



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**MARCADORES AGRONÔMICOS E MOLECULARES NA
CARACTERIZAÇÃO DE JENIPAPEIROS DO RECÔNCAVO BAIANO**

DANIELA DE SOUZA HANSEN

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

ABRIL - 2006

MARCADORES AGRONÔMICOS E MOLECULARES NA CARACTERIZAÇÃO DE JENIPEIROS DO RECÔNCAVO BAIANO

DANIELA DE SOUZA HANSEN

Engenheira Agrônoma
Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, 2004

Dissertação submetida à Câmara de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Fitotecnia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Simone Alves Silva

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA - 2006

FICHA CATALOGRÁFICA

H249 Hansen, Daniela de Souza

Marcadores agronômicos e moleculares na caracterização de jenipapeiros do Recôncavo Baiano / Daniela de Souza Hansen. – Cruz das Almas-BA, 2006.

77 f.; 30 cm., il. tab., graf.

Orientador: Simone Alves Silva

Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal da Bahia

1. Jenipapo – cultura 2. jenipapo – seleção I. Universidade Federal da Bahia, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. II. Título.

CDD20 ed. 634.6

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Simone Alves Silva
Centro de Ciências Agrárias e Ambientais - UFBA
(Orientadora)

Prof. Dr. Weliton Antonio Bastos de Almeida
Centro de Ciências Agrárias e Ambientais - UFBA

Pesquisadora Dr.^a Cláudia Fortes Ferreira
Embrapa - Mandioca e Fruticultura Tropical

Dissertação homologada pelo Colegiado de Curso de Mestrado em Ciências Agrárias em

Conferindo o Grau de Mestre em Ciências Agrárias em

A Antonio Augusto, meu esposo, pelo amor e orientação durante toda a minha formação profissional;

À minha família pela compreensão e carinho, em especial aos meus pais Vanilda e Augusto; meus irmãos Orlando, Ana e Júlia; meu padrasto Antonio e minha madrasta Amélia.

A toda a família Oliveira Fonseca por ter me acolhido nesta cidade e se tornado a minha família de coração.

DEDICO

À minha avó Jandira (*in memorian*), pelo exemplo de vida e amor à família.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus e aos meus amigos de luz, por estarem presentes em todos os momentos da minha vida.

À Universidade Federal da Bahia, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, ao Mestrado em Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia e o de Química Agrícola e Solos, pela colaboração e amizade dos professores e Funcionários.

À Dra. Simone Alves Silva, pela orientação, confiança e amizade.

Ao MsC. Antonio Augusto Oliveira Fonseca, pela orientação nas análises físicas e físico-químicas, além do apoio e incentivo em todas as etapas do trabalho.

À Dra. Claudia Fortes Ferreira pela orientação e por disponibilizar a infraestrutura do Laboratório de Biologia Molecular da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical.

Aos estagiários Rodrigo Brito Saldanha, Samira Maria Peixoto Cavalcante da Silva, Paulo Gertrudes Peixoto, Natiana de Oliveira França, Ana Cristina Cavalcante, Juliana Garcia, Janaina Nunes, Karla dos Santos, Fabio Garcia, Adilson Nunes, Maraise Almeida da Hora e Rafaela Moreira Bitencourt, pela importantíssima ajuda na coleta dos frutos, análises físicas e físico-químicas e pela grande amizade e respeito.

Aos funcionários Veronice Oliveira Queiroz e Wilson dos Santos pela contribuição no andamento do trabalho.

A Epaminondas do Patrocínio pelas dicas, sugestões e conhecimentos transmitidos nas análises moleculares.

A Kátia Pestana e Vânia Santos, pela ajuda nas análises moleculares e amizade conquistada durante este tempo de convivência.

A bibliotecária Isaelse dos Santos Silva, pela ajuda na revisão de literatura.

A Antonio Carlos Oliveira Fonseca pelo incentivo e sugestões na formatação da dissertação.

A todos os colegas de Mestrado, em especial Taliane Leila Soares, Silvia Barbosa, Manuel Prado, Carla Silva Sousa, Ruberval Leone, Djalma Barbosa, Cerilene Santiago e Juliana Firmino pelo estímulo e solidariedade durante todo o Curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb), pelo suporte financeiro na realização do trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de Mestrado.

Ao Dr. Francisco Adriano pela ajuda e sugestões na utilização do GPS.

Ao Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo pela ajuda na realização das análises estatísticas do terceiro capítulo.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma para o andamento do trabalho meu sincero obrigada.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO.....	01
Capítulo 1	
JENIPEIROS NATIVOS DO RECÔNCAVO BAIANO: DISSIMILARIDADE E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE FRUTOS.....	20
Capítulo 2	
SELEÇÃO DE JENIPEIROS NO RECÔNCAVO BAIANO VISANDO O CONSUMO DOS FRUTOS <i>IN NATURA</i> E A INDUSTRIALIZAÇÃO.....	40
Capítulo 3	
AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE JENIPEIRO UTILIZANDO MARCADORES RAPD E DESCRITORES AGRONÔMICOS.....	58
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78

MARCADORES AGRONÔMICOS E MOLECULARES NA CARACTERIZAÇÃO DE JENIPEIROS DO RECÔNCAVO BAIANO

Autora: Daniela de Souza Hansen

Orientadora: Prof^a. Dr.^a Simone Alves Silva

RESUMO: O trabalho teve como objetivo obter informações sobre a variabilidade genética de jenipapeiros por meio de marcadores agronômicos e moleculares em populações nativas do Recôncavo Baiano. Para a coleta dos dados foram identificados 100 genótipos distribuídos em seis municípios da região. Os caracteres utilizados para a avaliação das plantas foram: estatura da planta (EP), diâmetro médio da copa (DMC) e circunferência do caule (CC). De cada genótipo foram coletados 10 frutos, sendo avaliados a massa do fruto (MF); diâmetro longitudinal (DLF) e transversal (DTF) do fruto; massa da semente (MS); número de sementes (NS); rendimento em polpa (REND); pH; sólidos solúveis totais (SST); teor de ácido ascórbico (Vit. C); acidez titulável total (ATT); relação entre sólidos solúveis totais e acidez titulável total (SST/ATT); glicídios redutores (GR); não-redutores (GNR) e totais (GT). Para a análise de RAPD coletou-se aleatoriamente folhas jovens de 25 indivíduos em seis populações para a extração do DNA, cuja amplificação foi realizada com 17 primers num total de 185 marcadores amplificados gerando 148 bandas polimórficas. A variável massa do fruto apresentou a maior contribuição relativa para a dissimilaridade genética total. Os genótipos estudados apresentaram variabilidade genética suficiente com formação de 12 a 16 grupos distintos nas avaliações agronômicas, podendo-se recomendar clones dissimilares e produtivos para utilização nas condições agroecológicas do Recôncavo Baiano. A utilização da análise RAPD demonstrou polimorfismo no material em estudo, sendo uma técnica viável e importante ferramenta na identificação da variabilidade genética em jenipapeiros.

Palavras-chave: *Genipa americana* L., caracterização, RAPD

AGRONOMIC AND MOLECULAR MARKERS IN THE CHARACTERIZATION OF JENIPAPO FRUITS IN THE RECONCAVE REGION OF BAHIA

Author: Daniela de Souza Hansen

Adviser: Prof^a. Dr^a. Simone Alves Silva

ABSTRACT: The objective of the present work was to obtain information regarding the genetic variability of jenipapo fruits using agronomic and molecular markers in native populations of the Reconcave Region of Bahia. One-hundred genotypes distributed in six counties of the Region were used for data collection. The characteristics used for plant evaluation were: plant height (PH); average canopy diameter (ACD) and stem circumference (SC). Ten fruits were collected from each genotype whereas the mass of fruit (MF); longitudinal diameter (LD); transversal diameter (TD); seed mass (SM); number of seeds (NS); pulp yield (PY); pH; total soluble solids (TSS); ascorbic acid content (Vit C); total tritable acidity (TTA); total soluble solids and total tritable acidity ratio (TSS/TTA); reducing glycidies (RG); non reducing (NR) and total glycidies (TG), were evaluated. For the RAPD analysis, young leaves of each individual were randomly collected for DNA extraction, and amplification was carried out with 17 primers generating a total of 185 amplified bands, whereas 148 were polymorphic. The fruit mass variable presented the greatest relative contribution for the total genetic dissimilarity. The genotypes studied presented enough genetic variability, forming from 12 to 16 distinctive groups in the agronomical evaluation, whereas it is possible to recommend dissimilar and productive clones for use in agroecological conditions of the Reconcave Region of Bahia. The use of the RAPD analysis, demonstrated polymorphism of the material in study, being considered a viable and important tool for the identification of the genetic variability of jenipapo fruits.

Key words: *Genipa americana* L., characterization, RAPD

INTRODUÇÃO

Fruteiras nativas do Brasil

A palavra "fruta" é derivada do latim *fructa*, do verbo *fruor-eri*, que significa desfrutar, deleitar-se, apreciar. Hoje as frutas são parte integral de nossa alimentação, particularmente como aperitivos misturadas com bebidas alcoólicas, enfeitando coquetéis, como saladas e na forma de sobremesas como frutas *in natura*, em calda, em pasta, secas, em bolos, tortas, sorvetes, geléias e gelatinas. O suco das frutas é também utilizado como refresco e componente de refrigerantes e licores. As frutas estão presentes igualmente em guloseimas como chocolates, bombons e balas (Awad, 1993).

O Brasil é um dos três maiores produtores mundiais de frutas, perdendo apenas para a China e Índia, com uma produção superior a 34 milhões de toneladas. A base agrícola da cadeia produtiva das frutas abrange 2,2 milhões de hectares, gera 4 milhões de empregos diretos e um PIB agrícola de US\$ 11 bilhões (IBRAF, 2005). No entanto, de acordo com Souza Filho et al. (2000) poucas frutas brasileiras, como a laranja, o abacaxi e o maracujá, conseguiram lugar de destaque no mercado nacional e internacional na forma de frutas frescas, sucos integrais ou concentrados, néctares e geléias.

Como alternativa para a diversificação da fruticultura brasileira, as fruteiras nativas despontam com elevado potencial a ser explorado devido à variabilidade em textura, aromas e sabores inerentes a cada espécie. O aproveitamento socioeconômico e a demanda de pesquisas com estas fruteiras, têm sido inibidos, tanto pela forte pressão do mercado consumidor de frutas tradicionais de clima tropical e subtropical, já adaptadas, como também, pelo mercado de frutas de clima temperado, aclimatadas. Porém, a oferta de novas alternativas de frutas frescas para o consumo *in natura* e matéria-prima para agroindústrias, constitui em preciosa

fonte de alimentos e riqueza para o país (Giacometti, 1993; Morais et al., 1994; Souza, 2001).

Entre as fruteiras nativas brasileiras conhecidas na região amazônica podemos citar o cupuaçu [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum], açaí (*Euterpeoleracea* Mart.), camu-camu (*Myrciaria dúbia* H.B.K. Mc Vaugh), araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh), e o bacuri (*Platonia insignis* Mart.). No sul do país temos o araçá (*Psidium araçá* Raddi), uvaia (*Eugenia pyriformis*), pitanga (*Eugenia uniflora* L.), feijoa (*Feijoa sellowiana* Berg) e butiá (*Butia capitata* (Mart.) Becc.). No nordeste o umbu (*Spondias tuberosa* L.), ciriguela (*Spondias purpurea* L.), mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), cajá (*Spondias mombin* L.), sapoti (*Manilkara ackras* L.) e jenipapo (*Genipa americana* L.) e no cerrado o buriti (*Mauritia flexuosa* L), baru (*Dipteryx alata* Vog), jatobá (*Hymenaea courbaril*), cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) e a graviola (*Anona muricato* L.).

A exploração econômica destas espécies em alguns casos já está ocorrendo em escala comercial, no entanto, a grande maioria ocorre de forma extrativista, sendo a comercialização dos frutos realizada em feiras locais ou em pouquíssimas quantidades, em grandes redes de supermercados como artigos de luxo. Os frutos são muitas vezes desprezados pela população devido à falta de conhecimento a respeito da sua utilização e composição nutricional. Portanto o conhecimento a respeito da qualidade dos frutos, por meio de caracteres físicos (tamanho, forma e cor da casca) associados à composição físico-química da polpa, é fundamental para a aceitação do mercado consumidor.

A realização de pesquisas com fruteiras nativas auxiliará no manejo correto das culturas e preservação das espécies, fornecendo informações para a instalação de plantios comerciais que irão contribuir para a geração de renda do segmento agrícola, ampliar a competitividade das agroindústrias de alimentos, possibilitar a criação de novos empregos no setor rural e permitir a geração de divisas para os Estados.

Importância da espécie *Genipa americana* L.

O jenipapeiro (*Genipa americana* L.) é uma árvore frutífera, pertencente à família Rubiaceae que encontra-se vegetando por todo o continente sul-americano. No Brasil

sua distribuição ocorre nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e no Sudeste, sendo muito comum encontrá-lo no estado da Bahia, principalmente na região do Recôncavo Baiano.

A árvore possui tronco reto e casca verde com manchas acinzentadas, altura média de 5 a 15 m, podendo chegar a 20 m de altura, com diâmetro de tronco de 20 a 40 cm. É uma planta caducifólia de copa arredondada, com folhas verdes brilhantes, simples, opostas, com estipulas interpeciolares triangulares, medindo de 10 a 35 cm de comprimento por 7 a 10 cm de largura (Souza et al., 1996). As flores são hermafroditas, com corola tubular na metade basal, em cima aberta em cinco ou mais pétalas, brancas no princípio e depois se tornam amarelas, ligeiramente perfumadas, com cerca de 2 a 4 cm de altura, possuindo 5 estames (Donadio et al., 1998). O fruto é uma baga ovóide ou subglobosa, medindo de 8 a 15 cm de comprimento e 6 a 9 cm de diâmetro, cinzento ou marrom, com numerosas sementes pardas e achatadas (Cavalcante et al., 1996).

A árvore de jenipapeiro possui diversas aplicações, sendo utilizada desde a raiz aos frutos e sementes. É empregada na medicina caseira, forrageamento de animais, curtimento de couros, florestamento, alimentação, indústria madeireira e repovoamento da fauna (Epstein, 2001). O fruto se destaca por possuir sabor agradável, ser pouco perecível, rico em sais minerais, vitaminas e alto teor de ferro e riboflavina. Santos (2001) relata que em trabalho realizado no município de Cruz das Almas na Bahia, a polpa do fruto apresentou uma constituição físico-química de 3,60 para pH; sólidos solúveis totais 18,34⁰ Brix; acidez total titulável 1,66%; glicídios totais 15,69%; umidade 73,75%; cinzas 1,22%; e relação sólidos solúveis totais com acidez total titulável de 11,58. Figueiredo (1984), em estudos com a mesma fruteira no município de Maranguape no Ceará, verificou que o conteúdo em ferro foi de 0,80 mg.100g⁻¹, cálcio 45,82 mg.100g⁻¹, fósforo 33,50 mg.100g⁻¹, fibra 2,03% lipídios 0,35%, e proteína 0.68%. De acordo com Franco (1992), o valor energético do jenipapo é de 81,70 calorias, e as seguintes vitaminas podem ser encontradas em sua composição: A (30 mg.100g⁻¹), B1 (24 mg.100g⁻¹), B2 (275 mg.100g⁻¹) e C (6,80 mg.100g⁻¹). O jenipapo é considerado também como uma das melhores frutas para a fabricação de refrescos, licores, doces e sorvetes; todos com grande aceitação, principalmente no mercado nordestino (Prudente, 2002).

Do fruto verde pode-se extrair um líquido amarelado que altera a sua tonalidade para azul escuro (Souza et al., 1996), sendo denominado de genipina, substância solúvel em água, álcool e que em contato com o ar torna-se preta (Estrella, 1995). Esse pigmento é utilizado desde os primórdios no tingimento de vestuários, enfeites, tatuagens no corpo e no curtimento do couro (Corrêa, 1984), por isto o nome do tupi-guarani, fruto que serve para pintar.



Arquivo da UFRB

Figura 1. Jenipapeiro adulto (A); Mudas de jenipapeiro (B); Comercialização dos frutos de jenipapo (C e D); Frutos de jenipapo (E).

A planta é considerada como rústica por se adaptar a vários tipos de ambientes, entretanto, tem preferência por solos permeáveis, profundos, bem-drenados, areno-argilosos e com pH de 6,0-6,5. A temperatura ideal vai de 23°C a 28°C e chuvas entre 1.300mm e 1.500mm/ano bem distribuídas. Sua propagação é realizada principalmente por sementes, podendo-se utilizar alporquia e enxertia (Seagri,

2006), no entanto a eficiência destas técnicas ainda está sendo testada não havendo até o momento artigos que demonstrem resultados sobre o assunto.

A época de safra do jenipapeiro varia bastante de uma região para outra, sendo relatado em estudos realizados por Silva et al. (1992) uma produção entre 400 a 1.000 frutos/pé/ano, considerando-se que estas plantas encontram-se em estado natural sem nenhum trato cultural.

Variabilidade genética e descritores morfológicos e moleculares

A variabilidade genética é a diferença existente entre indivíduos da mesma espécie quanto a características específicas (estatura da planta, tamanho de frutos, teor de vitamina C, etc.) que responde a um amplo espectro de fatores de ambiente (radiação solar, pluviosidade, tipo de solo, entre outros). A caracterização de germoplasma e a estimativa da variabilidade genética são essenciais em qualquer projeto que envolva recursos genéticos. O estudo da variabilidade genética pode auxiliar na distinção de diferentes populações por meio de marcadores morfológicos bem como marcadores moleculares (Ferreira e Grattapaglia, 1998; Larson et al., 2000), e o conhecimento do modo como a variabilidade de uma espécie está distribuída entre e dentro de suas populações é essencial para a sua conservação (Reis, 1999).

Os marcadores mais antigos e amplamente difundidos são os que têm como base características morfológicas. Estes ainda continuam sendo aplicados com eficiência e suas principais vantagens residem no fato de serem simples, rápidos e com baixo custo de análise (Bretting e Widrlechner, 1995). Esses marcadores são bastante acessíveis quando comparados às técnicas moleculares mais avançadas, e consistem na adoção de caracteres herdáveis, facilmente visíveis e mensuráveis, que, a princípio, são expressos em todos os ambientes (International Board for Plant Genetic Resources, 1988). Os marcadores morfológicos freqüentemente são controlados por genes dominantes não permitindo distinguir plantas heterozigotas de homozigotas, e em alguns, como a presença de pigmentos nas flores ou característica de frutos e sementes, só se expressam em plantas adultas não sendo práticos quando se trabalha com espécies de ciclo de vida longo (Conte, 2004).

O desenvolvimento da biotecnologia possibilitou o surgimento de diversas técnicas envolvendo marcadores moleculares, permitindo indicar com precisão o polimorfismo existente no DNA de um organismo. Entre as técnicas mais utilizadas podemos citar as isoenzimas, Restriction Fragment Length Polymorphisms (RFLP), microssatélites (SSR), Amplified Fragment Length Polymorphisms (AFLP) e Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD), entre outras. Essas metodologias diferenciam-se quanto à habilidade em detectar diferenças entre indivíduos, custo, facilidade de uso, consistência e reprodutibilidade.

Os marcadores RAPD consistem em uma das técnicas mais utilizadas, por se tratar da sua simplicidade, baixo custo e por ser menos exigente em mão-de-obra (Huff et al., 1993), possibilitando a construção de mapas genéticos, o estabelecimento de relações filogenéticas entre diferentes táxons, a obtenção de "fingerprints" genômicos de indivíduos, sendo também uma ferramenta poderosa para análise da diversidade genética molecular em populações naturais, populações de melhoramento e bancos de germoplasma (Ferreira e Grattapaglia, 1998). Essa técnica é realizada por meio de PCR (reação em cadeia da polimerase), utilizando "primers" decanucleotídeos de seqüência arbitrária, o que tende a produzir uma freqüência relativamente alta de polimorfismo por "primer", sendo o método rápido e eficiente. O fato de os "primers" para RAPD serem constituídos ao acaso é o que torna a técnica simples e aplicável a qualquer organismo. Como não é necessário o conhecimento da seqüência alvo no DNA, a técnica é ideal para gerar informações a respeito da estrutura genética de populações de espécies nunca estudadas (Brown, 1999). Sua maior limitação é sua característica dominante, isto é, o fato de não ser possível distinguir indivíduos heterozigóticos de indivíduos homozigóticos dominantes.

