Silva Filho et al. (1995) com cubiu; Vidigal et al. (1997) com mandioca; Dias, Kageyama, Castro (1997) com cacau e Moraes et al. (1998) com arroz, utilizaram o método de Tocher baseado na distância generalizada Mahalanobis e conseguiram bons resultados para discriminar grupos dentro dessas espécies. Enriquez, Quirós e Lopez, (1988); Dias (1994) com cacau e Ali et al. (1995) com canola, utilizaram como base a distância Euclidiana, obtendo também boa discriminação de grupos.

Em estudos de divergência genética, o pesquisador deve selecionar como progenitores para os cruzamentos aquelas populações que apresentam as melhores características agrônômicas e maior dissimilaridade entre si. Dias, Kageyama e Castro (1997) salientam que a performance dos clones também deve ser considerada, sobretudo aquela relativa aos caracteres de maior relevância econômica. Sendo assim, acredita-se que os clones 27, 12, 5 e 7 são bastante promissores e podem ser usados em programas de melhoramento, pois apresentaram boa performance para peso total de fruto e peso de polpa.

Para possibilitar a visualização dos resultados, procedeu-se o estudo das projeções no plano das distâncias entre os clones, calculadas pelo método de Mahalanobis, como pode ser visto na Figura 1. Neste procedimento, as medidas de dissimilaridade são convertidas em escores relativos a duas variáveis X e Y (Cruz, 1997). Verifica-se que há concordância entre estes resultados e aqueles obtidos pelo método de Tocher, evidenciando que os processos utilizados para identificação de genótipos com maior ou menor similaridade são consistentes, podendo servir de suporte em programas de melhoramento do cupuaçuzeiro.

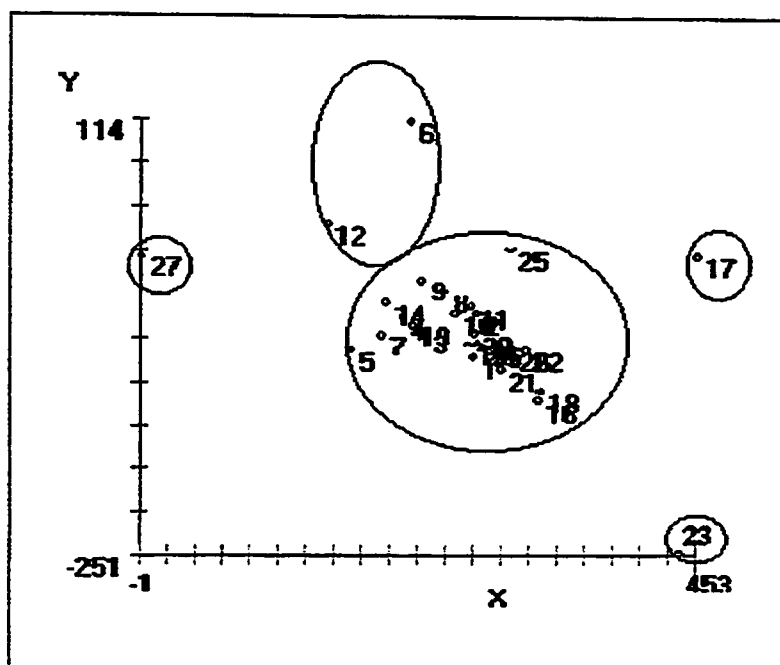


FIGURA 1. Projeção das distâncias no plano dos 27 clones de cupuaçuzeiro

4.3.2 Divergência genética por análise de componentes principais

A análise de divergência genética dos 27 clones de cupuaçuzeiro através de componentes principais encontra-se na Tabela 8. Observa-se que os dois primeiros componentes principais explicaram cerca de 76% da variação total (62,7 para o primeiro e 13,34 para o segundo). Os quatro primeiros componentes expressam juntos 91%. Essa performance pode ser considerada excelente em comparação a outros trabalhos. Venturieri (1990), por exemplo, analisando características de frutos de cupuaçuzeiro não obteve 70% de variação para os dois primeiros componentes principais. Calamassi, Puglisi e Vendramin (1988) ao avaliarem 14 populações de pinus de diferentes regiões a partir de 11 características morfológicas e anatômicas empregando a análise de

componentes principais, observaram que os cinco primeiros componentes explicaram 87,2% da variação total.

TABELA 8 – Estimativas dos autovalores associados aos componentes principais e de suas importâncias relativas e acumuladas, obtidas no estudo de onze caracteres avaliados em 27 clones de cupuaçuzeiro. Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA.

Componentes	Autovalores	%	% Acumulada
1	6,9036	62,760	62,760
2	1,4689	13,354	76,115
3	1,0424	9,477	85,59
4	0,6110	5,554	91,147
5	0,5524	5,022	96,17
6	0,3537	3,215	99,385
7	0,0583	0,530	99,916
8	0,0075	0,068	99,984
9	0,0014	0,013	99,998
10	0,0001	0,001	100,00
11	0,0000	0,000	100,00

Vários outros trabalhos demonstram a grande utilidade do emprego de componentes principais, entre os quais destaca-se o de Hussaini, Goodman e Timothy (1977) que, trabalhando com 640 acessos da coleção mundial de espécie *Eleusine coracana* (L.) Gaerth, conseguiram pelo gráfico de dispersão utilizando os dois primeiros componentes principais, obter 12 grupos subjetivamente formados com base em 18 caracteres. Os dois primeiros componentes explicaram juntos 60% de variação.

Resultados obtidos por Barros (1991) com caju e por Curi (1993) com mandioca, demonstram que a dispersão da variância em vários componentes é

normal quando se trabalha com descritores de germoplasma. Porém, como pode-se observar pela Tabela 8, o mesmo não ocorreu no presente trabalho. Resultado similar obteve Dias (1997), argumentando, porém, que um dos motivos pode estar na diferença no descritor utilizado. O autor cita que os descritores por ele utilizados eram de natureza agronômica, restritos apenas a caracteres de frutos e sementes, similares ao do presente trabalho, enquanto que os caracteres utilizados pelos dois autores citados anteriormente eram caracteres botânicos e botânico-agronômicos.

A eficiência do uso dos componentes principais depende principalmente da quantidade de variação total disponível contida nos primeiros componentes utilizados, ou seja, do grau de distorção ocorrida nas distâncias entre as cultivares quando se passa do espaço p-dimensional para o n-dimensional.

Como os dois componentes principais explicaram mais de 70% da variação total, empregou-se, para melhor visualização da divergência, o gráfico de dispersão dos clones em relação ao primeiro e segundo componente principal (Figura 2).

A dispersão gráfica no espaço bi-dimensional revelou de modo subjetivo a formação de cinco grupos. Três deles possuem os mesmos clones dos grupos III, IV e V formados pelo método de Tocher (Tabela 6). O quarto grupo formado apresentou os mesmos clones do grupo I (método de Tocher) mais o clone 6. O quinto grupo, portanto, foi formado pelo clone 12. Observa-se também que o clone 27 foi o mais divergente em relação aos demais. Sendo assim, esse clone torna-se promissor no processo de hibridação quando cruzado principalmente com clones de outros grupos.

É possível que ocorra distorção na passagem das variáveis de um espaço p-dimensional para o bi-dimensional, porém, a ocorrida no presente trabalho pode ser considerada pequena, não influenciando, de maneira geral, os agrupamentos feitos pelo método Tocher.

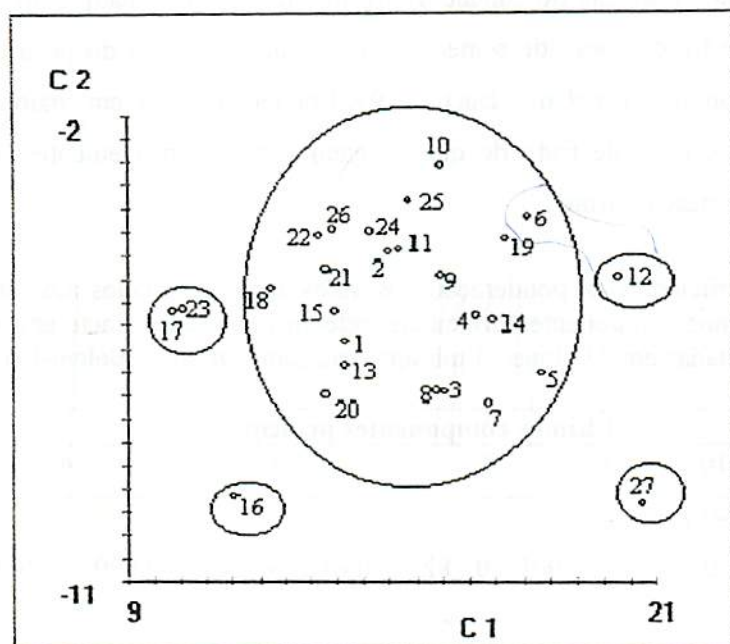


FIGURA 2. Dispersão dos 27 clones em relação aos escores do primeiro (C_1) e segundo componentes principais (C_2)

4.4 Importância relativa dos caracteres

As técnicas de componentes principais podem ainda ser utilizadas na discriminação de variáveis de pouca importância para estudos de divergência, ou seja, variáveis redundantes.