Várias espécies, apesar de não terem ainda cultivo comercial expressivo, já estão sendo caracterizadas quanto à sua variabilidade genética para fins não apenas de melhoramento, mas também de preservação. Tais estudos vêm demonstrando que ainda existe grande variabilidade fenotípica e genotípica para essas espécies, com alguns genótipos bastante promissores (Pereira et al., 2000). Pesquisas utilizando marcadores RAPD foram realizadas com algumas fruteiras nativas como a jabuticabeira (Pereira, 2002), sendo possível estimar as relações genéticas existentes entre as espécies estudadas permitindo identifica-las; com a mangabeira

(Cruz, 2005) foi possível verificar as diferenças existentes em genótipos provenientes da Chapada Diamantina na Bahia; e com a cagaitera (Zucchi, 2003) observou-se a viabilidade no estudo da estrutura genética das populações.

Diante disto, o uso de marcadores moleculares passou a representar uma ferramenta adicional aos programas de melhoramento genético em frutíferas oferecendo novas possibilidades no manejo de uma coleção, permitindo a comparação entre indivíduos, e identificando duplicatas (Engelborhs et al., 1998). O processo de melhoramento genético de espécies nativas é similar ao processo para espécies exóticas ou convencionais, onde apenas a ênfase dada a algumas das etapas preliminares é diferente (Clemente, 2001). A prospecção e coleta dos recursos genéticos da espécie alvo é de fundamental importância com espécies nativas por duas razões. Primeiro, o encontro de um acesso com qualidades especiais pode viabilizar o desenvolvimento de um cultivo novo (Arkcoll e Clement, 1989) enquanto que 100 acessos inferiores podem simplesmente ocupar espaço no viveiro. Segundo, não existem coleções de germoplasma em que o melhorista possa encontrar aquele acesso especial, pois até o início de seu programa esta espécie geralmente não terá recebido muita atenção da pesquisa antes (Clemente, 2001).

Biodiversidade e recursos genéticos

A biodiversidade pode ser conceituada como a variedade de vida no planeta, incluindo a variabilidade genética dentro das populações e espécies (flora, fauna e microorganismos), além das funções ecológicas desempenhadas por estes organismos nos ecossistemas (Ministério do Meio Ambiente, 2004).

Cada região do país ou do planeta detém determinado patrimônio genético. Esse patrimônio é formado pelo conjunto dos recursos presentes no diversificado material genético contido na fauna e flora da região – em suas variedades primitivas, espécies silvestres, tradicionais e modernas – que podem ser usadas no presente ou no futuro para a agricultura e a alimentação (CNSAN, 2004).

O Brasil é o país mais rico em biodiversidade de todo o Planeta. Em seu território encontram-se 20% do conjunto de plantas, animais e microrganismos existentes na face da terra. Apenas em plantas superiores, o Brasil possui ao redor de 21% das

267 mil espécies já classificadas no mundo, sendo que entre essas, 7% são endêmicas, ou seja, só ocorrem no país (Diniz e Ferreira, 2000).

À medida que a população mundial aumenta, as fronteiras agrícolas e urbanas se expandem, ocupando o habitat natural de numerosas espécies de plantas e animais (Stushnoff e Seufferheld, 1995). Este fenômeno vem causando rápida e profunda erosão da diversidade genética de espécies de plantas nativas ou mesmo provocando a sua total extinção (Villalobos et al., 1991). Dentre os numerosos problemas que a sociedade brasileira necessita resolver com certa urgência, dois são de inegável importância numa perspectiva de desenvolvimento sustentável: a) como garantir a produção de alimentos em escala e custo que atendam à demanda interna e ao mercado internacional; b) como preservar a biodiversidade nas diversas regiões do país (Pavan e Moreira Filho, 1998).

A conversão das florestas para usos na agricultura e urbanização, explorando espécies, fragmentando as terras selvagens, mudando a estrutura demográfica, alterando o habitat, degradando o ambiente, introduzindo pestes exóticas e competidores, além do favorecimento de espécies domesticadas, tem contribuído significativamente para alterar a diversidade genética existente (Ledig, 1992).

Na busca de formas de manejo sustentáveis para a conservação da biodiversidade, deve-se considerar que populações humanas que habitam florestas tropicais representam um dos componentes chave para entender, utilizar e proteger a biodiversidade tropical, pois foram elas que interagiram durante séculos com a diversidade biológica presente nestes ambientes, possuindo as informações de uso e manejo presentes em seus contextos culturais. Considerar o conhecimento desta população na elaboração de planos de manejo e outras estratégias de conservação de espécies de uso comercial pode ser fundamental para garantia da manutenção das populações vegetais sem penalizar as comunidades locais que as tem como principal fonte de renda (Redford e Padoch, 1992).

Os recursos genéticos são constituídos por organismos cuja diversidade genética foi adequadamente identificada e capturada, podendo ser considerados como base biológica para a geração de tecnologias nos programas de melhoramento genético, biotecnologia e outras atividades afins que tem previsão de uso atual ou potencial (Queiróz, 2004).

No Brasil, os recursos genéticos podem ser conservados nas comunidades a que pertencem dentro do ambiente a que estão adaptados (*in situ*) ou fora do seu local de origem (*ex situ*).

A conservação *in situ* pode ser realizada em parques, reservas biológicas ou reservas ecológicas; já a conservação *ex situ* por meio de coleções de plantas no campo, de sementes em bancos de sementes, ou de coleções de plântulas em bancos *in vitro*. Os materiais mantidos *in situ* possuem como vantagem a atuação das forças evolucionárias (Morales e Valois, 2000), e a conservação *ex situ* tem como principais vantagens a preservação de espécies que ocorrem em habitat ameaçados, assegurar a disponibilidade contínua e imediata de recursos genéticos e evitar a erosão genética das espécies.

Neste contexto, a região Nordeste do Brasil caracteriza-se por apresentar uma grande diversidade de ecossistemas reunindo uma biodiversidade vegetal ímpar, que pode ser aproveitada na agricultura. Portanto, a preservação e caracterização de espécies, variedades e tipos vegetais é de suma importância para evitar a perda de valiosos germoplasmas, que futuramente poderão ser utilizados nos diversos programas de melhoramento genético de plantas (Ferreira, 1999).

Análise Multivariada

O manejo eficiente de germoplasma vegetal é de vital importância para o pesquisador, pois este precisa de material geneticamente caracterizado, para utilizá-lo em suas pesquisas e para o melhoramento. A obtenção de populações segregantes, com altas médias para as características de interesse e variabilidade genética ampla, depende da seleção adequada dos genitores (Machado et al., 2000). A utilização de grande número de descritores tem sido um procedimento generalizado na caracterização da variabilidade de germoplasma, em razão da ausência de informação precisa sobre a real contribuição de cada descritor. Todo o caráter deve contribuir de alguma maneira para descrever a variabilidade, porém, à medida que cresce o número de descritores, aumenta também a possibilidade deles serem redundantes ou altamente correlacionados uns com os outros (Daher, 1993). A seleção combinada de vários caracteres por meio da análise multivariada, permite discriminar, com mais eficiência, os materiais promissores (Cruz, 1990), e dentre as

técnicas disponíveis, temos os componentes principais, as variáveis canônicas e a análise de agrupamento (Cruz e Regazzi, 1997). Por tratar-se de uma análise unificadora que permite integrar as múltiplas informações das características extraídas das unidades experimentais, a estatística multivariada proporciona maior oportunidade de escolha de parentais divergentes em programas de melhoramento (Das e Gupta, 1984; Johnson e Wickern, 1988). Quanto mais divergentes forem os genitores, maior a variabilidade resultante na população segregante, e maior a probabilidade de reagrupar os alelos em novas combinações favoráveis (Benin et al., 2003). O uso de genitores com insuficiente diversidade genética na formação de populações para hibridação, reduz a variabilidade genética quanto aos caracteres quantitativos (Fehr, 1987). Segundo Cruz (1990), o uso de técnicas multivariadas em estudos de divergência genética obtidas a partir de dados originais sem uso de experimentação, tem sido mais freqüentemente empregado em avaliações de acessos de bancos de germoplasma e caracterização de indivíduos ou espécies distribuídos em condições naturais. Segundo o autor, nestes casos não se dispõe de recursos experimentais para a quantificação das influências não genéticas que atuam simultaneamente sobre vários caracteres. Porém, esta limitação não impede que as técnicas sejam utilizadas com sucesso.

A técnica de componentes principais tem como objetivo a obtenção de um pequeno número de combinações lineares (componentes principais) de um conjunto de variáveis, que retenham o máximo possível da informação contida nas variáveis originais. São calculadas de forma que a primeira componente principal agregue o máximo da variabilidade total dos dados; a segunda agregue o máximo da variabilidade total restante dos dados, sendo não correlacionada com a primeira; a terceira agregue o máximo da variabilidade total restante dos dados, sendo não correlacionada com a primeira e a segunda componente; e assim sucessivamente até que o número de componentes principais seja no máximo igual ao número de variáveis. Tendo-se, assim, as variâncias ordenadas decrescentemente e as componentes não correlacionadas. Utilizando-se um método adequado, pode-se eliminar as componentes que não representam muita variabilidade, tendo-se uma redução de dimensionalidade sem perda significativa de informação (Scremin, 2003).

A utilização de componentes principais tem sido um dos métodos mais amplamente utilizados no melhoramento de plantas, uma vez que, além da distribuição gráfica da divergência entre os genótipos, ela possibilita a identificação dos caracteres menos e mais representativos para explicar a variação total (Pereira, 1980). A análise inicia-se com o cálculo dos autovalores e correspondentes autovetores de uma matriz de variâncias-covariâncias ou de correlações entre variáveis, sendo o primeiro autovalor a maior porcentagem da variabilidade total presente e assim sucessivamente (Landim, 2000). Os dois ou três primeiros autovetores encontrados explicarão a maior parte da variabilidade presente, e se comportarem uma porcentagem relativamente alta da variação total, acima de 80%, a variabilidade entre os indivíduos estudados pode ser explicada satisfatoriamente (Cruz, 1990).

Segundo Souza et al. (2005), a avaliação da divergência genética tem sido realizada utilizando-se técnicas biométricas, processos preditivos e também por meio de marcadores bioquímicos e moleculares.

Os métodos preditivos de diversidade genética têm sido bastante utilizados, sobretudo pelo fato de que, ao se basearem em diferenças morfológicas e fisiológicas dos genitores, dispensam a obtenção das combinações híbridas entre eles, o que é vantajoso, especialmente quando o número de genitores cujas diversidades se deseja conhecer é elevado. Entre os métodos preditivos estão aqueles que quantificam a diversidade por meio de medidas de dissimilaridade, entre as quais encontra-se a distância euclidiana. Considerando-se essas medidas, aplicam-se métodos aglomerativos, estudando-se a diversidade entre os materiais avaliados (Carvalho et al., 2003). Segundo Hair et al. (1998), a análise de cluster, também conhecida como análise aglomerativa, é um conjunto de técnicas estatísticas cujo objetivo é agrupar objetos segundo suas características, formando grupos ou aglomerados homogêneos. Os objetos em cada aglomerado tendem a ser semelhantes entre si, porém diferentes dos demais objetos dos outros aglomerados. Os aglomerados obtidos devem apresentar tanto uma homogeneidade interna, como uma grande heterogeneidade externa. Portanto, se a aglomeração for bem sucedida, quando representados em um gráfico, os objetos dentro dos aglomerados estarão muito próximos, e os aglomerados distintos estarão afastados. Esta análise utiliza a distância Euclidiana ou a distância generalizada de Mahalanobis como medidas de dissimilaridade, sendo de fundamental importância escolher dentre

estes, aqueles que permitam inferências mais efetivas das constituições genéticas avaliadas.

A distância Euclidiana deve ser utilizada quando as variáveis disponíveis são independentes, como se verifica para os componentes principais e as variáveis canônicas (Morais 1992). A distância generalizada de Mahalanobis considera as correlações entre as características analisadas por meio da matriz de covariâncias residuais (Cruz, 1990).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114p.

ARKCOLL, D. B.; CLEMENT, C. R. Potencial new food crops from the Amazon. In: WICKENS, G.; HAQ, N.; DAY, P.; EDS. *New crops for food and industry*. New York: Chapman & Hall, 1989. p. 150-165.

BENIN, G. CARVALHO, F. I. F. de; OLIVEIRA, A. C. de; MARCHIARO, V. S.; LORENCETTI, C.; KUREK, A. J.; SILVA, J. A. G.; CRUZ, P. J. HARTWIG, I.; SCHMIDT, D. A. M. Comparações entre medidas de dissimilaridade e estatísticas multivariadas como critérios no direcionamento de hibridações em aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, p.657-662, jul./ago., 2003.

BRETTING, P. K.; WIDRLECHENER, M. P. Genetic markers and horticultural germplasm management. **HortScience**, Alexandria. v. 30, n. 7, p. 1349-1355, dec. 1995.

BROWN, S. A. **Genetic variation within and between some rare and common taxa of Cape Proteaceae and the implicatios for their conservation**. 1999. 169f. Tese (Doutorado) – Department of Botany, Faculty of Science, Rhodes University, Grahastown, 1999.

CARVALHO, L. P. de, LANZA, M. A.; FALLIERI, J. SANTOS, J. W. dos. Análise da diversidade genética entre acessos de banco ativo de germoplasma de algodão. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 38, n.10, p.1149-1155. out. 2003.

CAVALCANTE, P. B. Jenipapo. In: **Frutas comestíveis da Amazônia**. 6. ed. Belém; CNPQ, Museu Paraense Emílio Goeldi; INPA, 1996. 279p. (Coleção Adolfo Ducke, II).

CLEMENT, C. R. Melhoramento de espécies nativas {Improvement of native species}. In: NASS, L. L.; Valois, A.C.C.; Melo, I.S.; Valadares-Inglis, M.C. (Eds.). **Recursos genéticos & melhoramento** : plantas. Rondonópolis, MT. Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso; Fundação MT, 2001, p. 423-441. (Brasil)

CONFERÊNCIA NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL. **Recursos genéticos, sementes e a questão dos transgênicos**. 2004. Disponível em: http://www.fomezero.gov.br/conferencia/Arquivos/Pdf/5-Recursos_Geneticos.pdf. Acesso: em 01 de abril de 2006.

CONTE, R. **Estrutura genética de populações de *Euterpe edulis* Mart. submetidas a ação antrópica utilizando marcadores alozímicos e microssatélites**. 2004. 124f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

CORRÊA, M. P. Jenipapeiro. In: **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1984. v. 4. p. 515-520.

CRUZ, C. D.; **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. Piracicaba, 1990. 188f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa : Universidade Federal de Viçosa, 1997. 390 p.

CRUZ, E. M. de O. **Caracterização e seleção de genótipos de mangabeira utilizando marcadores morfológicos e moleculares**. 2005. 72f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2005.

DAHER, R. F. **Diversidade morfológica e isoenzimática em capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum)**. 1993. 110f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

DAS, P. K.; GUPTA, T. D. Multivariate analysis in black grain (*Vigna mungo* (L.) Herpper). **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, New Delhi, v. 44, n. 7, p. 243-247, 1984.

DINIZ, M. F., FERREIRA, L. T. Bancos genéticos de plantas, animais e microrganismos: garantia da segurança alimentar do terceiro milênio. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**. Local, ano 2, v. 13, p 34-38. mar./abr. 2000.

DONADIO, L. C.; NACHTIGAL, J. C.; SACRAMENTO, C. K. do. **Frutas exóticas**. Jaboticabal: Funep, 1998. 279p.

ENGELBORGHIS, I.; SWENNEN, R.; CAMPENHOUT, S. V. Capacidad del AFLP para detectar diferencias genéticas y variantes somaclonales en *Musa* spp. **Infomusa**, Montpellier, v.76, n.2, p.3-6, 1998.

EPSTEIN, L. Cultivo e aproveitamento do jenipapo. **Bahia Agrícola**, Salvador, v.4, n.3, p. 23-24, dez. 2001.

ESTRELLA, E. **Plantas medicinales amazonicas: realidad y perpectivas**. Manaus: TCA, 1995. 268 p.

FEHR, W. R. **Principles of cultivar development**. New York: Macmillan, 1987. 536 p.

FERREIRA, F. R. Recursos genéticos de espécies frutíferas no Brasil. In: BEZERRA, J. E. F.; SILVA JUNIOR, J. F.; LEDERMAN, I. E. Germoplasma de fruteiras do Nordeste. In: WORKSHOP PARA CURADORES DE BANCOS DE GERMOPLASMA DE ESPÉCIES FRUTÍFERAS, 1999, Brasília. **Anais...** Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. p. 50-59.

FERREIRA, M. E.; GRATAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 3. ed. Brasília: EMBRAPA-CENARGEN, 1998. 220p.

FIGUEIREDO, R. W. **Estudo de industrialização do jenipapo (*Genipa americana* L.)**. 1984. 171f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1984.

FRANCO, G. **Tabela de composição química de alimentos**. Rio de Janeiro: Atheneu. 1992. 307 p.

GIACOMETTI, D. C. Recursos genéticos de frutíferas nativas do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTÍFERAS NATIVAS, 1; 1992, Cruz das Almas. **Anais...** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1993. p. 13-27.

HAIR, J.; et al. **Multivariate Data Analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

HUFF, D. R.; PEAKALL, R.; SMOUSE, P. E. RAPD variation within and among natural populations of outcrossing buffalograss [*Buchloe dactyloides* (Nutt.) Engelm.]. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 86, p. 927-934, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **Estatísticas**. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/x-es/f-esta.html>. Acesso em: 06 de maio de 2005.

INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES. **Descriptors for citrus**. Rome, 1988. 27 p.

JOHNSON, R. A.; WICKERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1988. 607p.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos multivariados**. Rio Claro: UNESP/IGGE. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>. Acesso em: 01 de abril de 2006.

LARSON, S. R.; JONES, T. A.; HU, Z. M.; MCCRACKEN, C. L.; PALAZZO, A. Genetic diversity of bluebunch weathgrass cultivars and a multiple-origin polycross. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 4, p. 1142-1147, 2000.

LEDIG, F. T. Human impacts on genetic diversity in forest ecosystems. **Oikos**, v. 63, p.87-108, 1992.

MACHADO, C. de F.; SANTOS, J. B. Dos; NUNES, G. H. de S. Escolha de genitores de feijoeiro por meio da divergência avaliada a partir de caracteres morfo-agronômicos. *Campinas*, v.59, n.1, p.11-20, 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Diversidade brasileira**. <http://www.mma.gov.br/port/sbf/chm/biodiv/biodiv>. Acesso em 20 de setembro de 2004.

MORAES, O. P. **Análise multivariada da divergência genética dos progenitores, índices de seleção e seleção combinada numa população de arroz oriunda de intercruzamento, usando macho-esterilidade**. 1992. 251f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.

MORAES, V. H. F.; MULLER, C. H.; SOUZA, A. G. C.; ANTÔNIO, I. C. Native fruit species of economic potential from the Brazilian Amazon. **Ang. Bot.** v. 68, p. 47-52, 1994.

MORALES, E. A. V., VALOIS, A. C. C. Recursos genéticos de vegetais autóctones e seus usos no desenvolvimento sustentável. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 11-42, maio/ago., 2000.

PAVAN, C., MOREIRA FILHO, C. A. Agronomia e biodiversidade: bactérias fixadoras de nitrogênio na agronomia e na biodiversidade. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**. Local, ano 1, n. 4, p. 38-39, jan../fev. 1998.