Na Tabela 9 encontram-se os coeficientes de ponderação dos onze caracteres avaliados. No presente estudo o primeiro descarte envolveu a variável PF e o descarte seguinte recaiu sobre o caráter CF. A terceira variável a ser descartada foi o peso de sementes (PS). A partir do quarto descarte, o processo discriminatório torna-se inconsistente. O caráter peso de polpa, sendo o próximo a ser descartado é altamente correlacionado com peso de fruto e peso

PF, CF e PS

de sementes (Tabela 4), descartados anteriormente. Esse caráter pode ser de grande importância na seleção do cupuaçuzeiro, mesmo correlacionado com os caracteres peso de fruto e peso de sementes. A seleção fenotípica do peso de polpa, segundo Fonseca, Escobar e Bueno (1990) poderá resultar em maiores ganhos indiretos no peso de fruto do que os ganhos diretos provenientes da seleção baseada no peso de fruto.

TABELA 9 – Coeficientes de ponderação dos autovetores associados aos oito últimos componentes principais, referentes a onze características avaliadas em 27 clones. Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA.

Caráter	Últimos componentes principais							
	11	10	9	8	7	6	5	4
CF	0,0001	-0,7296	-	-	-	-	-	-
DF	0,0	0,1649	-0,0905	0,1823	-0,618	-0,365	-0,009	0,402
PF	-0,8318	-	-	-	-	-	-	-
PC	0,3593	0,1173	0,2406	-0,6177	0,644	-	-	-
PP	0,4073	-0,0343	-0,2435	0,6708	-	-	-	-
PS	0,1147	0,1765	0,6956	-	-	-	-	-
EC	0,0	-0,0062	-0,0195	-0,0424	-0,02	0,221	-0,231	-0,422
NS	0,0	-0,1021	-0,4321	-0,1142	0,106	0,499	-0,491	-
CF/DF	0,001	0,6074	-0,0508	0,1011	-0,414	-0,495	0,253	0,135
PP/PF	0,0	0,0299	0,141	-0,3196	0,119	-0,076	0,094	-0,800
PMS	0,0	-0,1185	-0,4258	0,0903	0,051	0,5642	-	-

O traço corresponde ao descarte simulado do caráter associado ao respectivo coeficiente.

O aumento da inconsistência ocorre caso continuem os descartes. Assim na quinta etapa de descarte, o próximo a ser descartado seria PC, porém, observa-se uma elevada correlação entre este caráter e PF e CF, já descartados, sendo assim o descarte não deve ser efetivado.

Cury (1993) aplicou a técnica de componentes principais para descarte de variáveis redundantes em germoplasma de mandioca. Seguindo o processo proposto por Jolliffe (1973), em que o número de descartes é igual ao número de componentes com autovalor inferior a 0,7, poderiam ser descartados treze descritores dos vinte avaliados. Porém, o autor percebeu que, a partir do oitavo descarte, o critério torna-se inconsistente, devido a aproximação dos coeficientes de duas ou mais variáveis em um mesmo componente, vindo a ocorrer no nono, décimo, décimo primeiro e décimo segundo componente. Assim, torna-se difícil a decisão sobre qual variável descartar. Achando exagerado o número de descartes, o autor decidiu cessar na sexta etapa. Assim, descartaram-se seis descritores, o que representa 30% do conjunto de descritores originais.

Resultado similar aconteceria no presente trabalho caso se utilizasse por completo o método de descarte proposto por Jolliffe (1973). Observa-se, pela Tabela 9, que a partir do quarto descarte o critério torna-se inconsistente, pois as variáveis PP e PC são importantes para o componente e torna-se difícil decidir qual delas descartar. O mesmo acontecendo no quinto descarte com as variáveis PC e DF. Assim, dos onze caracteres originais, oito seriam descartados, ou seja, 79%. Na Tabela 8 são mostrados os oito componentes com os autovalores que atendem a exigência de Jolliffe (1973). Cury (1993) e Dias (1994) acham esse método muito drástico, podendo vir a causar uma distorção acentuada no processo de agrupamento.

Logo, com base na matriz de correlações genotípicas (Tabela 4) e pela inconsistência nos valores dos coeficientes de algumas variáveis, aconselha-se o descarte de três variáveis, pela ordem: PF, CF e PS. Pelos resultados, observa-se que todas as variáveis descartadas apresentam correlação alta com alguma variável selecionada. Dias (1997) estudando treze caracteres, em 26 clones de cacau, descartou cerca de 31% das variáveis, entre elas as variáveis peso de fruto e peso de semente úmida.

A variável PF descartada tem valor agronômico, porém não foi considerada de importância para a avaliação devido a permanência dos caracteres PF e PC. O descarte dessas variáveis redundantes pode proporcionar a simplificação no conjunto de descritores, diminuindo o tempo e mão-de-obra dispensados para a avaliação dos genótipos.

A partir da obtenção das oito variáveis remanescentes aplicou-se o método de agrupamento de Tocher (Tabela 10) com base na matriz de distâncias generalizadas de Mahalanobis. Observa-se que foram formados quatro grupos. Comparando com o agrupamento envolvendo as 11 variáveis originais (Tabela 6) observa-se pouca alteração, pois o clone 16 que formava sozinho o grupo IV, passou a integrar, na análise com oito variáveis, o grupo III, juntamente com os clones 17 e 23.

Tabela 10. Formação dos grupos de dissimilaridade pelo método de Tocher, a partir das distâncias de Mahalanobis estimadas para 27 clones de cupuaçuzeiro do BAQ-cupuaçuzeiro, avaliados para oito caracteres de fruto. Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA.

Grupos	Clones (Acessos)									
I	13 (227)	20 (513)	15(229)	21(516)	26(624)	1(12)	2 (136)			
	11 (218)	24 (620)	22 (554)	18 (434)	4 (182)	19 (512)	14 (228)			
	9 (215)	3 (174)	7 (185)	10 (216)	5 (183)	8 (186)	25 (622)			
II	6 (184)	12 (219)								
III	17 (286)	23 (618)	16 (248)							
IV	27 (1074)									

Cury (1993) ressalta que num processo de descarte é normal haver perda de informações. Com base nos resultados, observa-se que a perda de informações foi mínima, não influenciando o agrupamento geral dos clones. Assim, verifica-se a eficiência do método de descarte de variáveis redundantes.

5 CONCLUSÕES

Verificou-se que os clones avaliados apresentam variabilidade genética. Ao mesmo tempo, observa-se similaridade entre muitos deles, sendo possível agrupá-los levando-se em conta as distâncias genéticas entre si.

Considerando os caracteres PP e PF, observa-se que alguns dos clones avaliados são promissores por apresentarem um alto potencial produtivo.

Observa-se que alguns caracteres são poucos importantes na discriminação dos clones. Assim, para a descrição de germoplasma de cupuaçuzeiro com base em descritores de frutos, recomenda-se a utilização dos caracteres DF, PP, PC, EC, NS, CF/DF, PP/PF e PMS.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, M.; COPELAND, L.O.; ELIAS, S.G.; KELLY, J.D. Relationship between genetic distance and heterosis for yield and morphological traits in winter canola (*Brassica napus* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, Berlin, v.91, n.1, p. 118-121, july, 1995.
- ALMEIDA, C.M.V.C. Correlações entre caracteres no estágio adulto e possibilidade de seleção precoce em híbridos de cacau (*Theobroma cacao* L.). Piracicaba: ESALQ, 1991. 194p. (Tese - Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- ALVES, R.M.; OLIVEIRA, R.P. de; NEVES, M.P. das; CHAVES, J.P.; RODRIGUES, M.; ARAUJO, D.G.; PIMENTEL, L.P. Pesquisas com recursos genéticos e melhoramento do cupuaçuzeiro em desenvolvimento na Embrapa/CPATU. In: WORKSHOP SOBRE AS CULTURAS DE CUPUAÇU E PUPUNHA NA AMAZÔNIA, 1., 1996, Manaus. Anais.... Manaus: CPAA, 1996. p. 127-135.
- AMALRAJ, S.F.A. Genetic divergence in *Gossypium barbadense* L. *Genetica Agraria*, Roma, v 36, n.1/2, p. 23-30, 1982.
- ARUNACHALAM, V. Genetic distance in plant breeding. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, New Delhi, v. 4, p. 226-36, 1981.
- ASTORGA, C. Caracterización de dos poblaciones de pejíbaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.) precedentes de Costa Rica y Panamá. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE BIOLOGÍA, AGRONOMÍA E INDUSTRIALIZACIÓN DEL PIJUAYO, 4, 1991. Iquitos. Anais... Iquitos, 1991. p.73-90.
- BARBOSA, A.M.M. Análise da variabilidade genética em progênies de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) por caracteres agronômicos e RAPD. Jaboticabal: UNESP/FCAV, 1997. 110p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- BARBOSA, W.C.; NAZARÉ, R.F.R. de; NAGATA, I. Estudo tecnológico de frutas da Amazônia. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1978. 19p. (EMBRAPA-CPATU. Comunicado Técnico, 3).