PEREIRA, A.V. **Utilização de análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Krantz)**. 1989. 180f. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1980.

PEREIRA, M. C. T.; SALOMÃO, L. C. C.; MOTA, W. F.; VIEIRA, G. Atributos físicos e químicos de frutos de oito clones de jaboticabeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, n. Especial, p.16-21, 2000.

PEREIRA, M. **Propagação via estacas apicais, caracterização morfológica e molecular de jaboticabeiras (*Myrciaria* spp.)**. 2002. 130f. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

PRUDENTE, R. M. Jenipapo (*Genipa americana* L.). In: VIEIRA NETO, R. D. **Fruteiras potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas**. Aracaju: Embrapa-CPATC; Emdagro. 2002. p. 88- 114.

QUEIRÓZ, M. A. **Os recursos vegetais e os melhoristas de plantas**. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br>. Acesso em: 02 de agosto de 2004.

REDFORD, K. H.; PADOCH, C. **Conservation of neotropical forests: working from traditional resource use**. Columbia: Columbia University Press, 1992. 476p.

REIS, A. M. M. **Distribuição da variabilidade genética em aroeira (*Myracrodun urundeuva*, Anacardiaceae) por marcadores RAPD e polimorfismo de**

seqüências de cpDNA. 1999. 60f. Dissertação de Mestrado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

SANTOS, R. O. S. **Caracterização de jenipapeiros (Genipa americana L.) em Cruz das Almas-BA.** 2001. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal da Bahia, 2001.

SCREMIN, M. A. A. **Método para a seleção do número de componentes principais com base na lógica difusa.** 2003. 124f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2003.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Cultura do jenipapo.** Disponível em : <http://www.seagri.ba.gov.br/Jenipapo.htm>. Acesso em 02 de abril de 2006.

SILVA, J. A. da; SILVA, D. B. da; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. de. **Coleta de sementes, produção de mudas e plantio de espécies frutíferas nativas dos Cerrados:** informações exploratórias. Planaltina: EMBRAPA – CPAC, 1992. 23p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 44).

SOUZA FILHO, M. de S. M. de, LIMA, J. R., NASSU, R. T., MOURA, C. F. H., BORGES, M. de F. Formulações de néctares de frutas nativas das regiões Norte e Nordeste do Brasil. **CEPPA**, Curitiba, v. 18, n.2, p. 275-283. jul./dez. 2000.

SOUZA, A. das G. C. de.; SOUSA, N. R.; SILVA, S. E. L. da; NUNES, C. D. M.; CANTO, A. do C.; CRUZ, L. A. de A. . **Fruteiras da amazônia.** Brasília: Embrapa-SPI; Manaus: EMBRAPA-CPPA, 1996. 204p. (Biblioteca botânica brasileira, 1).

SOUZA, F.; QUEIRÓZ, M. A. de; DIAS, R. de C. S.; Divergência genética em linhagens de melancia. **Hortic. Bras.**, Brasília, v.23, n.2. Brasília, p. 179-183, abr./jun. 2005.

SOUZA, V. A. B. **Perspectivas do melhoramento de espécies nativas do nordeste brasileiro.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO GENÉTICO DE PLANTAS, 1; 2001, Goiânia-GO. **Resumo 25**, Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 2001. (CD room)

STUSHNOFF, C.; SEUFFERHELD, M. Cryopreservation of apple (*Malus species*) genetic resources. In: BAJAJ, Y.P.S. (Ed.) **Biotechnology in agriculture and forestry: cryopreservation of plant germplasm I.** Berlin: Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1995. p 87-101.

VILLALOBOS, V. M.; FERREIRA, P.; MORA, A. The use of biotechnology in the conservation of tropical germplasm. **Biotech Advances**, local, v. 9, p. 197-215, 1991.

ZUCCHI, M. I. **Análise da estrutura genética de *Eugenia dysenterica* DC utilizando marcadores RAPD e SSR.** 2003. 86f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CAPÍTULO 1

JENIPAPEIROS NATIVOS DO RECÔNCAVO BAIANO: DISSIMILARIDADE E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE FRUTOS ¹

¹ Artigo ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico Pesquisa Agropecuária Brasileira

JENIPAPEIROS NATIVOS DO RECÔNCAVO BAIANO: DISSIMILARIDADE E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE FRUTOS

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar e avaliar a divergência genética em jenipapeiros visando a obtenção dos genótipos mais divergentes e produtivos, possibilitando a indicação para exploração imediata na propagação vegetativa e gerar informações úteis para futuros trabalhos de melhoramento genético e na preservação da espécie. Foram identificados 100 genótipos de jenipapeiro distribuídos em seis municípios do Recôncavo Baiano, sendo coletados dados das plantas e frutos. Os caracteres utilizados para a discriminação das plantas foram: estatura da planta (EP), diâmetro médio da copa (DMC) e circunferência do caule (CC). De cada genótipo foram coletados 10 frutos, sendo avaliados a massa do fruto (MF); diâmetro longitudinal (DLF) e transversal (DTF) do fruto; massa da semente (MS); número de sementes (NS) e rendimento em polpa (REND). Os dados obtidos foram analisados por estatística descritiva e análise de agrupamento e componentes principais. Como medida de dissimilaridade, foi utilizada a distância euclidiana média. O valor médio para a estatura das plantas foi de 11,29 m, o diâmetro médio da copa foi de 10,73 m, e a circunferência do caule de 1,39 m. Os genótipos que apresentaram características físicas superiores para os dois anos de avaliação foram: JRB₃, JRB₂₄, JRB₄₀, JRB₄₇, JRB₈₂, JRB₉₅, JRB₁₀₀. Por meio das medidas de dissimilaridade determinou-se a formação de 16 grupos distintos no primeiro ano de estudo e de 12 no segundo ano. O caráter MF apresentou a maior contribuição relativa para a dissimilaridade genética total. Os genótipos estudados apresentaram variabilidade genética satisfatória para futuras hibridizações controladas e preservação organizada da espécie.

Palavras-chave: *Genipa americana* L., características agronômicas, Variabilidade genética, análise multivariada.

NATIVE JENIPAPO FRUITS FROM THE RECONCAVE REGION OF BAHIA: GENETIC DISSIMILARITY AND PHYSICAL CHARACTERIZATION OF FRUITS

ABSTRACT

The objective of the present work was to characterize and evaluate the genetic diversity of jenipapo fruits aiming the obtainment of most divergent and productive genotypes, enabling the indication for immediate exploration in the vegetative propagation and generate useful information for future works in genetic breeding, in the preservation of the species and better use of accessions. One-hundred genotypes of jenipapo fruits distributed among six counties of the Reconcave Region of Bahia were identified, whereas the data of plants and fruits were collected. The characteristics used for discriminating the plants were: plant height (PH); average diameter of top of trees (ADT) and stem circumference (SC). Ten fruits were collected from each genotype whereas the fruit mass (FM); longitudinal diameter (LD) and transversal (TD); seed mass (SM); number of seeds (NS) and yield per fruit (YF) were evaluated. The data obtained was analyzed through descriptive statistics, cluster analysis and principal components. The average Euclidian distance was used for measuring the dissimilarity. The average value for the height of plants was 11.29 m, the average diameter of the top of the trees was 10.73 m and the circumference of stems, 1.38 m. The genotypes that presented superior characteristics for both years of evaluation were: JRB3, JRB24, JRB40, JRB47, JRB82, JRB95, and JRB100. Sixteen distinct groups were formed using the dissimilarity data in the first year and twelve in the second year. The characteristic of fruit mass (FM) presented the greatest relative contribution for the total genetic dissimilarity. The genotypes studied presented satisfactory genetic variability for future controlled hybridizations and organized preservation of the species.

Key words: *Genipa americana* L., agronomical characteristics, genetic variation, multivariate analysis.

INTRODUÇÃO

As regiões tropicais brasileiras são muito ricas em número de espécies de frutas nativas e exóticas, com potencial para exploração no comércio de frutas *in natura* e processamento da polpa (Cardoso e Freire, 1999). Entretanto, a exploração de certas espécies nativas tem sido feita de forma extrativista e muitas vezes predatória, tornando-se imprescindível que o seu cultivo seja iniciado. Em muitos casos, os cultivos não podem ser realizados em larga escala em decorrência do pouco conhecimento sobre a variabilidade genética, manejo, crescimento e desenvolvimento dessas espécies (Silva et al., 1997). Clement (2001), relata que algumas fruteiras nativas do Nordeste estão recebendo a atenção da comunidade científica devido a sua importância econômica atual e potencial. A exploração extrativista destas fruteiras ocorre como forma de incrementar a renda familiar, sendo realizada por pessoas que não possuem noção do que são recursos genéticos e da importância da conservação de germoplasma. Dentre as fruteiras exploradas, se encontram o umbucajazeira, jenipapeiro, grumixameira, guabirobeira, jabuticabeira, diversos araticuns, entre outras espécies. A utilização das árvores para lenha atendendo a demanda das olarias, casas-de-farinha e padarias, e o desmatamento de áreas com vegetação nativa, visando à formação de pastagens, constitui-se também um fator de grande importância para a perda destas fruteiras (Carvalho et al., 2001).

O jenipapeiro é uma planta Dicotyledonea pertencente à família Rubiaceae, sendo classificada como *Genipa americana* L (Gomes, 1978). Sua distribuição ocorre em grande parte do Brasil desde o Pará até Minas Gerais, principalmente em maciços florestais situados nas várzeas úmidas ou encharcadas. Trata-se de uma espécie arbórea com altura de 8 a 14 m e tronco de 40 a 60 cm de diâmetro, folhas simples, subcoriáceas, glabras, de 15 a 35 cm de comprimento (Lorenzi, 1992). A espécie possui ampla utilização, podendo aproveitar a raiz, caule, casca, folhas, sementes e frutos. É empregada na medicina caseira, forrageamento de animais, curtimento de couros, florestamento, alimentação, indústria madeireira e repovoamento da fauna (Epstein, 2001). Possui também um corante azul-escuro utilizado para pintar o corpo dos índios, tecidos e utensílios, sendo extraído da seiva da casca das árvores e dos frutos verdes (Cavalcante, 1996). Segundo Nascimento et al. (2000), possui grande

potencial de exploração econômica, tanto para a produção de frutos maduros para o consumo *in natura* e industrialização, como para frutos imaturos para a extração do corante.

A obtenção de populações segregantes, com médias elevadas para os caracteres de interesse e variabilidade genética ampla, dependem da seleção adequada dos genitores (Cruz et al., 1994). Para se obter materiais genéticos realmente superiores, é necessário que o material selecionado reúna, simultaneamente, uma série de atributos favoráveis que lhe confira rendimento comparativamente mais elevado e que satisfaça as exigências do consumidor (Cruz e Regazzi, 1997). Sendo assim, a caracterização de germoplasma pode ser realizada de uma forma mais econômica e sem trabalho adicional, utilizando-se muito a análise multivariada de dados morfológicos e agrônômicos, uma vez que as informações são obtidas dos próprios descritores tomados dos genótipos (Fonseca, 1993 e Ribeiro, 1993).

Dentre as técnicas multivariadas disponíveis para a análise da divergência genética temos: a análise por componentes principais, quando os dados são obtidos de experimentos sem repetições; a análise por variáveis canônicas, quando os dados são obtidos de experimentos com repetições; e os métodos de agrupamento, cuja aplicação depende da utilização de uma medida de dissimilaridade previamente estimada (Oliveira et al., 2003).

De acordo com Pereira (1989), por meio da análise por componentes principais é possível obter a distribuição gráfica da divergência genética entre genótipos e identificação dos caracteres responsáveis para explicar a variação total, sendo este método bastante utilizado em melhoramento de plantas.

A análise de agrupamento tem por finalidade reunir, por algum critério de classificação, os genitores em grupos, de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos. Alternativamente, as técnicas de análise de agrupamento têm por objetivo, ainda, dividir um grupo original de observações em vários grupos, segundo algum critério de similaridade ou dissimilaridade (Cruz, 1990).

O trabalho objetivou caracterizar e avaliar a dissimilaridade genética em jenipapeiros visando a obtenção dos genótipos mais dissimilares e produtivos, possibilitando a indicação para exploração imediata na propagação vegetativa e gerar informações úteis a futuros trabalhos de melhoramento genético e de preservação da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em seis populações de *Genipa americana* L., localizadas nos municípios de Cruz das Almas, Governador Mangabeira, Cabaceiras do Paraguaçu, Muritiba, Sapeaçu e Conceição do Almeida, no Estado da Bahia. A região situa-se no Recôncavo Baiano, localizada entre 12^o 23' e 13^o 24' de latitude sul e 38^o 38' e 40^o 10' de longitude oeste, o que lhe confere características de clima tropical. A maior parte dos solos da região é do grupo Latossolo e Podzólico, de baixa fertilidade, utilizados para a pecuária extensiva e para o cultivo de citros, cana-de-açúcar e mandioca. A pluviosidade é de 1.100 a 2.000 mm de chuvas anuais, a temperatura acima de 18^oC e o relevo basicamente modelado em tabuleiros (Rezende, 2004).

No período de safra na região, nos meses de maio a junho, nos anos de 2004 e 2005, foram identificados com auxílio de GPS (Sistema de Posicionamento Global) 100 genótipos de jenipapeiro distribuídos aleatoriamente nas populações (Tabela 1). Coletou-se das plantas (Figura 1) dados relativos aos caracteres: estatura da planta (EP), diâmetro de projeção da copa nos sentidos norte-sul e leste-oeste, obtendo-se o diâmetro médio da copa (DMC) e circunferência do caule (CC) a 1m de altura ao nível do solo. De cada genótipo coletou-se 10 frutos nos quatro quadrantes da copa formando-se amostras compostas para a realização da caracterização física. Os frutos foram coletados no estágio “de vez”, acondicionados em sacos plásticos e transportados ao Laboratório de Tecnologia de Alimentos do Departamento de Química Agrícola e Solos do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal da Bahia, no município de Cruz das Almas.

Ao atingir a maturação, realizou-se a higienização e as seguintes aferições por fruto: massa do fruto (MF); diâmetro longitudinal (DLF) e transversal (DTF); massa da semente (MS); número de sementes (NS) e rendimento por fruto (REND). Para as aferições de massa, utilizou-se uma balança semi-analítica modelo BG 2000; os diâmetros da polpa foram obtidos utilizando-se um paquímetro digital; o número de sementes por contagem manual após a lavagem e secagem das mesmas; e o rendimento em polpa por meio da diferença entre a massa do fruto e a massa da casca e das sementes, sendo os resultados transformados em percentagem.

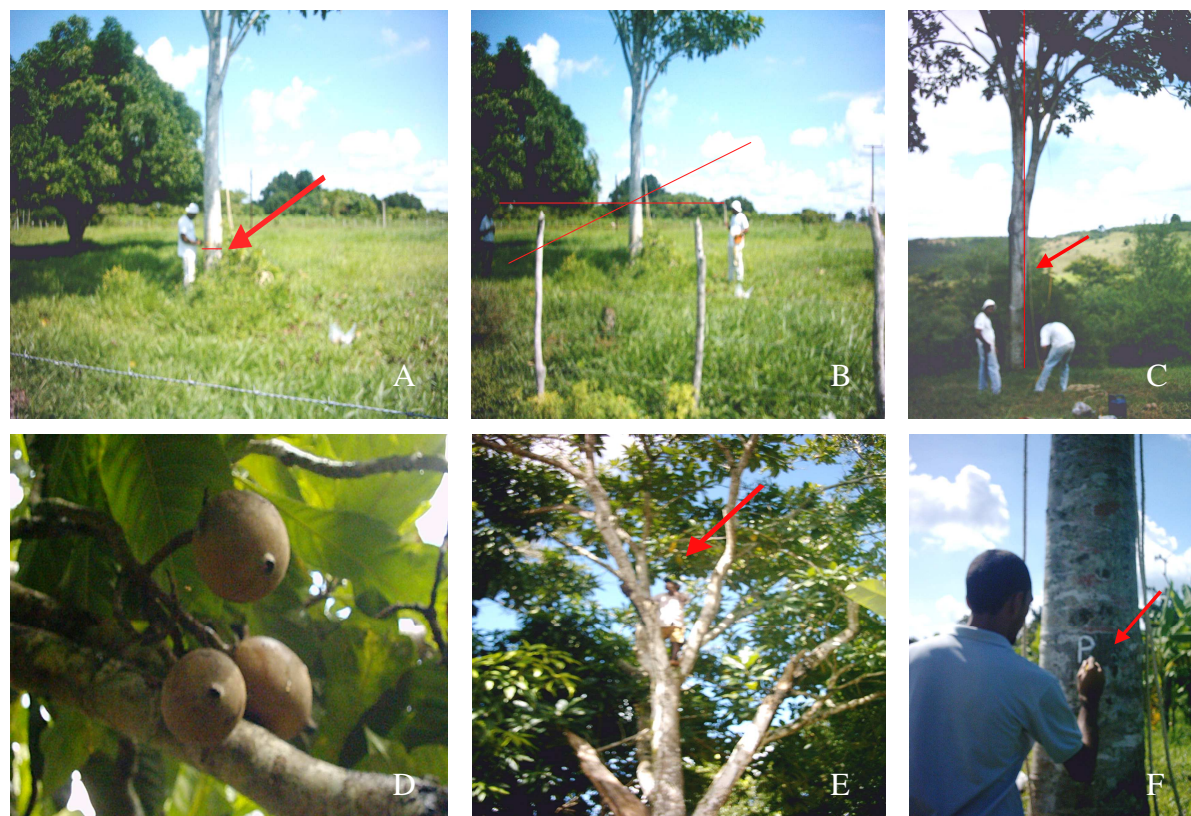
Tabela 1. Localização dos genótipos de jenipapeiro utilizados para análise de dissimilaridade e caracterização no Recôncavo Baiano.