BARROS, L.M. Caracterização morfológica e isoenzimática do cajueiro. Piracicaba: ESALQ, 1991. 256p. (Tese - Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).

BASTOS, C.N. Epifitologia, hospedeiros e controle da vassoura-de-bruxa (*Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer). Ilhéus, Ba, Brasil: CEPLAC/CEPEC, 1990. 21p. (CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico, 168).

BERRETA, A. Los recursos genéticos como base para el fitomejoramiento. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, 1., 1997, Campinas. Programa e Resumos... Campinas: IAC/EMBRAPA, 1997. p. 9.

CALAMASI, R.; PUGLISI, S.R.; VENDRAMIN, G.G. Genetic variation in morphological and anatomical needle characteristics in *Pinus brutia* Tem. *Silvae Genetica*, Frankfurt, v.37, p.5-6, 1988.

CALZAVARA, B.B.G.; MULLER, C.H.; KAHWAGE, O.N.C. Fruticultura tropical: o cupuaçuzeiro - cultivo, beneficiamento e utilização do fruto. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1984. 101p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 32).

CARVALHO, L.P. de; CRUZ, C.D.; MORAES, C.F. de Genetic divergence in Brazilian cotton, *Gossypium hirsutum* var *latifolium* Hutch. *Brazilian Journal of Genetics*, Ribeirão Preto, v.18, n.3, p.439-443, 1995.

CASTRO, G.C.T.; BARTLEY, B.G.D. Caracterização de recursos genéticos do cacaueiro. 1. Folha, fruto e semente de seleções da Bahia das séries SIC e SIAL. Revista Theobroma, Itabuna, v.13 n.3, p.263-73, jul/set. 1983.

CAVALCANTE, P.B. Frutas comestíveis da Amazônia III. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1991.

CORREA, M.P. Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: Ministério de Agricultura, 1931. v.2.

COSTA, J.G. da; LEDO, A. da S.; OLIVEIRA, M.N. de Estimativas de repetibilidade de características de frutos de cupuaçuzeiro no Estado do Acre. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v.19, n.3, p.313-318, 1997.

- CRUZ, C.D. Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas. Piracicaba: ESALQ, 1990. 188p. (Tese - Doutorado em Genética e Melhoramento de plantas).
- CRUZ, C.D. Programa GENES; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 1997. 442 p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: Imprensa Universitária, 1997. 390p.
- CUATRECASAS, J.A. Cocoa and its allies: a taxonomic revision of the genus *Theobroma*. Contribution from the United States National Herbarium, v.35, p.32-46, 1964.
- CURI, P.R. Análise de agrupamento: métodos sequenciais, aglomerativos e hierárquicos. Ciência e Cultura, Piracicaba, v.35, n.10, p.1416-29, out. 1983.
- CURY, R. Dinâmica evolutiva e caracterização de germoplasma de *mandioca* (*Manihot esculenta*, Crantz) na agricultura autóctone do sul do Estado de São Paulo. Piracicaba: ESALQ, 1993. 103p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- DAS, P.K.; GUPTA, T. Multivariate analysis in black gram (*Vigna mungo* (L) HEPPEL). *Indian Journal of Genetics & Plant Breeding*, New Delhi, v.44, n.2, p.243-247, 1984.
- DIAS, L.A. dos S. Divergência genética e fenética multivariada na predição de híbridos e preservação de germoplasma de cacau (*Theobroma cacao* L.). Piracicaba: ESALQ, 1994. 94p. (Doutorado - Genética e Melhoramento de Plantas).
- DIAS, L.A. dos S.; KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, G.C.T. Divergência fenética multivariada na preservação de germoplasma de cacau (*Theobroma cacao* L.). Agrotrópica, Itabuna, v. 9, n.1, p. 29-40, jan./abr. 1997.
- DINIZ, T.D.A.; BASTOS, T.X.; RODRIGUES, I.A.; MULLER, C.H.; KATO, A.K.; SILVA, M.M.M. Condições climáticas em áreas de ocorrência natural e de cultivo de guaraná, cupuaçu, bacuri e castanha-do-Brasil. Belém: CPATU, 1984. (Pesquisa em andamento, 133).

- DUCKE, A. As espécies brasileiras do gênero *Theobroma* L. Belém: Instituto Agrônômico do Norte, 1953. 89p. (Boletim Técnico, 8).
- ENRIQUEZ, G.A.; QUIROS, S.; LÓPEZ, O. Caracterización y relación fitogenética de frutos y almendras de cacao de cultivares de la colección de Turrialba, Costa Rica. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL DE INVESTIGACION EN CACAO, 10., 1987, Santo Domingo. Actas... Lagos: Cocoa Producers' Alliance, 1988. p. 593-598.
- FALCÃO, M.A.; LERAS, E. Aspectos fenológicos, ecológicos e de produtividade do cupuacu (*Theobroma grandiflorum* (Willd ex Spreng) Schum). Acta Amazônica, Manaus, v.13, n. 5-6, p.725-735, 1983.
- FALCONER, D.S. Introdução à genética quantitativa. Viçosa: UFV Imprensa Universitária, 1987. 279p.
- FERRREIRA, D.F. Métodos de avaliação da divergência genética em milho e suas relações com cruzamentos dialélicos. Lavras: UFLA, 1993. 68p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- FONSECA, C.E.L. da; ESCOBAR, J.R.; BUENO, D.M. Variabilidade de alguns caracteres físicos e químicos do fruto do cupuazeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.25, n.7, p.1079-1084, jul. 1990.
- FONSECA, J.R. Emprego da análise multivariada na caracterização de germoplasma de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Lavras: UFLA, 1993. 123p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).
- HOMMA, A.K.O. Cupuacu: potencialidades e mercado, algumas especulações. In: WORKSHOP SOBRE AS CULTURAS DE CUPUACU E PUPUNHA NA AMAZÔNIA, 1., 1996, Manaus. Anais... Manaus: CPAA, 1996. p. 1-17.
- HUSSAINI, S.H.; GOODMAN, M.M.; TIMOTHY, D.H. Multivariate analysis geographical distribution of the world collections of finger millet. Crop Science, Madison, v.17, n.2, p.257-63, mar/apr. 1997.
- JAMES, F.C.; MCCULLOCH, C.E. Multivariate analysis in ecology and systematics: panacea or Pandora's box? Annual Review of Ecology and Systematics, California, v. 21, p. 129-166, 1990.

- JOLLIFE, I.T. Discarding variables in a principal component analysis. I. Artificial data. *Applied Statistics*, London, v. 21, n. 2, p. 160-73, 1972.
- JOLLIFE, I.T. Discarding variables in a principal component analysis. II. Real data. *Applied Statistics*, London, v. 22, n. 1, p. 21-31, 1973.
- LAL, R.K.; SHARMA, J.R.; MISRA, H.O. Genetic diversity of senna (*Cassia angustifolia* Vahl). *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, Binghamton, v.5, n.2, p.3-10, 1997.
- LIBERATO, J.R.; CRUZ, C.D.; VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L. Técnicas estatísticas de análise multivariada aplicadas à fitopatologia. I. Análise de componentes principais, análise canônica e "cluster análise". In: LUZ, W.C. (ed.). *Revisão Anual de Patologia de Plantas*. Passo Fundo, 1995. v.3, p. 227-281.
- LIMA, R.R.; COSTA, J.P.C. Registro de introduções de plantas pré-colombianas coletadas na Amazônia brasileira. Belém: CPATU, 1991. 191p. (Documentos, 58).
- LOPES, C.R. Avanços na caracterização genética de germoplasma de *Arachis spp* e *A. Hypogaea*. In: SIMPOSIO LATINO-AMERICANO DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, 1., 1997, Campinas. Programa e Resumos... Campinas: IAC/EMBRAPA, 1997. p.17.
- MALUF, W.R.; FERREIRA, P.E. Análise multivariada da divergência genética em feijão vagem (*Phaseolus vulgaris* L.). *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.1, n.2, p.31-34, nov, 1983.
- MANLY, B.F.J. *Multivariate statistical methods: a primer*. London: Chapman and Hall, 1986.
- MARDIA, K.V.; KENT, J.T.; BIBBY, J.M. *Multivariate analysis*. London: Academic Press, 1979. 512 p.
- MARTEL, J.H.I. Cultura do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum). In: DONÁDIO, L.C.; MARTINS, A.B.G; VALENTE, J.P. *Fruticultura Tropical*. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p.83-99.