Genótipos	Coordenadas Geográficas			Genótipos	Coordenadas Geográficas		
	Latitude	Longitude	Altitude (m)		Latitude	Longitude	Altitude (m)
JRB ₁	-12 32' 16,77671"	-39 05' 33,51266"	144,563	JRB ₅₁	-12 37' 24,22456"	-39 03' 06,54729"	201,28
JRB ₂	-12 32' 15,84824"	-39 05' 34,00630"	146,726	JRB ₅₂	-12 37' 22,90383"	-39 03' 07,51134"	201,04
JRB ₃	-12 32' 14,04743"	-39 05' 36,58493"	147,928	JRB ₅₃	-12 37' 23,01245"	-39 03' 07,54060"	197,435
JRB ₄	-12 32' 26,81814"	-39 05' 28,81162"	144,082	JRB ₅₄	-12 37' 20,29646"	-39 03' 09,49736"	209,692
JRB ₅	-12 32' 30,78608"	-39 05' 31,13076"	141,198	JRB ₅₅	-12 35' 57,27945"	-39 03' 13,42051"	221,949
JRB ₆	-12 33' 10,44851"	-39 05' 47,72622"	193,83	JRB ₅₆	-12 35' 45,22990"	-39 03' 33,14255"	245,741
JRB ₇	-12 34' 25,06255"	-39 05' 48,71652"	193,349	JRB ₅₇	-12 35' 44,13246"	-39 03' 31,98599"	239,252
JRB ₈	-12 34' 15,08719"	-39 06' 11,31923"	195,272	JRB ₅₈	-12 45' 00,38411"	-39 13' 12,63561"	240,213
JRB ₉	-12 33' 59,74201"	-39 05' 54,36079"	195,032	JRB ₅₉	-12 44' 57,31145"	-39 13' 10,78536"	245,501
JRB ₁₀	-12 35' 10,22366"	-39 06' 00,69573"	204,164	JRB ₆₀	-12 44' 58,29514"	-39 13' 11,38250"	246,222
JRB ₁₁	-12 35' 09,58487"	-39 06' 05,45289"	199,117	JRB ₆₁	-12 45' 00,30113"	-39 13' 02,30448"	252,47
JRB ₁₂	-12 35' 11,50608"	-39 05' 48,70476"	200,079	JRB ₆₂	-12 45' 00,32195"	-39 13' 00,01371"	254,152
JRB ₁₃	-12 35' 11,26016"	-39 05' 49,17306"	197,675	JRB ₆₃	-12 45' 04,88010"	-39 13' 02,04801"	252,47
JRB ₁₄	-12 39' 46,92290"	-39 03' 47,13556"	184,217	JRB ₆₄	-12 45' 14,30326"	-39 13' 02,18560"	237,57
JRB ₁₅	-12 39' 45,45521"	-39 03' 48,23297"	181,093	JRB ₆₅	-12 43' 57,07854"	-39 12' 07,86415"	258,478
JRB ₁₆	-12 39' 29,48059"	-39 03' 53,85883"	175,806	JRB ₆₆	-12 43' 51,80647"	-39 12' 08,77509"	245,981
JRB ₁₇	-12 39' 24,14243"	-39 03' 49,40491"	175,806	JRB ₆₇	-12 46' 26,39835"	-39 11' 01,06144"	262,804
JRB ₁₈	-12 39' 14,77540"	-39 03' 42,29059"	166,913	JRB ₆₈	-12 46' 32,88886"	-39 10' 58,89256"	254,393
JRB ₁₉	-12 39' 12,20062"	-39 03' 42,04498"	154,176	JRB ₆₉	-12 46' 32,52617"	-39 10' 55,00953"	264,727
JRB ₂₀	-12 39' 11,50389"	-39 03' 41,68833"	144,082	JRB ₇₀	-12 46' 36,81455"	-39 11' 31,94135"	275,542
JRB ₂₁	-12 39' 13,54851"	-39 03' 44,45464"	158,262	JRB ₇₁	-12 46' 34,38189"	-39 11' 43,53705"	273,138
JRB ₂₂	-12 39' 15,45130"	-39 03' 44,78263"	157,30	JRB ₇₂	-12 46' 34,27567"	-39 11' 43,51110"	271,696
JRB ₂₃	-12 39' 37,21670"	-39 03' 41,57397"	188,783	JRB ₇₃	-12 46' 37,02668"	-39 11' 21,94697"	244,78
JRB ₂₄	-12 40' 08,31896"	-39 03' 55,23475"	207,289	JRB ₇₄	-12 46' 38,95090"	-39 11' 18,60283"	235,166
JRB ₂₅	-12 40' 51,02840"	-39 03' 31,45166"	180,852	JRB ₇₅	-12 46' 28,54103"	-39 11' 26,05932"	262,324
JRB ₂₆	-12 40' 50,52962"	-39 03' 31,62516"	179,41	JRB ₇₆	-12 46' 28,96679"	-39 11' 27,62623"	254,152
JRB ₂₇	-12 40' 05,93699"	-39 03' 51,32969"	202,001	JRB ₇₇	-12 46' 31,13844"	-39 11' 29,28698"	274,34
JRB ₂₈	-12 38' 49,82750"	-39 05' 10,12278"	165,952	JRB ₇₈	-12 46' 34,95128"	-39 11' 26,57227"	267,851
JRB ₂₉	-12 38' 48,23067"	-39 05' 08,98282"	164,27	JRB ₇₉	-12 46' 51,99861"	-39 11' 33,48171"	214,739
JRB ₃₀	-12 38' 52,84946"	-39 05' 14,94059"	179,17	JRB ₈₀	-12 46' 21,34685"	-39 11' 25,65982"	180,131
JRB ₃₁	-12 38' 59,47304"	-39 05' 18,09674"	195,753	JRB ₈₁	-12 44' 05,75672"	-39 08' 11,99510"	186,14
JRB ₃₂	-12 39' 06,10538"	-39 05' 08,27887"	207,048	JRB ₈₂	-12 44' 07,36984"	-39 08' 11,83488"	193,349
JRB ₃₃	-12 37' 50,89782"	-39 02' 45,61952"	189,264	JRB ₈₃	-12 43' 52,45675"	-39 08' 28,49882"	172,681
JRB ₃₄	-12 37' 51,52787"	-39 02' 46,43119"	186,38	JRB ₈₄	-12 37' 29,01625"	-39 03' 47,54560"	209,211
JRB ₃₅	-12 37' 53,55347"	-39 02' 50,60268"	176,527	JRB ₈₅	-12 38' 24,09297"	-39 03' 32,14835"	210,413
JRB ₃₆	-12 37' 54,27705"	-39 02' 50,83713"	180,372	JRB ₈₆	-12 35' 46,98243"	-39 04' 13,07483"	221,228
JRB ₃₇	-12 37' 54,57427"	-39 02' 51,12831"	175,565	JRB ₈₇	-12 35' 36,97177"	-39 03' 41,30902"	229,879
JRB ₃₈	-12 37' 55,57244"	-39 02' 50,77799"	187,341	JRB ₈₈	-12 35' 34,51618"	-39 03' 41,64937"	231,081
JRB ₃₉	-12 37' 55,41523"	-39 02' 50,95572"	185,419	JRB ₈₉	-12 36' 45,40733"	-39 01' 16,34322"	222,91
JRB ₄₀	-12 37' 38,37273"	-39 02' 54,34662"	170,518	JRB ₉₀	-12 37' 59,09713"	-39 00' 11,21241"	212,095
JRB ₄₁	-12 37' 52,58639"	-39 01' 49,12106"	191,427	JRB ₉₁	-12 38' 20,33146"	-39 00' 29,34672"	199,358
JRB ₄₂	-12 37' 57,25678"	-39 01' 46,46488"	199,598	JRB ₉₂	-12 38' 19,32755"	-39 00' 36,30414"	191,667
JRB ₄₃	-12 37' 58,25737"	-39 01' 50,53258"	201,521	JRB ₉₃	-12 39' 31,84959"	-39 02' 07,25538"	225,313
JRB ₄₄	-12 36' 15,18373"	-39 03' 00,12031"	214,739	JRB ₉₄	-12 35' 57,07547"	-39 03' 06,46702"	195,032
JRB ₄₅	-12 37' 28,53165"	-39 03' 02,92164"	183,977	JRB ₉₅	-12 35' 36,59641"	-39 03' 41,37842"	189,985
JRB ₄₆	-12 37' 28,52652"	-39 03' 02,91228"	183,736	JRB ₉₆	-12 44' 58,53627"	-39 08' 00,43169"	192,628
JRB ₄₇	-12 37' 26,68408"	-39 03' 04,09720"	191,427	JRB ₉₇	-12 44' 20,75732"	-39 07' 51,34643"	197,195
JRB ₄₈	-12 37' 26,37117"	-39 03' 04,24143"	192,869	JRB ₉₈	-12 32' 16,77671"	-39 05' 33,51266"	144,563
JRB ₄₉	-12 37' 26,19072"	-39 03' 04,15815"	193,109	JRB ₉₉	-12 32' 15,84824"	-39 05' 34,00630"	146,726
JRB ₅₀	-12 37' 25,72423"	-39 03' 05,34699"	198,396	JRB ₁₀₀	-12 32' 14,04743"	-39 05' 36,58493"	147,928

Os dados obtidos foram analisados por estatística descritiva utilizando-se medidas de tendência central (média) e de variabilidade de dados (desvio padrão e coeficiente de variação).

Foram realizadas análises multivariadas com os dados físicos dos frutos para a determinação da distância genética entre e dentro das populações, por meio de análise de agrupamento ou de cluster e análise de componentes principais. Como medida de dissimilaridade, foi utilizada a distância Euclidiana média. Com base nos

cálculos, foram estabelecidos gráficos de dispersão, os quais permitiram agrupar os genótipos e classificar os mais distantes. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o programa GENES (Cruz, 2001).



Arquivo da UFRB

Figura 1. Jenipapeiros provenientes de populações naturais do Recôncavo Baiano: (A) Medida de circunferência do caule; (B) Medida de diâmetro longitudinal e transversal da copa; (C) Medida da estatura da planta; (D) frutos de jenipapo; (E) coleta de frutos de jenipapo; (F) identificação das árvores de jenipapo. Recôncavo Baiano, 2004.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados relativos às árvores de jenipapeiro utilizadas no estudo foram obtidos em matrizes adultas em produção, localizadas em áreas com diferentes graus de antropização; algumas em quintais com fruteiras diversificadas, outras em fragmentos de florestas e a maioria delas pastagens de forma isolada e sem competição com outras espécies. Na tabela 1 encontram-se os resultados da

caracterização física das árvores, onde estimou-se a média, coeficiente de variação e valores máximos e mínimos.

Tabela 2. Caracterização de árvores de jenipapeiro quanto à estatura da planta (EP), diâmetro médio da copa (DMC) e circunferência do caule (CC). Recôncavo Baiano, 2004.

Genótipos	Caracteres			Genótipos	Caracteres		
	EP (m)	DMC (m)	CC (m)		EP (m)	DMC (m)	CC (m)
JRB ₁	11,63	12,00	1,22	JRB ₅₁	15,40	14,00	2,04
JRB ₂	10,67	8,50	0,72	JRB ₅₂	9,12	8,77	0,97
JRB ₃	10,23	10,00	1,36	JRB ₅₃	11,82	12,35	1,42
JRB ₄	12,35	10,00	0,97	JRB ₅₄	11,60	15,50	1,42
JRB ₅	15,66	10,60	1,09	JRB ₅₅	12,50	8,00	0,89
JRB ₆	14,80	12,00	1,57	JRB ₅₆	9,80	13,42	1,65
JRB ₇	9,10	12,00	1,10	JRB ₅₇	14,20	15,00	1,77
JRB ₈	13,21	12,25	1,42	JRB ₅₈	12,12	7,62	1,11
JRB ₉	14,11	12,80	1,92	JRB ₅₉	11,30	12,00	1,38
JRB ₁₀	12,25	9,30	1,73	JRB ₆₀	8,33	8,00	0,69
JRB ₁₁	13,76	11,42	1,31	JRB ₆₁	9,18	6,00	0,64
JRB ₁₂	9,80	11,36	1,58	JRB ₆₂	10,40	8,80	1,17
JRB ₁₃	12,76	9,92	2,00	JRB ₆₃	15,10	11,00	0,78
JRB ₁₄	14,50	10,24	2,32	JRB ₆₄	9,20	7,50	1,28
JRB ₁₅	10,15	11,00	1,36	JRB ₆₅	5,70	8,00	0,65
JRB ₁₆	11,88	12,45	1,57	JRB ₆₆	7,90	9,16	1,92
JRB ₁₇	11,76	12,00	1,08	JRB ₆₇	9,00	8,00	0,84
JRB ₁₈	11,26	13,40	1,23	JRB ₆₈	10,00	9,00	0,99
JRB ₁₉	8,90	11,90	1,50	JRB ₆₉	10,50	8,50	0,95
JRB ₂₀	13,60	13,00	2,60	JRB ₇₀	11,70	7,60	0,94
JRB ₂₁	10,34	9,45	1,60	JRB ₇₁	10,45	11,00	1,06
JRB ₂₂	12,90	10,00	1,43	JRB ₇₂	13,00	14,00	1,89
JRB ₂₃	10,50	10,00	1,50	JRB ₇₃	11,65	11,00	1,43
JRB ₂₄	8,18	7,00	0,85	JRB ₇₄	13,20	10,64	2,00
JRB ₂₅	10,80	11,16	1,17	JRB ₇₅	11,68	10,00	2,32
JRB ₂₆	11,80	11,62	2,32	JRB ₇₆	17,62	12,00	1,13
JRB ₂₇	13,43	19,74	1,68	JRB ₇₇	9,46	9,00	0,76
JRB ₂₈	13,90	12,83	1,70	JRB ₇₈	13,00	13,00	1,80
JRB ₂₉	12,46	12,24	1,43	JRB ₇₉	8,73	9,00	0,95
JRB ₃₀	8,44	6,36	0,97	JRB ₈₀	9,00	8,00	0,82
JRB ₃₁	11,80	11,30	1,20	JRB ₈₁	9,90	9,00	0,90
JRB ₃₂	6,80	10,64	0,83	JRB ₈₂	8,36	6,70	1,37
JRB ₃₃	10,00	13,38	1,56	JRB ₈₃	11,50	14,30	1,88
JRB ₃₄	11,37	12,87	1,77	JRB ₈₄	12,15	14,85	3,36
JRB ₃₅	14,15	10,40	1,43	JRB ₈₅	12,32	14,00	2,06
JRB ₃₆	10,80	16,26	1,48	JRB ₈₆	8,60	11,00	1,46
JRB ₃₇	11,83	12,00	1,07	JRB ₈₇	7,50	10,00	2,29
JRB ₃₈	9,90	9,72	1,41	JRB ₈₈	7,15	8,92	0,93
JRB ₃₉	13,16	14,70	2,19	JRB ₈₉	12,55	12,74	1,40
JRB ₄₀	11,00	10,00	1,46	JRB ₉₀	11,36	13,70	2,00
JRB ₄₁	11,85	8,00	0,89	JRB ₉₁	8,50	6,20	0,77
JRB ₄₂	10,40	7,00	0,89	JRB ₉₂	11,08	9,00	1,00
JRB ₄₃	12,50	8,40	1,07	JRB ₉₃	12,25	18,00	2,31
JRB ₄₄	12,15	10,27	1,37	JRB ₉₄	11,45	11,00	2,25
JRB ₄₅	13,70	8,00	1,19	JRB ₉₅	12,46	9,62	1,23
JRB ₄₆	7,65	8,25	1,11	JRB ₉₆	10,60	11,00	1,42
JRB ₄₇	11,22	8,00	0,91	JRB ₉₇	8,68	11,22	1,27
JRB ₄₈	11,40	9,80	1,32	JRB ₉₈	9,74	13,81	1,58
JRB ₄₉	12,55	8,40	1,15	JRB ₉₉	11,93	11,00	1,29
JRB ₅₀	14,70	8,50	1,54	JRB ₁₀₀	14,35	9,00	1,16
Média					11,29	10,73	1,39
DP					2,15	2,55	0,48
CV%					19,05	23,81	36,96
máx.					17,62	19,74	3,36
min.					5,70	6,00	0,64

Para o caráter estatura da planta, os valores estiveram entre 5,70 m e 17,62 m, sendo a média geral de 11,29 m, sendo superior ao valor encontrado por Santos (2001), 10,53 m, para a mesma fruteira. O diâmetro médio da copa foi de 10,73 m, sendo observado que nos ambientes de pastagens, onde havia uma maior incidência luminosa, a expansão da copa era maior, enquanto que em ambientes mais fechados ficava limitada. O caráter circunferência do caule apresentou média de 1,39 m, sendo superior aos valores citados por Cavalcante (1996), 0,45 m a 0,60 m. Os valores mínimo e máximo foram 0,64 m a 3,36 m.

Prudente (2002) relata que a grande variabilidade nos jenipapeiros em relação ao porte, arquitetura da copa, tamanho, número e peso de fruto, espessura da polpa, consistência, cor, sabor, rendimento de polpa e grau Brix, dentre outros caracteres, ocorre por terem sido as plantas propagadas por sementes (pés-franco), sem constituírem diferentes variedades.

De acordo com Prodan et al. (1997), o crescimento de espécies florestais está relacionado ao aumento de dimensões de um ou mais indivíduos em um período de tempo. Tais dimensões podem ser o diâmetro, a estatura, o volume, a biomassa, a área basal etc. Esse crescimento é governado pelos fatores genéticos das espécies e pelas condições ambientais que compreendem, basicamente, os fatores climáticos, edáficos, topográficos e de competição (Lamprecht, 1990). Nuto et al. (2001) relata que a fonte de energia de uma árvore é a luz do sol, que é transformada pelo processo de fotossíntese em energia química, e a copa é o órgão responsável por esse processo, por isso as variáveis como superfície, diâmetro e comprimento da copa, estão diretamente relacionadas com o crescimento e a produção de uma árvore.

Durante a coleta de dados, pode-se observar as interações ecológicas dos jenipapeiros e o seu ambiente; a sua manutenção na natureza aliada ao repovoamento e dispersão de espécies animais. Verificou-se que a dispersão das sementes nas pastagens era realizada principalmente pelo gado, pois ao caírem frutos maduros no solo, estes eram imediatamente disputados pelos animais, sendo necessário sempre afastá-los para que não consumissem os frutos que seriam utilizados no estudo. A presença de pássaros se alimentando dos frutos também foi constante, independente do ambiente em que se encontravam as plantas. Nos fragmentos florestais, os grandes dispersores foram os micos, que retiravam as

sementes envoltas na mucilagem e deixavam os frutos ocios pendurados nas árvores, aparentemente como se não tivessem sofrido nenhum dano físico, sendo realizado o descarte de muitos frutos para que se completasse a amostragem de algumas plantas. Nos quintais residenciais, conforme informação dos moradores, o material genético das plantas geralmente era disseminado de acordo com as características de qualidade dos frutos (físicas e organolépticas), por meio de sementes e pés-franco doados aos vizinhos e amigos, ou vendidos em feiras livres locais. Como prováveis polinizadores do jenipapeiro, pode-se observar a presença de várias espécies de marimbondos e abelhas, além de formigas. Não foi observada a presença de plântulas circunvizinhas à planta matriz. Desta maneira, o conjunto de dados apreendidos no estudo fornece informações básicas para entender como a variação encontra-se distribuída e quais as características do ambiente influenciam essa distribuição.

Na tabela 2 podemos observar os dados referentes aos frutos dos jenipapeiros. A massa do fruto variou entre 142,03 g e 455,17 g, com média de 261,11 g para o primeiro ano, enquanto que para o ano subsequente estes valores foram de 143,16 g a 424,79 g, com média de 254,74 g. Os genótipos que apresentaram valores superiores à média mais um desvio padrão para os dois anos de avaliação foram: JRB₃, JRB₂₄, JRB₄₀, JRB₄₇, JRB₈₂, JRB₉₅, JRB₁₀₀. Esse caráter é de grande importância, pois o fruto é considerado como uma das melhores frutas para a fabricação de refrescos, sucos, vinhos, licores, doces cristalizados, sorvetes, entre outros produtos (Prudente, 2002). Há também uma preferência do consumidor por frutos maiores, pois quanto maior o fruto, maior será o rendimento em polpa, já que os dados referentes à massa da casca não interferem de forma significativa na massa do fruto, sendo inclusive utilizada no processamento dos mesmos.

O rendimento da polpa para os dois anos foi de 84,57% e 85,19%, respectivamente, indicando frutos com bom rendimento e potencial para utilização como matéria prima nas indústrias de alimentos. Em trabalhos realizados por Santos (2001) e Figueiredo (1984) foram encontrados os seguintes valores para rendimento em polpa: 61,07% e 73,81%, respectivamente. Os genótipos que mais se destacaram como promissores foram: JRB₇, JRB₂₆, JRB₄₃, JRB₄₄, JRB₅₂, JRB₅₅, JRB₇₈, JRB₈₂, JRB₈₄, JRB₈₇, JRB₈₈, JRB₉₈, JRB₉₉, JRB₁₀₀.

De acordo com os valores observados para diâmetro longitudinal e transversal dos frutos, podemos constatar uma tendência a formatos arredondados e em alguns casos ligeiramente alongados, como relata Santos (2001) em trabalho com a mesma espécie.

Os valores médios para número de sementes nos dois anos de coleta foram respectivamente, 252 e 236. Para massa da semente, obteve-se valores entre 26,56 g e 25,41 g. Esses caracteres influem diretamente no rendimento em polpa, sendo interessante ao melhoramento da espécie, frutos com menor número e massa de sementes.

Tabela 3. Caracterização física de frutos de jenipapeiros nativos do Recôncavo Baiano, 2004/2005.