- MATORANO, L.G.; PEREIRA, L.C.; CESAR, E.G.M.; PEREIRA, I.C.B. Estudos climáticos do Estado do Pará, classificação de (Köppen) e deficiência hídrica (Thornthwaite, Mater). Belém: SUDAM/EMBRAPA, 1993. 54p.
- MONÇANTO, L. Descritores morfológicos aplicados a germoplasma de espécies de *Arachis* da seção *Caulorrhizae*. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, 1., 1997, Campinas. Programa e Resumos... Campinas: IAC/EMBRAPA, p. 22.
- MONTALVAN DEL AGUILA, R. Determinação de divergência genética em germoplasma de arroz (*Oryza sativa*) através de análise eletroforéticas de proteínas de grãos. Piracicaba: ESALQ, 1990. 83p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- MONTEIRO, W.R. Gênero *Theobroma*: Distribuição e importância econômica. In: WORKSHOP SOBRE AS CULTURAS DE CUPUAÇU E PUPUNHA NA AMAZÔNIA, 1., 1996, Manaus. Anais... Manaus: CPAA, 1996. p. 96-109.
- MORAIS, O.P. Análise multivariada da divergência dos progenitores, índices de seleção e seleção combinada numa população de arroz oriunda de intercruzamentos, usando macho-esterilidade. Viçosa: UFV, 1992. 251p. (Tese - Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- MORAIS, O.P. de; SILVA, J.C.; CRUZ, C.D.; REGAZZI, O.J.; NEVES, P. de C.F. Divergência genética entre os genitores da população de arroz irrigado CNA-IRAT 4¹. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.33, n. 8, p. 1339-1348, 1998.
- MÜLLER, C.H.; FIGUEIRÊDO, F.J.C.; NASCIMENTO, W.M.O. do et al. A cultura do cupuaçu. Brasília: SPL, 1995. 61p. (Coleção Plantar, Série Vermelha Frutíferas).
- NAZARÉ, R.F.; BARBOSA, W.C.; VIÉGAS, R.M.F. Processamento das sementes de cupuaçu para a obtenção de cupulate. Belém, CPATU, 1990. 37p. (Boletim de Pesquisa, 106).

- NEVES, M.P.H.; OLIVEIRA, R.P.; MOTA, M.G.C.; SILVA, R.M. Sistema reprodutivo do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) – Época de floração, frutificação e mudança foliar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BOTÂNICA, São Luis, 1993. Resumos São Luis, 1993.
- NEVES, M.P.H.; SILVA, R.M.; MOREIRA, D.A. Sistema reprodutivo do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) – Cor da flor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 12., 1992, Itaguaí, Resumos... Itaguaí, 1992.
- LIVEIRA, M. do S.P. de; MOTA, M.G. da C. Coleta de germoplasma de populações locais de pataú (*Jessenia bataua* (mart.) Burret, e espécies afins. In: Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental, Belém: EMBRAPA – CPATU, 1991. p.183-184.
- PEREIRA, M.G.; CARLLETO, G.A.; CASTRO, G.C.T. de A variabilidade das características de frutos e sementes em *Theobroma cacao* L. Clones Sic e Sial. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE INVESTIGACION EN CACAO, 10., 1987, Santo Domingo. Actas... Lagos: Cocoa Producers' Alliance, 1988. p. 581-585.
- PEREIRA, M.G.; CARLETO, G.A.; DIAS, L.A.S. Avaliação de híbridos de cacaueiros nas condições de Linhares-ES. Ilhéus, CEPLAC, 1987. 40p. (Boletim Técnico, 150).
- PEREIRA, A.V. Utilização de análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Piracicaba: ESALQ, 1989. 180p. (Tese - Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- PEREIRA, M.G.; MELO, G.R.P. de; PIRES, J.L.; RIBEIRO, N.C. de A. Influência do progenitor paterno sobre os caracteres físicos e químicos da semente F_1 relacionados com a qualidade do cacau. *Agrotrópica*, Itabuna, v.6, n.2, p.31-40, maio/ago. 1994.
- POUND, F.J. The genetic constitution of the cacao crop. In: IMPERIAL COLLEGE OF TROPICAL AGRICULTURE. Annual Report on Cocoa Research, Firsth. St. Augustine, Trinidad. 1931. p.10-24.
- RAMALHO, M.P.; SANTOS, J.B.; PINTO, C.B. Genética na Agropecuária. 6 ed. São Paulo: Globo, 1997. 395p.

RAO, C.P.; RAHMAN, M.A.; RAO, P.N.; REDDY, J.R. Genetic divergence analysis in sugarcane. *Genetic Agricultural*, v.39, p.273-247, 1985

RAO, C.R.; PRASAD, A.S.R.; SAIKRISHNA, T. Genetic divergence among some brown plant thopper resistant rice varieties. *The Indian Journal of Genetics & Plant Breeding*, New Delhi, v.41, p.179-185, 1981.

RHODES, A.M.; MARTIN, F.W. Multivariate studies of variations in Yams (*Dioscorea alata* L.) *Journal of the America Society for Horticultural Science*, Alexandria, v. 97, n. 5, p. 685-688, 1972.