Genótipo	Ano 1						Ano 2					
	Caracteres						Caracteres					
	MF (g)	DLF (mm)	DTF (mm)	NSF	MS (g)	REND (%)	MF (g)	DLF (mm)	DTF (mm)	NSF	MS (g)	REND (%)
JRB ₁	313,81	83,92	84,09	282,00	31,06	86,29	327,74	85,04	80,90	229,00	26,49	88,62
JRB ₂	329,57	87,50	82,80	258,00	29,11	86,59	304,78	86,34	79,56	223,00	25,72	86,66
JRB ₃	455,16	91,16	93,73	278,00	38,90	85,73	385,23	85,31	89,59	279,00	32,30	85,01
JRB ₄	235,70	76,49	78,98	174,00	23,93	82,07	234,32	73,07	76,85	148,00	20,72	82,92
JRB ₅	301,41	80,90	83,90	215,00	32,98	83,67	334,21	84,02	85,04	239,00	32,35	85,23
JRB ₆	209,05	78,46	73,15	173,00	27,15	81,80	204,24	80,02	70,93	157,00	23,72	83,10
JRB ₇	272,00	80,30	79,30	181,00	20,43	88,76	304,36	86,31	81,05	177,00	16,70	91,41
JRB ₈	238,60	76,10	77,90	151,00	27,21	84,45	253,37	80,31	78,45	153,00	24,24	86,52
JRB ₉	233,81	79,99	74,55	194,00	25,53	84,89	262,31	81,03	77,52	216,00	28,21	85,23
JRB ₁₀	233,92	76,13	77,71	165,00	21,25	87,14	261,31	78,03	80,52	159,00	18,87	86,19
JRB ₁₁	287,64	84,50	80,40	284,00	42,76	77,13	272,58	86,97	79,31	284,00	39,46	77,18
JRB ₁₂	255,15	78,35	77,09	316,00	44,77	77,12	265,04	78,62	76,59	248,00	39,43	80,01
JRB ₁₃	285,98	88,70	76,70	257,00	40,64	81,09	294,12	91,62	70,48	249,00	38,16	82,38
JRB ₁₄	195,17	68,20	70,50	219,00	24,54	82,79	171,58	67,81	67,47	172,00	22,78	80,76
JRB ₁₅	205,49	80,14	71,76	209,00	23,72	82,73	182,92	73,24	66,77	206,00	22,75	75,45
JRB ₁₆	223,63	84,16	76,47	342,00	33,17	81,25	167,77	69,53	65,37	285,00	33,20	74,32
JRB ₁₇	318,44	91,80	86,74	254,00	35,18	85,83	228,28	75,82	72,07	248,00	27,95	83,71
JRB ₁₈	344,68	92,10	84,30	292,00	38,56	85,72	305,71	86,54	78,40	244,00	36,80	84,61
JRB ₁₉	218,89	78,56	73,10	250,00	27,97	82,56	181,94	62,38	69,83	208,00	28,71	78,42
JRB ₂₀	204,83	68,60	73,00	243,00	27,54	81,47	211,57	76,03	69,43	232,00	22,95	83,95
JRB ₂₁	204,90	75,49	75,76	196,00	16,30	87,83	178,67	75,24	73,04	180,00	18,64	84,15
JRB ₂₂	215,39	80,94	70,60	246,00	33,26	81,24	248,23	81,21	72,56	280,00	33,21	83,07
JRB ₂₃	246,49	79,65	80,03	280,00	40,09	78,82	201,57	73,13	68,52	262,00	37,61	75,75
JRB ₂₄	340,85	88,86	88,26	283,00	46,29	82,70	365,32	90,06	87,26	269,00	41,77	85,08
JRB ₂₅	299,18	86,80	81,00	291,00	36,88	83,81	303,37	86,57	80,16	265,00	33,28	85,28
JRB ₂₆	302,31	99,35	82,03	278,00	21,04	88,76	305,49	90,92	81,10	294,00	21,30	88,84
JRB ₂₇	305,39	88,50	81,70	340,00	29,57	86,53	314,21	91,23	81,08	317,00	24,37	88,61
JRB ₂₈	240,98	81,04	77,42	281,00	24,15	86,39	228,77	79,32	75,10	253,00	26,01	84,48
JRB ₂₉	264,20	81,06	78,36	256,00	27,44	85,60	235,09	73,72	73,51	227,00	27,91	83,75
JRB ₃₀	277,90	80,04	77,00	247,00	31,02	85,97	302,88	84,50	80,70	218,00	32,66	86,26
JRB ₃₁	228,45	77,27	73,51	252,00	27,18	83,68	244,02	76,51	72,76	217,00	26,26	84,88
JRB ₃₂	163,72	73,18	70,06	236,00	27,04	78,89	183,24	72,21	68,31	216,00	25,76	81,20
JRB ₃₃	167,26	71,96	69,74	253,00	26,75	78,96	234,05	76,20	72,60	220,00	23,78	86,12
JRB ₃₄	180,20	74,90	67,22	236,00	21,71	82,33	173,14	71,54	65,85	241,00	20,67	81,90
JRB ₃₅	174,91	70,44	70,53	213,00	19,82	83,07	240,53	74,14	74,09	243,00	18,80	87,77
JRB ₃₆	159,63	65,24	64,98	237,00	22,47	80,92	237,65	73,12	73,08	235,00	22,76	86,83
JRB ₃₇	252,36	78,62	77,51	372,00	25,14	85,32	187,91	69,55	70,50	312,00	25,15	80,05
JRB ₃₈	229,18	74,12	82,13	226,00	22,27	86,38	261,37	82,35	78,79	241,00	22,17	87,69
JRB ₃₉	268,77	79,09	78,85	236,00	22,02	87,18	250,98	73,25	75,41	207,00	22,45	86,05
JRB ₄₀	354,24	83,71	87,49	274,00	32,01	87,32	326,08	83,62	82,83	276,00	31,91	86,27

Tabela 3. (Continuação).

JRB ₄₁	221,03	62,16	70,15	197,00	22,65	83,96	222,54	62,22	61,30	198,00	23,44	83,76
JRB ₄₂	228,90	72,99	80,62	244,00	28,05	83,48	207,34	74,49	80,92	248,00	29,51	80,48
JRB ₄₃	256,64	79,19	77,37	197,00	19,32	89,83	261,32	79,68	78,18	189,00	16,95	90,48
JRB ₄₄	295,61	90,50	82,60	261,00	25,53	88,20	324,41	90,17	84,34	218,00	25,73	89,26
JRB ₄₅	318,61	74,84	71,01	217,00	24,76	89,02	195,07	71,56	69,48	186,00	25,23	81,49
JRB ₄₆	291,05	89,87	82,60	236,00	29,70	86,71	218,77	76,85	75,37	227,00	28,26	82,62
JRB ₄₇	372,63	106,90	82,80	251,00	34,76	88,67	369,42	105,96	92,14	241,00	32,71	88,89
JRB ₄₈	196,97	71,03	76,03	185,00	17,76	86,17	201,15	72,85	77,21	194,00	18,23	85,81
JRB ₄₉	176,78	72,33	76,91	229,00	16,40	86,48	200,48	76,19	79,23	235,00	17,73	87,17
JRB ₅₀	142,03	62,61	67,03	221,00	17,46	83,12	156,34	69,63	63,28	205,00	17,85	83,63
JRB ₅₁	265,60	78,11	80,96	237,00	26,39	86,35	239,59	80,16	76,10	210,00	24,81	85,44
JRB ₅₂	319,75	84,54	92,27	270,00	21,69	90,08	365,81	96,05	86,90	219,00	24,42	90,46
JRB ₅₃	299,18	79,79	85,22	274,00	34,58	84,86	304,69	82,69	78,50	308,00	26,94	87,51
JRB ₅₄	251,30	81,28	72,91	285,00	28,07	84,77	248,40	77,75	75,85	286,00	27,96	84,61
JRB ₅₅	285,36	76,15	83,30	171,00	21,84	88,49	302,71	81,49	80,77	163,00	21,25	89,35
JRB ₅₆	159,82	62,44	66,70	184,00	18,94	84,54	176,76	80,09	82,04	199,00	19,20	84,92
JRB ₅₇	211,76	71,65	90,59	200,00	19,63	86,87	197,67	75,47	89,11	206,00	19,06	86,10
JRB ₅₈	275,34	79,39	79,04	168,00	22,10	80,09	293,19	82,80	82,08	161,00	20,24	88,93
JRB ₅₉	279,63	80,47	74,22	333,00	32,55	84,71	303,80	88,53	77,50	302,00	28,53	87,19
JRB ₆₀	293,75	87,19	81,23	299,00	28,95	86,16	285,40	84,70	78,07	251,00	26,79	86,65
JRB ₆₁	253,65	71,88	83,58	208,00	27,45	85,47	262,95	72,52	88,75	210,00	27,25	85,59
JRB ₆₂	240,32	70,55	82,92	237,00	23,23	86,11	215,95	72,06	70,28	237,00	22,77	84,79
JRB ₆₃	340,86	79,95	93,35	324,00	42,44	83,89	341,37	91,74	83,20	275,00	40,90	84,45
JRB ₆₄	240,51	87,99	71,75	322,00	26,58	83,08	241,48	79,42	75,78	286,00	25,87	83,99
JRB ₆₅	273,69	82,23	76,50	336,00	37,91	82,27	386,03	89,72	86,72	321,00	37,99	87,30
JRB ₆₆	323,01	93,46	81,01	343,00	26,18	87,55	247,53	80,68	73,17	277,00	27,29	83,51
JRB ₆₇	184,49	78,90	68,40	203,00	17,80	84,50	158,19	64,16	63,20	199,00	19,00	81,16
JRB ₆₈	330,90	89,93	84,03	281,00	26,29	87,43	289,71	87,52	75,99	251,00	26,04	85,56
JRB ₆₉	190,94	73,95	70,67	224,00	20,83	86,53	150,46	68,96	60,44	185,00	19,25	82,98
JRB ₇₀	292,91	94,01	77,27	277,00	25,09	87,36	205,62	73,83	70,70	266,00	27,03	81,22
JRB ₇₁	448,07	106,22	86,77	275,00	33,68	87,76	316,00	96,04	77,95	259,00	34,50	82,11
JRB ₇₂	201,28	77,81	72,02	275,00	22,66	85,66	198,40	76,85	74,32	238,00	22,00	85,31
JRB ₇₃	262,01	89,33	76,96	313,00	38,99	81,34	305,75	90,87	79,77	272,00	37,30	84,63
JRB ₇₄	331,46	91,84	82,81	298,00	38,56	84,26	242,03	82,69	76,40	283,00	34,37	80,49
JRB ₇₅	316,56	91,87	80,56	312,00	36,79	84,65	326,47	97,59	76,77	289,00	34,57	85,95
JRB ₇₆	301,05	88,61	82,43	282,00	29,06	87,14	297,57	89,05	79,65	240,00	26,30	87,64
JRB ₇₇	211,88	71,50	73,80	200,00	28,10	82,97	196,91	71,39	68,52	213,00	28,25	81,44
JRB ₇₈	171,72	66,21	68,59	216,00	13,62	88,20	205,85	75,80	70,74	217,00	12,72	89,94
JRB ₇₉	224,50	73,11	68,18	278,00	18,16	86,64	217,64	72,20	70,07	246,00	17,17	86,59
JRB ₈₀	290,83	90,94	74,77	211,00	30,60	85,75	224,98	75,30	72,91	232,00	25,17	84,10
JRB ₈₁	351,29	86,90	83,10	336,00	27,81	89,48	239,61	75,03	74,95	279,00	27,08	84,75
JRB ₈₂	449,29	97,06	90,65	265,00	22,22	91,67	420,82	99,37	89,80	289,00	21,76	91,40
JRB ₈₃	144,12	67,27	62,81	271,00	15,13	84,65	143,16	74,64	71,10	259,00	16,56	82,54
JRB ₈₄	205,91	74,42	71,76	264,00	17,35	88,17	231,89	72,79	74,02	241,00	15,04	90,02
JRB ₈₅	180,40	73,09	67,11	301,00	17,92	85,83	200,99	77,51	68,94	274,00	18,38	86,85
JRB ₈₆	176,85	70,97	65,21	213,00	17,34	87,55	175,73	74,22	64,71	222,00	18,50	85,67
JRB ₈₇	261,06	84,12	74,51	269,00	14,52	90,34	235,67	74,59	73,54	250,00	14,82	89,19
JRB ₈₈	250,32	78,09	75,48	268,00	20,58	88,57	284,97	82,43	76,85	221,00	20,13	89,86
JRB ₈₉	284,27	81,83	79,56	187,00	23,36	86,58	279,41	76,43	77,36	217,00	24,08	86,57
JRB ₉₀	245,78	75,35	73,33	218,00	22,57	85,77	227,18	72,02	72,78	190,00	22,49	85,06
JRB ₉₁	247,23	87,18	74,47	157,00	16,15	89,46	237,11	87,39	76,96	178,00	17,46	88,35
JRB ₉₂	194,09	71,49	68,21	283,00	16,88	82,12	217,94	78,35	71,68	288,00	15,63	88,94
JRB ₉₃	315,74	85,38	77,33	305,00	32,45	86,54	214,23	76,45	71,29	172,00	28,20	82,57
JRB ₉₄	287,01	83,75	73,33	248,00	28,11	87,42	244,64	76,89	73,45	239,00	28,23	84,70
JRB ₉₅	337,21	94,52	82,28	322,00	32,43	87,39	372,21	82,21	90,39	320,00	31,34	88,67
JRB ₉₆	256,86	86,60	73,16	263,00	24,29	86,30	230,52	70,43	81,31	234,00	23,69	84,92
JRB ₉₇	217,50	80,95	74,00	235,00	17,27	89,17	233,82	70,83	78,15	210,00	16,91	89,18
JRB ₉₈	197,46	75,31	69,49	238,00	12,94	88,84	266,05	74,52	84,38	242,00	13,55	90,20
JRB ₉₉	307,64	85,81	81,37	331,00	27,63	88,07	311,70	81,16	82,90	311,00	24,92	88,76
JRB ₁₀₀	388,78	92,75	88,19	231,00	24,22	90,95	424,79	91,95	91,22	238,00	23,20	91,68
Média	261,11	80,84	77,46	252,00	26,56	84,57	254,74	79,53	76,33	236,00	25,41	85,19
DP	64,87	8,90	6,69	48,33	7,46	2,95	61,57	8,17	6,80	41,09	6,60	3,48
CV%	24,84	11,00	8,63	19,14	28,09	10,68	24,17	10,27	8,91	17,38	2,98	4,08
máx.	455,17	106,90	93,73	372,00	46,30	91,67	424,79	105,96	92,14	148,00	41,77	9,68
min.	142,03	62,16	62,81	151,00	12,95	77,12	143,16	62,22	60,44	32,00	12,72	74,32

Média de 10 frutos por genótipo. Massa do fruto (MF), diâmetro longitudinal (DLF) e transversal (DTF) do fruto, número de sementes (NSF), massa da semente (MS) e rendimento em polpa (REND).

Considerando-se a variabilidade encontrada nos caracteres de fruto dos jenipapeiros estudados, percebe-se a importância do uso dos genótipos superiores como fonte de matéria prima para o melhoramento da espécie. E como forma de auxiliar a seleção das plantas mais promissoras, realizou-se o estudo da divergência genética entre os genótipos, pois além de selecionar os superiores, precisa haver divergência para auxiliar nas hibridizações artificiais e evitar erosão genética.

A figura 1 demonstra a contribuição relativa de cada caráter para o estudo da variabilidade. Avaliando a importância dos caracteres, pode-se verificar aquele que menos contribuíam e desta forma realizou-se o descarte buscando-se evitar dados invariantes ou redundantes.

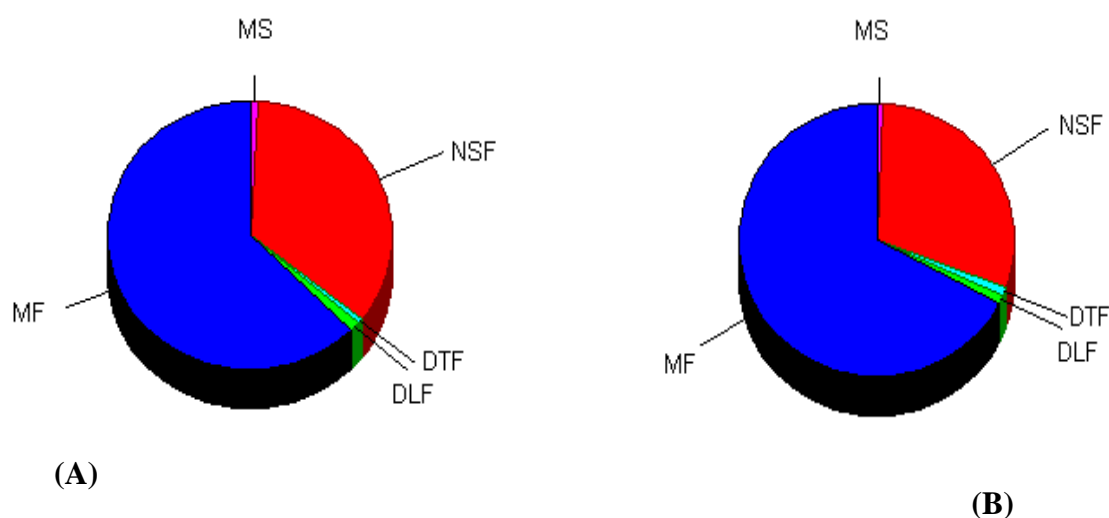


Figura 2. Importância relativa dos caracteres nos anos de 2004 (A) e 2005 (B). Massa do fruto (MF), diâmetro longitudinal (DLF) e transversal (DTF) do fruto, número de sementes (NSF), massa da semente (MS).

Na tabela 4 é possível observar que a soma dos dois primeiros componentes principais (Y_1 e Y_2) acumulou 80,94% de variância total para o primeiro ano e 80,22% para o segundo ano, sendo os resultados satisfatórios para o estudo da divergência genética, pois são superiores ao limite de 80% sugerido por Cruz e Regazzi (1997). As variáveis que mais contribuíram para a divergência da espécie, por ordem de importância, foram MF, NSF, DLF, MS, DTF.

Tabela 4. Estimativas das variâncias (autovalor λ_j), porcentagem acumulada e contribuição relativa de caracteres físicos de frutos de jenipapeiros nativos do Recôncavo Baiano, 2004/2005.

Ano	Componentes Principais	Estimativa de autovalores		Caracteres	Contribuição relativa
		Variância (%)	% Acumulada		
I	Y ₁	63,22	63,22	MF	62,59
	Y ₂	17,71	80,94	DLF	1,17
	Y ₃	10,26	91,2	DTF	0,66
	Y ₄	6,63	97,84	NSF	34,73
	Y ₅	2,15	100	MS	0,82
II	Y ₁	59,63	59,63	MF	67,25
	Y ₂	20,58	80,22	DLF	1,18
	Y ₃	11,24	91,46	DTF	0,82
	Y ₄	5,90	97,37	NSF	29,96
	Y ₅	2,62	100	MS	0,77

Massa do fruto (MF), diâmetro longitudinal (DLF) e transversal (DTF), número de sementes (NSF) e massa da semente (MS); y₁, y₂, y₃, y₄, y₅ (componentes principais obtidos da análise de cinco caracteres).

Para a análise de agrupamento foi utilizada a técnica de Tocher, com base na matriz de dissimilaridade, fundamentada na distância euclidiana média padronizada, que revelou o aparecimento de 16 grupos distintos no primeiro ano de estudo, e de 12 no segundo ano (Figura 3). Os primeiros grupos formados foram os que apresentaram maior participação de genótipos, com representantes das seis populações. A distribuição das populações no gráfico de dispersão permite identificar a maior distância entre os genótipos JRB₃, JRB₇₁ e JRB₈₂ com o JRB₈₃ e os JRB₅₀ e JRB₅₆, no primeiro ano. No segundo ano, a maior distância se deu entre os genótipos JRB₈₂ e JRB₁₀₀ com os JRB₁₆ e JRB₃₇.

Observando-se o agrupamento das plantas de comportamento superior para o caráter massa de fruto, temos os genótipos JRB₃ e JRB₈₂ dentro de um mesmo grupo, apesar de fazerem parte de populações localizadas em diferentes municípios. O mesmo ocorreu para os genótipos JRB₂₄ e JRB₄₀, JRB₄₇ e JRB₁₀₀, e o JRB₉₅. Sendo assim, o cruzamento entre as plantas superiores dos diferentes grupos

formados pode resultar em produção de novas combinações gênicas. No segundo ano, os genótipos JRB₂₄ e JRB₄₀ encontravam-se em grupos distintos, o JRB₄₇ ficou afastado do JRB₁₀₀, assim como o JRB₉₅.

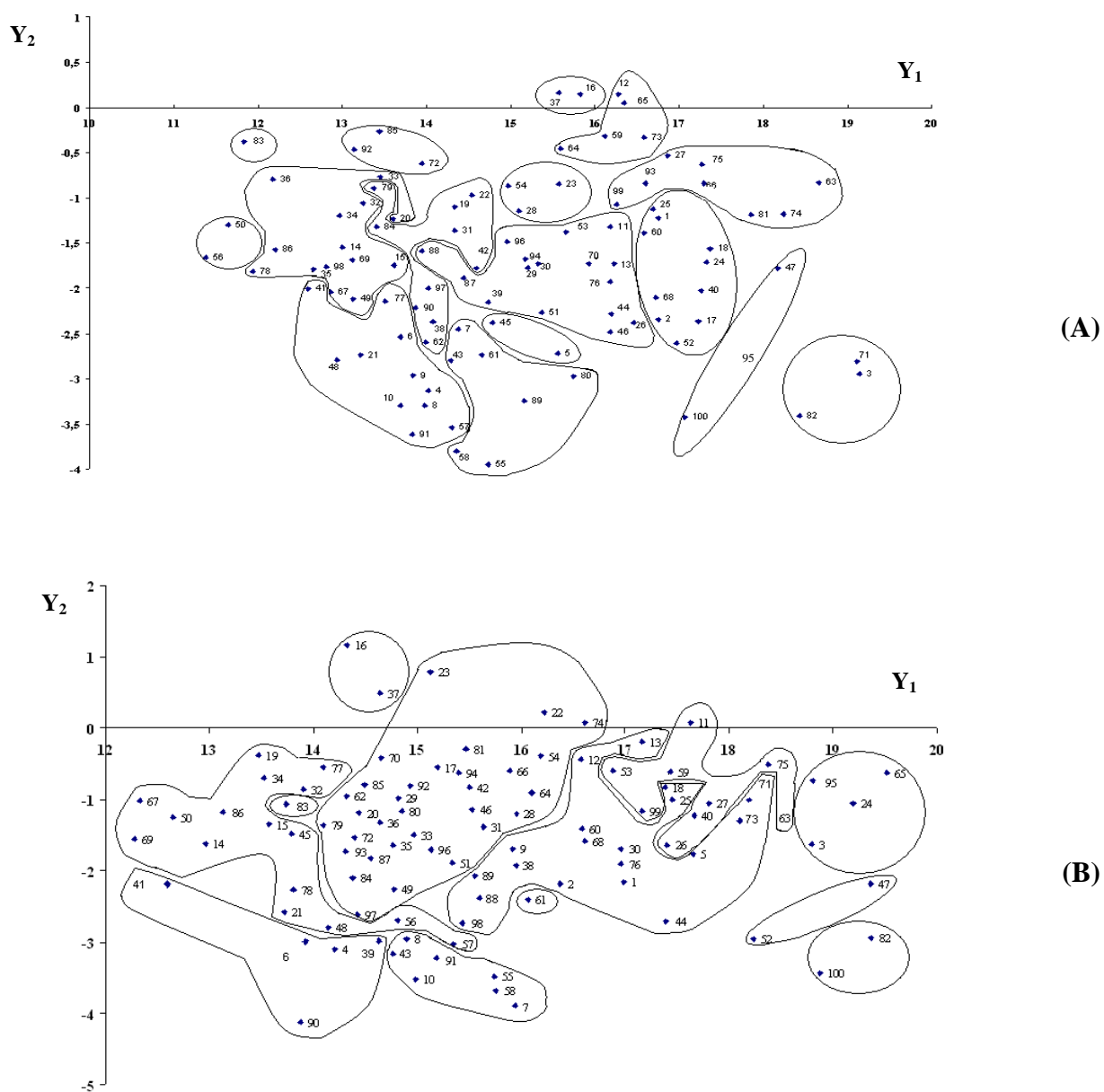


Figura 3. Distribuição dos jenipapeiros em grupos com base na distância euclidiana média nos anos de 2004 (A) e 2005 (B).

CONCLUSÕES

Existe variabilidade entre as plantas das populações de jenipapeiro para os caracteres físicos das árvores e frutos.

Através da análise de divergência, foi possível obter 16 grupos distintos no primeiro ano de estudo, e de 12 no segundo ano.

O caráter massa do fruto apresentou a maior contribuição relativa para a dissimilaridade genética total dentre os caracteres do fruto.

Os genótipos JRB₃, JRB₂₄, JRB₄₀, JRB₄₇, JRB₈₂, JRB₉₅, JRB₁₀₀, se destacaram como superiores e divergentes para o caráter massa de fruto, permanecendo com o mesmo desempenho nos dois anos do estudo.

Os genótipos estudados apresentam variabilidade genética satisfatória para futuras hibridizações controladas e preservação organizada da espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARDOSO, J. E., FREIRE; F. C. O. Doenças de fruteiras tropicais exóticas. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, SP, v.25, n.1, p. 65-70, jan/mar. 1999.

CARVALHO, P. C. L. SOARES FILHO, W. dos S. RITZINGER, R. CARVALHO, J. A. B. S. Conservação de germoplasma de fruteiras tropicais com a participação do agricultor. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.730-734. dez. 2001.

CAVALCANTE, P. B. Jenipapo. In: **Frutas comestíveis da Amazônia**. 6. ed. Belém; CNPQ, Museu Paraense Emilio Goeldi; INPA, 1996. 279p. p. 146-147. (Coleção Adolfo Ducke).

CLEMENT, C. R. Melhoramento de espécies nativas {Improvement of native species}. In: NASS, L. L., VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (Eds.). **Recursos genéticos & melhoramento: plantas**. Rondonópolis: Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso, Fundação MT, 2001. p. 423-441.

CRUZ, C. D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. 1990. 188 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1990.

CRUZ, C. D. **Programa GENES**: versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG: UFV, 2001. 648 p.

CRUZ, C. D.; CARVALHO, S. P.; VENCOSKY, R. Estudos sobre divergência genética. II. eficiência da predição do comportamento de híbridos com base na divergência de progenitores. **Revista Ceres**, Viçosa, v.41, n.234, p.183-190, 1994.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 390p.

EPISTEIN, L. Cultivo e aproveitamento do jenipapo. **Revista Bahia Agrícola**, Salvador, BA, v.4, n.3, p. 23-24, dez. 2001.

FIGUEIREDO, R. W. **Estudo de industrialização do jenipapo (*Genipa americana* L.)**. 1984. 171f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1984.

FONSECA, J. R. **Emprego da análise multivariada na caracterização de germoplasma de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1993. 123f. (Tese Doutorado). ESAL, Lavras.

GOMES, R. P. O jenipapeiro. In: **Fruticultura brasileira**. 12. ed. São Paulo: Nobel 1978, p.278-281.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos**. Eschborn: GTZ, 1990. 343 p.

LORENZI, H. **Arvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352p.

NASCIMENTO, W. M. O. do; CARVALHO, J. E. U. de; CARVALHO, N. M. de. Germinação de sementes de jenipapo (*Genipa americana* L.) submetidas a diferentes temperaturas e substratos. **Rev. Bras. Frutic.** Jaboticabal, v.22, n.3, p.471-473, dez. 2000.

NUTTO, L.; TONINI, H.; BORSOI, G. A.; MOSCOVICH, F. A.; SPATHELF, P. Utilização dos parâmetros da copa para avaliar o espaço vital em povoamentos de *Pinus elliottii* Engelm. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Local, v.42, p.110-122, jan./jun., 2001.

OLIVEIRA, F. J. de; ANUNCIÇÃO FILHO, C. J. da; BASTOS, G. Q.; REIS, O. V. dos. Divergência genética entre cultivares de caupi. **Pesq. agropec. bras.** Brasília, v.38, n.5, p.71-82, maio, 2003.

PEREIRA, A. V. **Utilização de análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. 1989. 108 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.

PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. **Mensura florestal**. San José: Costa Rica, 1997. 561 p.

PRUDENTE, R. M. Jenipapo (*Genipa americana* L.). In: VIEIRA NETO, R. D. **Fruteiras potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas**. Aracaju: Embrapa-CPATC; Emdagro, 2002. p. 88-114.

REZENDE, J. de O. **Recôncavo baiano, berço da Universidade Federal segunda da Bahia: passado, presente e futuro**. Salvador: P&A, 2004. 194 p.

RIBEIRO, F. E. **Divergência genética entre populações de coqueiro gigante (*Cocus nucifera* L.) do Brasil**. 1993. 84f. (Dissertação Mestrado). ESAL, 1993. Lavras.

SANTOS, R. O. S. **Caracterização de jenipapeiros (*Genipa americana* L.) em Cruz das Almas-BA.** 2001. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal da Bahia, 2001.

SILVA, J. A.; SILVA, D. B.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. **Coleta de sementes, produção e plantio de espécies frutíferas nativas dos cerrados: informações exploratórias.** Planaltina: Embrapa-CPAC. 1997. 24 p. (Documentos, 44).

CAPÍTULO 2

SELEÇÃO DE JENIPAPEIROS NO RENCÔNCAVO BAIANO VISANDO O CONSUMO DOS FRUTOS *IN NATURA* E A INDUSTRIALIZAÇÃO¹

¹Artigo a ser ajustado para submissão ao Comitê Editorial do periódico científico Ciência Agrícola

SELEÇÃO DE JENIPEIROS NATURAIS DO RECÔNCAVO BAIANO VISANDO O CONSUMO DOS FRUTOS *IN NATURA* E A INDUSTRIALIZAÇÃO

RESUMO

O objetivo do trabalho foi identificar a variabilidade e correlações em alguns componentes físico-químicos da polpa de frutos de jenipapeiro visando indicar plantas com potencial econômico para o Recôncavo Baiano, de forma a subsidiar estratégias de uso, conservação e domesticação da espécie. Foram identificadas 100 árvores de jenipapeiro distribuídas em seis municípios do Recôncavo Baiano, onde coletou-se 10 frutos por planta para realização das análises físico-químicas. As variáveis estudadas foram: pH, sólidos solúveis totais (SST), teor de ácido ascórbico (Vit. C), acidez total titulável (ATT), relação entre sólidos solúveis totais e acidez titulável total (SST/ATT), glicídios redutores (GR), não-redutores (GNR) e totais (GT). Para a interpretação dos resultados, utilizou-se análise descritiva e coeficiente de Correlação de Pearson. As análises dos frutos nas safras de 2004/2005 apresentaram valores médios iguais a 3,44 e 3,39 para o pH; 1,40% e 1,42% de ATT; 17,18⁰Brix e 16, 81⁰Brix para SST; 2,76 mg.100⁻¹ e 2,65 mg.100⁻¹ de vit. C; 9,26% e 8,95% de GR; 3,39% e 3,31% de GNR; 12,61% e 12,28% de GT; 12,37 E 12,00 para SSTATT. Os resultados permitiram concluir que existe variabilidade para os caracteres analisados possibilitando a exploração econômica dos frutos para o consumo *in natura* e industrialização; que o SST contribui para a maioria dos caracteres com exceção da vitamina C; o pH, ATT, SST e relação SST/ATT são determinantes para a industrialização dos frutos; e os genótipos JP₁₂, JP₃₉, JP₄₁, JP₅₉, JP₇₃, JP₇₉, JP₈₀, JP₈₃, JP₈₉, JP₉₀ e JP₉₉, podem ser recomendados para utilização nas condições agroecológicas do Recôncavo Baiano.

Palavras-chave: *Genipa americana* L., agronegócio, caracterização físico-química, correlações.

SELECTION OF NATURAL JENIPAPO FRUITS FROM THE RECONCAVE REGION OF BAHIA AIMING IN NATURA FRUIT CONSUMPTION AND INDUSTRIALIZATION

ABSTRACT

The objective of the present work was to identify the variability and correlations in the physical-chemical constituents of jenipapo fruits aiming to indicate plants with economic potential for the Reconcave Region of Bahia, in order to subsidize use strategies, conservation and domestication of the species. One-hundred jenipapo fruit trees, distributed in six counties of the Reconcave Region of Bahia were identified and 10 fruits per plant were collected for the physical-chemical analysis. The variables studied were: pH, total soluble solids (TSS), ascorbic acid content (Vit C), total titratable acidity (TTA), total soluble solids and total titratable acidity ratio (TSS/TTA), reducing glycosides (RG), non-reducing glycosides (NRG) and total glycosides (TG). Descriptive analysis and the Pearson correlation coefficient were used in order to interpret the data. The fruit analysis in the 2004/2005 harvest period presented average values equal to 3.44 and 3.39 for pH; 1.40 and 1.42 for TTA; 17.18° Brix and 16.81° Brix for TSS; 2.76 mg 100⁻¹ and 2.65 mg 100⁻¹ for vit C; 9.26 % and 8.95 % for RG; 3.39 % and 3.31% for NRG; 12.61 % and 12.28% for TG; 12.37 and 12.00 for TSS/TTA. The results concluded that there exists variability for the characteristics analyzed, enabling the economic exploration of the fruits for in natura consumption as well as industrialization; that the TSS contributes for most characteristics, except for vit C; the pH, TSS, TSS and the TSS/TSS ratio are determinant for fruit industrialization; and the genotypes JP₁₂, JP₃₉, JP₄₁, JP₅₉, JP₇₃, JP₇₉, JP₈₀, JP₈₃, JP₈₉, JP₉₀, and JP₉₉, can be recommended the agro-ecological conditions of the Reconcave Region of Bahia.

Key-words: *Genipa Americana* L., agrobusiness, physical-chemical characterization, correlations.

INTRODUÇÃO

A fruticultura brasileira apresenta grande importância, não somente no setor primário, mas também em nível de indústria e comércio. É uma atividade importante na fixação do homem à terra, pois possibilita uma exploração intensiva das áreas de produção; utiliza uma elevada quantidade de mão-de-obra, de forma a constituir-se em expressiva fonte geradora de empregos; bem como proporciona a obtenção de produtos de alto valor agregado, tanto em frutas destinadas ao consumo *in natura* quanto industrializadas (Hoffmann et al., 1996).

No Brasil é possível encontrar diversos tipos de frutas durante a maioria dos meses do ano. Elas são alimentos que oferecem grande variedade de sabores e aromas, sendo compostas basicamente de água, açúcares (sacarose, glicose e frutose), vitaminas e sais minerais. Também são portadoras de propriedades medicinais, estimulando as funções gástricas e desintoxicação do organismo (Lima, 1998).

O consumo de produtos naturais tem crescido rapidamente, principalmente os que utilizam frutas como base para a produção de alimentos como iogurtes, sorvetes, bolos, pães e cereais. Para que um alimento possa ser aceito pelo consumidor, várias características que determinam sua qualidade, devem ser satisfeitas. Estas características estão relacionadas ao conjunto de atributos referentes à aparência, sabor, odor, textura e valor nutritivo, relacionados com a caracterização física e química dos frutos (Chaves, 1993).

Os dados de composição de alimentos são úteis na elaboração de dietas para indivíduos, na avaliação do estado geral de saúde de uma população, na relação entre o estado de saúde com determinadas doenças, para planejamento governamental a fim de que uma política agropecuária seja estabelecida, bem como, para pesquisas e desenvolvimento de indústrias na área alimentícia (Lajolo e Vanucchi, 1987; Lajolo, 1995).

As regiões Norte e Nordeste do Brasil, pelas condições climáticas, produzem grande número de frutos tropicais com boas perspectivas para exploração econômica (Arckoll, 1997). Giacometti (1993) relata que a região Nordeste em especial, tem se destacado pelo elevado número de empresas de processamento de polpa de frutas, mas devido à extrema dificuldade na obtenção de matérias-primas relacionadas a algumas espécies existe uma grande dificuldade para a manutenção do pleno

funcionamento destas empresas. Dentre as inúmeras espécies frutíferas utilizadas pela população nordestina, destaca-se o jenipapeiro (*Genipa americana* L.), cuja comercialização como fruta fresca tem se revelado promissora, sendo realizada nas feiras livres, nos mercados atacadistas e em supermercados. A industrialização, sob as mais diferentes formas, tem estimulado bastante o crescimento da demanda dos frutos pelo mercado nordestino, com possibilidade de expansão para outras regiões brasileiras ou mesmo o mercado internacional (Prudente, 2002).

De acordo com Santos (2001), analisando frutos de jenipapo na região de Cruz das Almas-BA, os valores encontrados na constituição físico-química foram: pH 3,60; sólidos solúveis totais 18,34⁰ Brix; acidez total titulável 1,66%; glicídios totais 15,69%; umidade 73,75%; cinzas 1,22%; e relação sólidos solúveis totais com acidez total titulável de 11,58. Figueiredo (1984), em estudos com a mesma fruteira no estado do no município de Maranguape no Ceará, verificou que o conteúdo em ferro foi de 0,80 mg.100g⁻¹, cálcio 45,82 mg.100g⁻¹, fósforo 33,50 mg.100g⁻¹, fibra 2,03% Lipídios 0,35%, e proteína 0.68%. Para Franco (1992) o valor energético do jenipapo é de 81,70 calorias, e as seguintes vitaminas podem ser encontradas em sua composição: A (30 mg.100g⁻¹), B1 (24 mg.100g⁻¹), B2 (275 mg.100g⁻¹) e C (6,80 mg.100g⁻¹).

Na escolha de um genótipo, espera-se que sua superioridade inicial permaneça constante durante todo o seu ciclo e que o bom desempenho manifestado em certas estruturas, ou em partes integrantes do indivíduo, reflita o potencial do genótipo a ser utilizado como um todo (Cruz e Regazzi, 1997). No entanto, os resultados obtidos com a caracterização de frutos em níveis regionais não podem ser extrapolados de uma região para outra devido aos atributos de qualidade sofrerem influência do clima, solo, tratos culturais e estágio de maturação (Nascimento et al., 1991). Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi identificar a variabilidade e correlações em alguns componentes físico-químicos da polpa de frutos de jenipapeiros visando indicar plantas com potencial econômico para o Recôncavo Baiano, de forma a subsidiar estratégias de uso, conservação e domesticação da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em seis populações de *Genipa americana* L., localizadas nos municípios de Cruz das Almas, Governador Mangabeira, Cabaceiras do Paraguaçu, Muritiba, Sapeaçu e Conceição do Almeida, no Estado da Bahia. A região situa-se no Recôncavo Baiano, localizado entre 12^o 23' e 13^o 24' de latitude sul e 38^o 38' e 40^o 10' de longitude oeste, o que lhe confere características de clima tropical. A maior parte dos solos da região é do grupo Latossolo e Podzólico, de baixa fertilidade, utilizados para a pecuária extensiva e para o cultivo de citros, cana-de-açúcar e mandioca. A pluviosidade é de 1.100 a 2.000 mm de chuvas anuais, a temperatura acima de 18^oC e o relevo basicamente modelado em tabuleiros (Rezende, 2004).

No período de safra na região, nos meses de maio a junho, nos anos de 2004 e 2005, foram identificadas com auxílio de GPS (Sistema de Posicionamento Global), 100 genótipos de jenipapeiro distribuídos aleatoriamente nas populações.