RIBEIRO, F.E. Divergência genética entre populações de coqueiro gigante (*Cocos nucifera* L.) do Brasil. Lavras: UFLA, 1993. 84p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).

RIBEIRO, N.C. de A.; SACRAMENTO, C.K. do; BARRETO, W.G.; SANTOS FILHO, L.P. das Características físicas e químicas de frutos de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) do Sudeste da Bahia. *Agrotropica*, Itabuna, v.4, n.2, p.:33-37, maio/ago. 1992.

ROBINSON, H.F.; COMSTOCK, R.E.; HARVEY, P.H. Genotypic and phenotypic correlations in corn and their implications in selection. *Agronomy Journal*, Madison, v.43, n.6, p.282-287, 1951.

RODRIGUES, D.M. Aspectos da produção e comercialização do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) na Região Norte. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 1996. 43p. (Monografia - Especialização em Horticultura).

SILVA FILHO, D.F. da; ANUNCIAÇÃO FILHO, C.J. da; NODA, H.; REIS, O.V. dos. Análise multivariada da divergência genética em 29 populações de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) avaliada na Zona da Mata do Estado de Pernambuco. *Acta Amazônica*, Manaus, v.2, n.3/4, p.171-180, set./dez. 1995.

SILVA, M.F. Insetos que visitam o "cupuaçu" (*Theobroma grandiflorum* (Willd ex Spreng) Schum), e índice de ataque nas folhas, *Acta Amazônica*, Manaus, v.6, n.1, p.49-54, mar. 1976.

- SILVA, R.M. da Estudo do sistema reprodutivo e divergência genética em cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd ex Spreng Schum). Piracicaba: ESALQ, 1996. 173p. (Tese - Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- SORIA, J. El vigor híbrido y su uso en el mejoramiento genético de cacao. Fitotecnia Latinoamericano, Caracas, v.1, n.1, p.59-78, 1964.
- SORIA, V.J.; OCAMPO, O.F.; PAEZ, G. Parental influence of some cacao clones on the yield performance of their progenies. Turrialba, San Jose, v. 24, n.1, p.58-65, ene./mar. 1974.
- SOUZA, A. das G.C. Avaliação de progênies de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd Ex Spreng) Schum). Viçosa: UFV, 1994. 95 p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).
- SOUZA, A. das G.C. Recursos genéticos e melhoramento do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd Ex Spreng) Schum). In: WORKSHOP SOBRE AS CULTURAS DE CUPUAÇU E PUPUNHA NA AMAZÔNIA, 1., 1996, Manaus. Anais.... Manaus: CPAA, 1996.
- STATON, M.A.; STERWART, M.A.; PERCIVAL, A.E.; WENDEL, J.F. Morphological diversity and relationships in the A- genome cottons, *Gossypium arboreum* and *Gossypium gossypium*. Crop Science, Madison, v. 34, n. 2, p. 519-527, mar./apr. 1994.
- VALL, J.F.M. Importância da caracterização morfológica e genética para pesquisas em recursos genéticos *ex situ*. In: In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, 1., 1997, Campinas. Programa e Resumos... Campinas: IAC/EMBRAPA, 1997.
- VENCOVSKY, R. Herança Quantitativa. In: Paterniani, E. (Coord.). Melhoramento e Produção de Milho no Brasil. Fundação Cargill, Piracicaba, p. 122-201. 1978.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.
- VENTURIERI, G.A. Cupuaçu: A espécie, sua cultura, usos e processamento. Belém, 1993. 108p.

VENTURIERI, G.A. Variabilidade em plantas jovens de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willdenow ex Sprengel) Schumann) estimada por descritores morfológicos e isoenzimáticos e sua utilização em caracterização de germoplasma. INPE: Manaus, 1990. 83p. (Dissertação – Mestrado em Ciências Biológicas).

VENTURIERI, G.A.; RIBEIRO FILHO, A.A. A polinização manual do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*). *Acta Amazônica*, Manaus, v.25, n.3/4, p.181-192, mar./jul. 1995.

VIDIGAL, M.C.G.; VIDIGAL FILHO, P.S.; AMARAL JUNIOR, A.T. do; BRACCINI, A. de; LUCCA, E. Divergência genética entre cultivares de mandioca por meio de estatísticas multivariadas. *Bragantia*, Campinas, v.56, n.2, p.263-271, 1997.

WILCHES, O.M. Evolucion de treinta y quatro variedades de mani mediante técnicas multivariadas. *Revista ICA*, Bogotá, v.18, n.1, p. 67-76, 1983.