De cada planta foram coletados 10 frutos nos quatro quadrantes da copa, formando-se amostras compostas para a realização da caracterização físico-química. Os frutos foram coletados no estágio "de vez", acondicionados em sacos plásticos e transportados ao Laboratório de Tecnologia de Alimentos do Departamento de Química Agrícola e Solos do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal da Bahia, no município de Cruz das Almas.

Ao atingir a maturação, realizou-se a higienização dos frutos para caracterização química, onde utilizou-se três repetições de três frutos por amostra nas seguintes análises: pH, determinado com o auxílio do pHgâmetro aferido à temperatura de 25^oC e calibrado com solução tampão 4,0 e 7,0; sólidos solúveis totais (SST), por meio de leitura em grau Brix em refratômetro; teor de ácido ascórbico (Vit. C) conforme a metodologia recomendada pelo Instituto Adolf Lutz (1985); acidez total titulável (ATT) expressa em percentual de ácido tartárico, relação entre sólidos solúveis totais e acidez titulável total (SST/ATT), glicídios redutores (GR), não-redutores (GNR) e totais (GT), conforme recomendação da AOAC (1975).

Para a interpretação dos resultados, utilizou-se análise descritiva de estimativa da média, desvio padrão e coeficiente de variação, sendo as médias originais comparadas pelo valor da média geral mais ou menos um desvio padrão. Os valores

encontrados acima da média mais um desvio padrão foram classificados como superiores. A relação existente entre os caracteres estudados foi estimada por meio do coeficiente de Correlação de Pearson e a hipótese de que o coeficiente de correlação é igual a zero foi avaliada pela estatística t a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conhecimento sobre as correlações entre caracteres de frutos de importância econômica é muito utilizado em trabalhos de melhoramento genético, pois permite conhecer a influência que a seleção em uma característica terá sobre outras, aparentemente independentes. As tabelas 1 e 2 apresentam os resultados de correlação para as variáveis físico-químicas em jenipapeiros, onde observa-se uma certa estabilidade nos dois anos de estudo evidenciando que a seleção de genótipos superiores pode ser realizada independente do ano de colheita.

Tabela 1 – Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson (r) entre os pares de caracteres físico-químicos de frutos de 100 genótipos de jenipapeiros nativos do Recôncavo Baiano, 2004.

	<i>Vit C</i>	<i>ATT</i>	<i>PH</i>	<i>SST</i>	<i>GR</i>	<i>GNR</i>	<i>GT</i>	<i>SST/ATT</i>
Vit C								
ATT	-0,0433							
pH	-0,1134	-0,3051*						
SST	0,0207	0,3401*	0,1005					
GR	0,0284	0,2346*	0,0797	0,8054*				
GNR	0,0489	0,2533*	0,0804	0,7780*	0,6811*			
GT	0,0317	0,2739*	0,0873	0,8832*	0,8690*	0,7749*		
SST/ATT	0,0564	-0,4540*	0,3115*	0,6710*	0,5513*	0,5196*	0,5927*	

* **significativo a 5% de probabilidade.** **Vit. C** – ácido ascórbico ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$), **ATT** – acidez total titulável (%), **SST** – sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$), **GR** – glicídios redutores (%), **GNR** - glicídios não-redutores (%), **GT** - glicídios totais (%), **SST/ATT** – relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável.

Tabela 2 – Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson (r) entre os pares de caracteres físico-químicos de frutos de 100 genótipos de jenipapeiros nativos do Recôncavo Baiano, 2005.

	<i>Vit C</i>	<i>ATT</i>	<i>PH</i>	<i>SST</i>	<i>GR</i>	<i>GNR</i>	<i>GT</i>	<i>SST/ATT</i>
Vit C								
ATT	-0,0601							
pH	0,0228	-0,2886*						
SST	0,1342	-0,0046	0,0622					
GR	0,1402	-0,0089	0,0618	0,9993*				
GNR	0,1191	0,0226	0,0439	0,9913*	0,9868*			
GT	0,1296	-0,0135	0,0711	0,9979*	0,9972*	0,9901*		
SST/ATT	0,1372	-0,6729*	0,2750*	0,7284*	0,7302*	0,7046*	0,7345*	

* **significativo a 5% de probabilidade.** *Vit. C* – ácido ascórbico ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$), *ATT* – acidez total titulável (%), *SST* – sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$), *GR* – glicídios redutores (%), *GNR* - glicídios não-redutores (%), *GT* - glicídios totais (%), *SST/ATT* – relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável.

Houve associação positiva e significativa entre sólidos solúveis totais (SST) com glicídios redutores (GR), não-redutores (GNR) e totais (GT); indicando que frutos com maior teor de SST possuem também maior conteúdo em glicídios. Este fato já era esperado uma vez que os sólidos solúveis totais em sucos de frutas representam a percentagem de sacarose, outros açúcares e sais dissolvidos (Hoffmann et al., 1996). O mesmo comportamento foi detectado na correlação entre sólidos solúveis totais com a acidez total titulável (ATT), onde o ácido tartárico provavelmente participa de uma significativa percentagem dos sólidos solúveis totais, sendo esta associação responsável pelo sabor dos frutos. Desta forma, para o comércio ao natural ou para o processamento industrial, espera-se um elevado conteúdo em sólidos solúveis totais devido à preferência dos consumidores por frutos doces e economia das indústrias com relação à adição de açúcares. A acidez desejável em frutos dependerá do destino que lhe será dado, pois frutos com menor acidez são os indicados para satisfazer as exigências do consumidor brasileiro, enquanto que os de maior acidez para a industrialização (Botrel, 1994). Wong (1995) relata que a comercialização de frutos de jenipapo segue algumas exigências relacionadas à sua composição química, e para atender a elas os frutos de jenipapo necessitam possuir teores de sólidos solúveis totais entre 18 e 20^o Brix, 1,0 a 2,0 mg de ácido ascórbico/ 100g de polpa, e acidez total titulável I entre 0,20 e 0,40%.

A relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) é o parâmetro mais importante para se determinar a maturação e o que melhor informa sobre a palatabilidade dos frutos (Chitarra e Chitarra, 1990). Geralmente os consumidores preferem uma elevada relação SST/ATT, sendo comum encontrar elevados teores de sólidos solúveis totais nesta situação. A relação SST/ATT apresentou correlação positiva e significativa com sólidos solúveis totais; pH; glicídios redutores (GR), não-redutores (GNR) e totais (GT). O pH está relacionado à conservação dos alimentos, atividade enzimática, textura de geléias e gelatinas, retenção do sabor-odor de produtos de frutas, estabilidade de corantes artificiais em produtos de frutas, e verificação do estado de maturação das frutas (Cecchi, 2003). Assim, nas correlações positivas e significativas, os caracteres podem ser considerados uma única unidade de seleção, enquanto nas correlações negativas, há uma dificuldade em selecionar simultaneamente os caracteres superiores.

Na tabela 3 encontramos os resultados referentes à análise físico-química em frutos de jenipapo envolvendo 100 genótipos de populações naturais. Os resultados obtidos para coeficiente de variação permaneceram semelhantes nos dois anos de estudo, sendo a menor variação observada para o pH, 3,08% e 2,20% respectivamente, enquanto a máxima variação foi para o teor de ácido ascórbico (Vit. C), 36,51% e 33,72 %.

O pH encontrado nas diferentes populações variou de 3,01 a 3,68 no primeiro ano de estudo, enquanto que no ano subsequente foi de 3,22 a 3,60. As médias obtidas nos dois anos foram de 3,44 e 3,39, apresentando valores semelhantes aos encontrados por Santos (2001) e Fonseca et al. (2003), com a mesma fruteira e na mesma região (3,65 e 3,52, respectivamente). Valores mais altos de pH (baixa acidez) são preferidos para o consumo *in natura*, porém constitui-se em problema para a indústria devido ao favorecimento das atividades enzimáticas e desenvolvimento de microorganismos. A Indústria de Alimentos utiliza o efeito do pH sobre os microorganismos para a preservação dos alimentos, sendo o pH = 4,5 muito importante, pois abaixo desse valor não há o desenvolvimento de *Clostridium botulinum* bem como, de forma geral, das bactérias patogênicas. Em alimentos muito ácidos (pH < 4,0), a microbiota capaz de se desenvolver é restrita apenas aos bolores e leveduras e, por vezes, bactérias lácticas e acéticas (Hoffmann, 2001). Os genótipos avaliados apresentaram pH interessantes para a indústria de

processamento de frutas, podendo também ser utilizados como fonte de frutos para o consumo *in natura*.

Os valores médios para a acidez total titulável (ATT), nas duas safras estudadas, foram de 1,40% e 1,42%, não variando muito de um ano para o outro. Em trabalhos realizados por diversos autores, foram encontrados valores iguais a 1,66% (Santos, 2001), 1,64% (Fonseca et al., 2003), 0,127% (Silva et al., 1998), e 0,94% (Figueiredo, 1984). Quando a acidez de produtos destinados à industrialização é baixa, há um aumento nos gastos da empresa com a adição de acidulantes. O ácido cítrico é o mais utilizado pela indústria de frutas devido à alta solubilidade e ao seu efeito tamponante que favorece a estabilidade dos produtos finais; por isso é bastante comum no preparo de geléias, doces em massa e frutas em calda (Torrezan et al., 1999).

O conteúdo de SST variou de 8,73⁰ Brix a 23,20⁰ Brix no primeiro ano de estudo, e 12,20⁰ Brix a 23,73⁰ Brix no segundo ano. As médias foram de 17,18⁰ Brix e 16,81⁰ Brix, apresentando valores semelhantes aos de outras fruteiras nativas potenciais como bacuri 16,40⁰ Brix (Manica, 2000), mangaba 16,72⁰ Brix (Moura et al., 2003), ceriguela 16,90⁰ Brix (Filgueiras et al., 2000) e cupuaçu 16,37⁰ Brix (Schwan et al., 2000). Os melhores resultados dentro das safras avaliadas foram encontrados nos genótipos JP₁₂, JP₄₁, JP₇₉, JP₈₃ e JP₉₉, no entanto, todos apresentam valores satisfatórios para o consumo *in natura* e industrial.

A variação no teor de ácido ascórbico foi de 1,25 mg.100g⁻¹ a 5,93 mg.100g⁻¹ e 1,18 mg.100g⁻¹ a 5,51 mg.100g⁻¹, respectivamente para os dois anos de estudo. As médias foram de 2,76 mg.100g⁻¹ e 2,65 mg.100g⁻¹, destacando-se como superiores os genótipos JP₁₁, JP₂₅, JP₂₇, JP₆₄, JP₆₉, JP₈₂, JP₈₃, JP₈₇, JP₈₈, JP₉₀, JP₉₂. O teor de vitamina C presente naturalmente nas frutas é um parâmetro nutricional de grande importância, porém não se verificam exigências relacionadas ao mesmo no caso de frutas destinadas à industrialização, por isso pode ser considerado um parâmetro tecnológico dispensável (De Marchi et al., 2000).

Nas safras de 2004/2005, os valores médios para glicídios redutores foram de 9,26% e 8,95%, enquanto que para não-redutores de 3,39% e 3,31%. A média para glicídios totais foi de 12,61% e 12,28%, destacando-se com os melhores percentuais os genótipos JP₃₉, JP₅₉, JP₇₃, JP₈₀, JP₈₉, JP₉₀, JP₉₉.

A relação SST/ATT apresentou valores médios iguais a 12,37 e 12,00, relativos as safras avaliadas, sendo o melhor desempenho observado em JP₃₉, JP₅₉, JP₇₃, JP₈₉, JP₉₀ e JP₉₉.

Tabela 1

Tabela 1

Tabela 1

CONCLUSÕES

Existe variabilidade para os caracteres analisados possibilitando a exploração econômica dos frutos para o consumo *in natura* e industrialização.

O estudo de correlação permitiu concluir que o conteúdo de sólidos solúveis totais contribui para a maioria dos caracteres com exceção do ácido ascórbico.

Os parâmetros físico-químicos determinantes da qualidade da matéria-prima a ser industrializada foram o pH, a acidez total titulável, o teor de sólidos solúveis totais e a relação SST/ATT.

Os genótipos JP₁₂, JP₃₉, JP₄₁, JP₅₉, JP₇₃, JP₇₉, JP₈₀, JP₈₃, JP₈₉, JP₉₀ e JP₉₉, de acordo com os resultados nas safras avaliadas, podem ser recomendados para utilização nas condições agroecológicas do Recôncavo Baiano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCKOLL, D. B. Some lesser-known Brazilian fruits unexploited commercial potential. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF THE INTERNATIONAL FEDERATION OF FRUIT JUICE PRODUCERS, 19, 1987, Den Haag. **Proceedings...** Den Haag, 1997. p. 27-34.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the AOAC**. 12. ed. Washington D.C, 1975.p. 391-410.

BOTREL, N. Manga: variedades, qualidade e tecnologia pós-colheita. **Inf. Agropec.**, Belo Horizonte, v.17, n.179, p.55-60, 1994.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2003. 107 p.

CHAVES, J. B. P. **Análise sensorial: histórico e desenvolvimento**. Viçosa-MG: Imprensa Universitária, 1993, 31 p. (Práticas de laboratório, n. 338).

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. D. **Pós-colheita de frutos e hortaliças, fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 239 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. .J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 390p.

DE MARCHI, R.; MONTEIRO, M.; BENATO, E. A.; Silva, A. R. da. Uso da cor da casca como indicador de qualidade do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) destinado a industrialização. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.20, n.3, p.381-387. Sept./Dec. 2000.

FIGUEIREDO, R. W. **Estudo de industrialização do jenipapo (*Genipa americana* L.)**. 1984. 171f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1984.

FILGUEIRAS, H. A. C.; MOURA, C. F. H.; ALVES. R. E. Ceriguela (*Spondias purpúrea* L.). In: **Caracterização de frutas nativas da América Latina**. Jaboticabal: Funep, 2000, 66 p. (Série frutas nativas, 9).

FONSECA, A. A. O.; CALAFANGE, P. L. P.; HANSEN, D. de S.; DANTAS, A. C. V. L.; SANTOS, M. B. dos. Caracterização física, química e físico-química dos frutos de 12 genótipos de jenipapeiros no Recôncavo Baiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2. 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: SBMP, 2003. (CD room)

FRANCO, G. **Tabela de composição química de alimentos**. Rio de Janeiro: Atheneu. 1992. 307 p.

GIACOMETTI, D. C. Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1992, Cruz das Almas. **Anais...** Cruz das Almas: Embrapa- CNPMF, 1993. p. 13-27.

HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KLUGE, R. A.; FACHINELLO, J. C. Adubação em pomares: métodos de quantificação das doses de fertilizantes. **Rev. bras. Frutic.** Cruz das Almas. v. 18, n. 2, p. 161-169, ago. 1996.

HOFFMANN, F. L. Fatores limitantes à proliferação de microorganismos em alimentos. **BRASIL ALIMENTOS**, São Paulo, n. 9. 1. p.23-30. jul./ago. 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolf Lutz.** métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 2 ed. São Paulo, 1985. v.1. 371 p.

LAJOLO, F. M. Grupo de trabalho: composição de alimentos. **Bol. Soc. Bras.Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.29, n.1, p.57-69, 1995.

LAJOLO, F. M.; VANUCCHI, H. Tabelas de composição de nutrientes em alimentos, situação no Brasil e necessidades. **Arch. Latinoam. Nutr.**, Caracas, v.37, n.4, p.703-713, 1987.

LIMA, U. de A. **Agroindustrialização de frutas.** São Paulo. EALQ. 1998. 151 p.

MANICA, I. **Frutas nativas, silvestres e exóticas.** 1: técnicas de produção e mercado: abiu, amora-preta, araçá, bacuri, biribá, carambola, cereja-do-rio-grande, jabuticaba. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. 327p.

MOURA, N. F.; REZENDE, C. F. A.; NAVES, R. V., CHAVES, J. L.; AGUIAR, A. V., MOURA, M. F. Estrutura espacial da variabilidade genética de populações naturais de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) no Cerrado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA MANGABA, 2003, Aracaju, **Anais...** Embrapa-CPATC, 2003. CD. ROM.

NASCIMENTO, L. M. do; SANTOS, R. R. dos; RIBEIRO, I. J. A.; MARTINS, F. P.; YOTSUYANAGI, K.; COUTINHO, J. R. Caracterização físico-química dos frutos de 22 cultivares de goiabeiras (*Psidium guajava* L.) durante o processo de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.13, p.35-42, 1991.

PRUDENTE, R. M. Jenipapo (*Genipa americana* L.). In: VIEIRA NETO, R. D. **Fruteiras potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas**. Aracaju: Embrapa-CPATC/Emdagro. 2002. P. 88- 114.

REZENDE, J. de O. **Recôncavo Baiano, berço da Universidade Federal segunda da Bahia**: passado, presente e futuro. Salvador: P&A, 2004. 194 p.

SANTOS, R. O. S. **Caracterização de jenipapeiros (*Genipa americana* L.) em Cruz das Almas-BA**. 2001. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal da Bahia, 2001.

SCHWAN, R. F.; SOUZA, S. M. M. de; MENDONÇA, M. A. S. Cupuaçu (*Willd ex spreng: schum*). In: **Caracterização de frutas nativas da América Latina**. Jaboticabal: Funep, 2000, 66 p. (Série frutas nativas, 9).

SILVA, A. P. da, LIMA, C. L. C. de, VIEITES, R. L. Caracterização química e física do jenipapo (*Genipa americana* L.) armazenado. **Sci. Agri.**, Piracicaba, v. 55, n. 11, p. 29-34, jan./abr. 1998.

TORREZAN, R., JARDINE, J. G. VITALI, A. de A. Efeito da adição de solutos e ácidos em polpa de goiaba. **Ciênc. Technol. Aliment.**, Campinas, v. 19, n.1, p.43-45, Jan./Apr. 1999.

WONG, S. W. S. **Química de los alimentos**: mecanismos y teoria. Zaragoza: Acribia, 1995. 475p.

CAPÍTULO 3

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE JENIPEIRO UTILIZANDO MARCADORES AGRONÔMICOS E RAPD ¹

¹Artigo a ser ajustado para submissão ao Comitê Editorial do periódico científico Bragantia

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE JENIPEIRO UTILIZANDO MARCADORES AGRONÔMICOS E RAPD

Resumo

O trabalho teve como objetivo identificar a variabilidade genética entre genótipos de jenipapeiros utilizando marcadores agronômicos e RAPD, visando fornecer informações para futuro estabelecimento de plantios comerciais e melhoramento genético da espécie. A coleta dos frutos ocorreu em seis municípios do Recôncavo Baiano, durante dois anos, e os descritores agronômicos utilizados para a caracterização foram: massa do fruto (MF); diâmetro longitudinal (DLF) e transversal (DTF); massa da semente (MS); número de sementes (NS); rendimento por fruto (REND); pH; sólidos solúveis totais (SST); teor de ácido ascórbico (Vit. C); acidez total titulável (ATT); relação entre sólidos solúveis totais e acidez titulável total (SST/ATT); glicídios redutores (GR); não-redutores (GNR) e totais (GT). Os dados obtidos foram analisados por estatística descritiva e análise multivariada utilizando-se a técnica de agrupamento através da distância euclidiana média. Um total de 185 marcadores foram amplificados, com uma média de 10,7 por *primer*. O número de bandas polimórficas foi de 148 e monomórficas de 34. A distribuição dos genótipos na análise de agrupamento evidencia a variabilidade existente na espécie, possibilitando o uso destas informações na seleção de genótipos superiores e melhoramento genético. A utilização da análise RAPD demonstrou existência de polimorfismo no material em estudo, sendo uma técnica viável e importante ferramenta na identificação da variabilidade genética em jenipapeiros. Os genótipos JRB₂, JRB₁₂, JRB₅₉, JRB₆₃ e JRB₇₁ podem ser recomendados para exploração econômica na região do Recôncavo Baiano.

Palavras-chave: *Genipa americana* L., fruteiras nativas, caracterização, marcadores moleculares

EVALUATION OF JENIPAPO FRUIT GENOTYPES USING AGRONOMICAL AND RAPD MARKERS

ABSTRACT

The objective of the present work was to identify the genetic variability between jenipapo fruits using markers agronomical and RAPD, aiming to provide information for future establishment of commercial fields and genetic breeding of the species. The collection of the fruits was carried out in six counties of the Reconcave Region of Bahia during two years, and the agronomical descriptors used for the characterization were: fruit mass (FM); longitudinal diameter (LD) and transversal diameter (TD); seed mass (SM); number of seeds (NS); yield per fruit (YPF); pH; total soluble solids (TSS); ascorbic acid content (vit C); total tritable acidity (TTA); total soluble solids, total tritable acidity ratio (TSS/TTA); reducing glyicides (RG); non-reducing glyicides (NRG) and total glyicides (TG). The data obtained was analyzed through descriptive statistics and multivariate analysis using cluster analysis by the average Euclidean distance. A total of 185 bands were amplified with an average of 10.7 bands/primer. One hundred and forty-eight polymorphic bands and 34 monomorphic bands were used in the molecular analysis. The distribution of the genotypes in the cluster analysis demonstrates the variability existing for the species, enabling the use of this information in the selection of superior genotypes and genetic breeding. The use of the RAPD analysis demonstrated the existence of polymorphism in the material studied, being considered a viable technique and important tool for the identification of the genetic variability of jenipapo fruits. The genotypes JRB 1, JRB 3, JRB 15, JRB 16 and JRB 19, can be recommended for the implantation in commercial fields in the Reconcave Region of Bahia.

Key-words: *Genipa americana* L., native fruits, characterization, molecular markers.

INTRODUÇÃO

O melhoramento genético tem contribuído na adaptabilidade e produtividade dos cultivos. Entretanto, para a obtenção eficiente de ganhos genéticos, é necessário um conhecimento detalhado da constituição e variabilidade genética das espécies. Dois aspectos são fundamentais no planejamento de um programa de melhoramento genético: a seleção dos genitores e os mecanismos de herança dos caracteres a serem selecionados (Milach, 1998).

A seleção de genótipos superiores em fruteiras visando o consumo *in natura* e industrialização é baseada normalmente em marcadores agronômicos que envolvem atributos de qualidade de frutos. Tais atributos dizem respeito às características físicas e físico-químicas referentes ao tamanho e a massa do fruto, teor de açúcares, vitaminas, acidez, fibras e outros. Entretanto, fatores do ambiente exercem grande influência na expressão dessas características, não sendo possível em curto espaço de tempo, afirmar a superioridade de um genótipo e identificação de duplicatas. Em alternativa, novas técnicas foram desenvolvidas para auxiliar programas de melhoramento de plantas, entre elas os marcadores moleculares.

Com a elucidação da estrutura da dupla fita do DNA, e posteriormente a possibilidade de decifrar a informação contida neste material mediante clonagem de fragmentos, técnica de marcadores moleculares e seqüenciamento de nucleotídeos, raros são os trabalhos científicos que não utilizam essa ferramenta da biologia molecular para a elucidação de eventos e processos biológicos (Zimmer et al., 2005). Os marcadores moleculares têm demonstrado eficácia na avaliação da variabilidade genética dentro e entre populações de plantas e na elucidação de parentescos entre acessos dentro de uma mesma espécie (Eymygdio et al., 2003), gerando uma grande quantidade de caracteres adicionais que, combinados com caracteres fenotípicos, fornecem um quadro mais completo para o agrupamento dos genótipos e o planejamento de cruzamentos (Ferreira e Grattapaglia, 1998). Segundo Xavier et al. (2005) a introdução de técnicas de genética molecular, no início da década de 80, permitiu que os estudos de identificação, caracterização e mapeamento genético, passassem a ser realizados com maior segurança, rapidez e eficiência.

Dentre as técnicas mais utilizadas para análises do DNA genômico, podemos citar as isoenzimas, Restriction Fragment Length Polymorphisms (RFLP), Simple

Sequence Repeats (SSR), Amplified Fragment Length Polymorphisms (AFLP) e Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD).

O RAPD pode ser utilizado com grande eficiência no estudo de fruteiras nativas, pois devido à ampla variabilidade encontrada nas populações naturais, não há necessidade de técnicas mais refinadas e mais caras. Eles se destacam pelas vantagens que apresentam em termos de simplicidade, pelo fato de serem aplicáveis a um grande número de espécies, e por permitirem a análise de um grande número de locos (Zucchi, 2003). Essa técnica utiliza *primers* ao acaso com cerca de 10 pb e sempre que o genoma do indivíduo a ser analisado apresentar uma seqüência de nucleotídeos correspondente à do *primer*, o processo de amplificação é iniciado e a identificação do DNA é inferida pela presença ou ausência de determinados fragmentos amplificados (Serafini et al., 2001).

As fruteiras nativas possuem imenso potencial a ser explorado devido à variedade de textura, aromas e sabores inerentes a cada espécie, constituindo-se em fonte de matéria-prima para o mercado de frutas frescas e industrializadas. Grande parte destas fruteiras existe apenas em seus habitats naturais, sendo pouco conhecidas e exploradas de forma desordenada, correndo risco de perda de materiais promissores, ou mesmo extinção de algumas espécies.

O Jenipapeiro (*Genipa americana* .L) é uma planta da família Rubiácea, nativa da América tropical, e que vem chamando a atenção de pesquisadores por sua multiplicidade de usos. Os índios já utilizavam os frutos para extração de corantes e usos medicinais, assim como a madeira (Cavalcante, 1991). Na alimentação, os frutos maduros são utilizados ao natural ou empregados no preparo de compota, doce cristalizado, refresco, suco, polpa, xarope, licor, vinho, álcool, vinagre e aguardente (Epstein, 2001). Apesar de se tratar de cultivo extensivo, a exploração do jenipapeiro parece ser uma atividade rentável e de grande potencial, uma vez que vem sendo feita sem nenhum custo com insumos, proporcionando renda para grande número de famílias. Por outro lado, esse grande potencial poderá ser melhor explorado com o estabelecimento de plantios sistematizados, com plantas selecionadas que possibilitarão rendimentos mais elevados do que os obtidos com os atuais plantios nativos e, conseqüentemente, proporcionando maior retorno econômico (Prudente, 2002).

Desta forma, este trabalho teve como objetivo identificar a variabilidade genética entre genótipos de jenipapeiros por meio de marcadores agronômicos e RAPD, visando fornecer informações para futuro estabelecimento de plantios comerciais e melhoramento genético da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em seis populações de *Genipa americana* L., localizadas nos municípios de Cruz das Almas, Governador Mangabeira, Cabaceiras do Paraguaçu, Muritiba, Sapeaçu e Conceição do Almeida, no Estado da Bahia. A região situa-se no Recôncavo Baiano, localizado entre 12^o 23' e 13^o 24' de latitude sul e 38^o 38' e 40^o 10' de longitude oeste, o que lhe confere características de clima tropical. A maior parte dos solos da região é do grupo Latossolo e Podzólico, de baixa fertilidade, utilizados para a pecuária extensiva e para o cultivo de citros, cana-de-açúcar e mandioca. A pluviosidade é de 1.100 a 2.000 mm de chuvas anuais, a temperatura acima de 18^oC e o relevo basicamente modelado em tabuleiros (Rezende, 2004).

1. Material Vegetal

No período de safra na região, nos meses de maio a junho, nos anos de 2004 e 2005, foram identificados com auxílio de GPS (Sistema de Posicionamento Global) 100 genótipos de jenipapeiro distribuídos aleatoriamente nas seis populações. Destes genótipos, foram utilizados 25 (JRB₈, JRB₁₂, JRB₂₁, JRB₂₂, JRB₂₃, JRB₂₇, JRB₃₃, JRB₃₇, JRB₄₁, JRB₄₂, JRB₅₃, JRB₅₄, JRB₅₆, JRB₅₉, JRB₆₃, JRB₆₇, JRB₇₀, JRB₇₁, JRB₇₂, JRB₇₃, JRB₈₁, JRB₈₆, JRB₉₀, JRB₉₄) para a realização das análises agronômicas e análise molecular.

2. Análises agronômicas

De cada planta foram coletados 10 frutos nos quatro quadrantes da copa formando-se amostras compostas para a realização da caracterização física e físico-química. Os frutos foram coletados no estágio "de vez", acondicionados em sacos plásticos e transportados ao Laboratório de Tecnologia de Alimentos do Departamento de

Química Agrícola e Solos do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal da Bahia, no município de Cruz das Almas.

Ao atingirem a maturação, realizou-se a higienização e as seguintes aferições por fruto: massa do fruto (MF); diâmetro longitudinal (DLF) e transversal (DTF) do fruto; massa da semente (MS); número de sementes (NS) e rendimento em polpa (REND). Para as aferições de massa, utilizou-se uma balança semi-analítica modelo BG 2000; os diâmetros e espessura da polpa foram obtidos utilizando-se um paquímetro digital; o número de sementes por contagem manual após a lavagem e secagem das mesmas; e o rendimento em polpa pela diferença entre a massa do fruto e a massa da casca e das sementes. Na caracterização físico-química, utilizou-se três repetições de três frutos por amostra para as seguintes análises: pH, determinado com o auxílio do pHgâmetro aferido a temperatura de 25⁰C e calibrado com solução tampão 4,0 e 7,0; sólidos solúveis totais (SST), por meio leitura em grau Brix em refratômetro; teor de ácido ascórbico (Vit. C) conforme a metodologia recomendada pelo Instituto Adolf Lutz (1985); acidez total titulável (ATT) expressa em percentual de ácido tartárico, relação entre sólidos solúveis totais e acidez titulável total (SST/ATT), glicídios redutores (GR), não-redutores (GNR) e totais (GT), conforme recomendação da AOAC (1975).

2.2. Análise dos dados agronômicos

Para a interpretação dos resultados, utilizou-se análise descritiva de estimativa da média, desvio padrão e coeficiente de variação, sendo as médias originais comparadas com o valor da média geral \pm DP (desvio padrão). Os valores encontrados acima da média + DP foram classificados como superiores e a média – DP, inferiores. Foram realizadas análises multivariadas com os dados físicos e físico-químicos dos frutos para a determinação da distância genética entre e dentro das populações, por meio de análise de agrupamento ou de cluster e análise de componentes principais. Como medida de dissimilaridade, foi utilizada a distância Euclidiana média, e no processo de agrupamento utilizou-se do método hierárquico aglomerativo de Ward (1963), citado por Cruz e Regazzi (2001). A análise estatística foi realizada pelo programa STATGRAPHICS – Statistical Graphics System (Statgraphics, 1999).

3. Análise molecular

Para a realização da análise molecular, foram coletadas folhas jovens dos 25 genótipos nas seis populações, sendo as folhas embaladas em papel alumínio devidamente identificado e acondicionadas em caixa de isopor contendo gelo. Após a coleta, transportou-se as amostras ao Laboratório de Biologia Molecular da Embrapa Mandioca e Fruticultura e as mesmas foram armazenadas em ultrafreezer a - 80°C.

3.1. Extração de DNA

Para extração do DNA, utilizou-se o protocolo da metodologia de extração descrita por Doyle e Doyle (1990) com algumas modificações. A extração foi realizada a partir de aproximadamente 300 mg de tecido foliar, o qual foi macerado em cadinho de porcelana em contato com N₂-líquido até a obtenção de um pó fino. O pó macerado foi colocado em microtubos de 2,0 mL. Em seguida, foi adicionado 700 µL de tampão de extração com a seguinte constituição: CTAB 2 %, NaCl 5 M, EDTA 0,5 M, Tris-HCl 1 M (pH 8,0), Polivinilpirrolidona 2% e 2β-mercaptoetanol 0,2 %. O macerado foi misturado ao tampão de extração e os tubos foram mantidos em banho a 65°C por 40 min, sendo agitados suavemente a cada 10 min. Após a incubação, centrifugou-se os microtubos por 10 min a 12.000 rpm (microcentrífuga-Eppendorf) e transferiu-se o sobrenadante para novos tubos de 1,5 mL. Para a desproteíntização, adicionou-se 700 µL de clorofórmio-álcool isoamílico (24:1 v/v). Em seguida, as amostras foram agitadas por suaves inversões por 5 min e centrifugadas por 10 min a 12.000 rpm. O sobrenadante de cada amostra foi transferido para microtubos de 1,5 mL, e procedeu-se à segunda lavagem com clorofórmio-álcool isoamílico. Para a precipitação do DNA, foi adicionado ao sobrenadante final isopropanol gelado na proporção 1:1. Os tubos foram mantidos a - 20°C por 3 horas e centrifugados por 10 min a 14.000 rpm. O sobrenadante foi descartado e o precipitado foi lavado duas vezes com etanol 70 % (v/v), e uma vez com etanol 95 % (v/v) e seco à temperatura ambiente por 20 min. Posteriormente, os pellets foram ressuspensos em 200 µL de TE contendo RNase na concentração final de 40 µL/mL e para melhorar a dissolução do pellet e homogeneização os tubos foram colocados 37°C por 30 min. A quantificação do DNA foi estimada em gel de agarose 0,8%, onde também pode-se observar a integridade do mesmo por meio das bandas apresentadas. Em

seguida as amostras foram diluídas para a concentração de trabalho (20 ng/mL) para posterior amplificação via PCR.

3.2. Amplificação do DNA

De 119 *primers* testados, 17 foram selecionados (OPA-01, OPA-04, OPA-08, OPA-11, OPB-01, OPD-08, OPE-06, OPE-09, OPH-04, OPH-12, OPH-13, OPH-18, OPH-20, OPN-08, OPN-10, OPN-20, OPAI-11) para o estudo da divergência genética, por serem mais informativos. Todos os *primers* utilizados foram fabricados pela Operon Technologies Inc. (Alameda, CA), sendo todos oligonucleotídeos com 10 bases e as seqüências arbitrárias.

As reações foram amplificadas em termociclador MJ Reserarch, Inc modelo PTC 100 com os seguintes ciclos: um ciclo de 94^oC/1min, 32^oC/1min, 72^oC/1min; 39 ciclos de 94^oC/15s, 32^oC/30s, 72^oC/1min; um ciclo de 72^oC/7min e 4^oC indefinidamente. Para cada primer, foram realizadas duas reações para confirmar o padrão de bandas obtidas, conforme descrito por Oliveira (1998).

Os produtos das reações de amplificação foram separados em gel de agarose (1,5%), corados com brometo de etídeo (0,5 µl/ml) e fotografados com luz ultravioleta utilizando o sistema de fotodocumentação Kodac Digital.

3.3. Análise dos dados moleculares

Os dados obtidos foram registrados na forma de presença (1) e ausência (0) de bandas. As distâncias entre os genótipos foram calculadas com base no coeficiente de dissimilaridade de Jaccard. De acordo com as distâncias genéticas, foi elaborada a análise de agrupamento, pelo método do vizinho mais próximo, utilizando o programa estatístico Genes (Cruz, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas tabelas 1 e 2 pode-se observar as médias gerais para as características físicas e físico-químicas nos frutos de jenipapeiros durante dois anos de estudo.

Tabela 1

Tabela 2

No ano de 2004 (tabela 1) o valor médio encontrado para massa de fruto foi de 257,82 g; diâmetro longitudinal 79,97 mm; diâmetro transversal 76,97 mm; número de sementes 264,44; massa da semente 28,54 g e rendimento em polpa de 84,55%. Em 2005 (tabela 2) esses valores foram respectivamente 242,55 g; 78,77 mm; 74,56 mm; 247; 27,39 g e 83,93%, apresentando-se inferiores ao primeiro ano para todas as observações. Os genótipos que mais se destacaram com valores acima da média nos dois anos de estudo, foram, JRB₂, JRB₆₃ e JRB₇₁.

Na avaliação físico-química da polpa, houve maior variação entre os anos para a maioria dos caracteres. No primeiro ano (tabela 1) o genótipo JRB₅₉ foi o que mais se destacou quanto ao conteúdo de sólidos solúveis totais, enquanto que no ano subsequente (tabela 2) foram os genótipos JRB₁₂, JRB₃₃, JRB₄₁ e JRB₉₀. A acidez total titulável manteve valores acima da média para os genótipos JRB₄₁, JRB₅₃ e JRB₅₉ nos dois anos, apresentando valores abaixo da média para a maioria dos genótipos analisados. Para a relação SST/ATT e glicídios totais, os genótipos que mantiveram valores acima da média foram, respectivamente, o JRB₅₉ e JRB₁₂. Os valores médios para ambos os anos foram: 3,43 e 3,38 para pH; 1,41% e 1,43% de acidez total titulável; 17,94 °Brix e 17,07° Brix de sólidos solúveis totais; 2,52 mg.100g⁻¹ e 2,42 mg.100g⁻¹ de ácido ascórbico; 9,41% e 9,09% de glicídios redutores; 3,51% e 3,36% de glicídios não-redutores; 12,98% e 12,46% de glicídios totais; e 12,77 e 12,03 de SST/ATT. O coeficiente de variação em sua maioria apresentou valores baixos e os componentes de rendimento como MF, NSF, MS e teor de ácido ascórbico mostraram-se dentro do esperado no intervalo de 21 a 32%. Isto indica confiabilidade nos dados avaliados, nos dois anos de observação.

Os resultados obtidos na caracterização física e físico-química dos frutos são compatíveis aos encontrados por Santos (2001) e Fonseca et al. (2003) na região de Cruz das Almas - BA.

As figuras 1 e 2 apresentam a análise de agrupamento dos genótipos de jenipapeiro estabelecidos pelo método de Tocher por meio da distância Euclidiana com base nas características físicas nos anos de 2004 e 2005. Houve formação de nove grupos no primeiro ano e oito grupos no segundo ano, indicando a possibilidade de cruzamentos entre os genótipos mais divergentes. A maior distância em 2004 foi observada entre o genótipo JRB₂ e JRB₈₆, e em 2005 para o JRB₂ e JRB₇₃. As

menores distâncias foram observadas no primeiro ano entre os genótipos JRB₆₇ e JRB₈₆, e no segundo ano entre o JRB₅₄ e JRB₈₁.

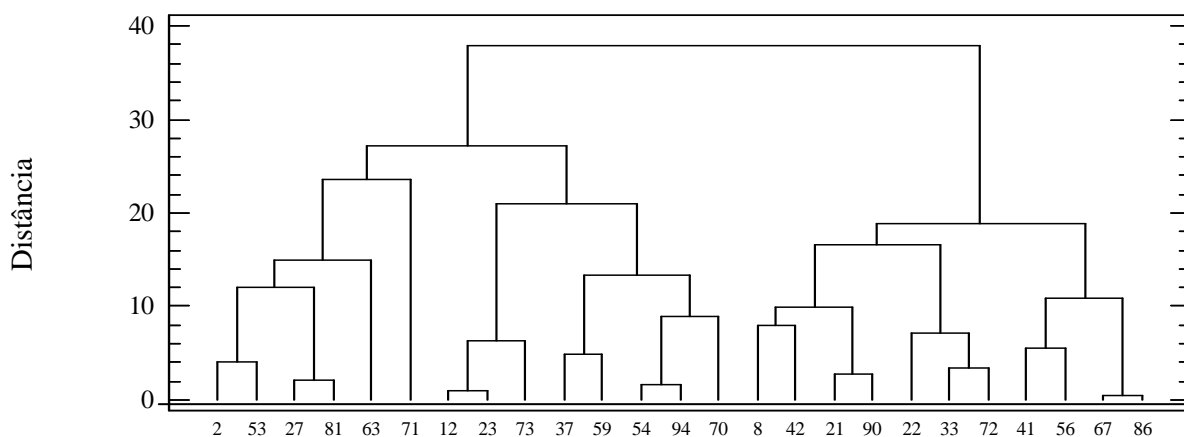


Figura 1. Dendrograma de 25 genótipos de jenipapeiro, construídos a partir de dados físicos de frutos no ano de 2004 no Recôncavo Baiano.

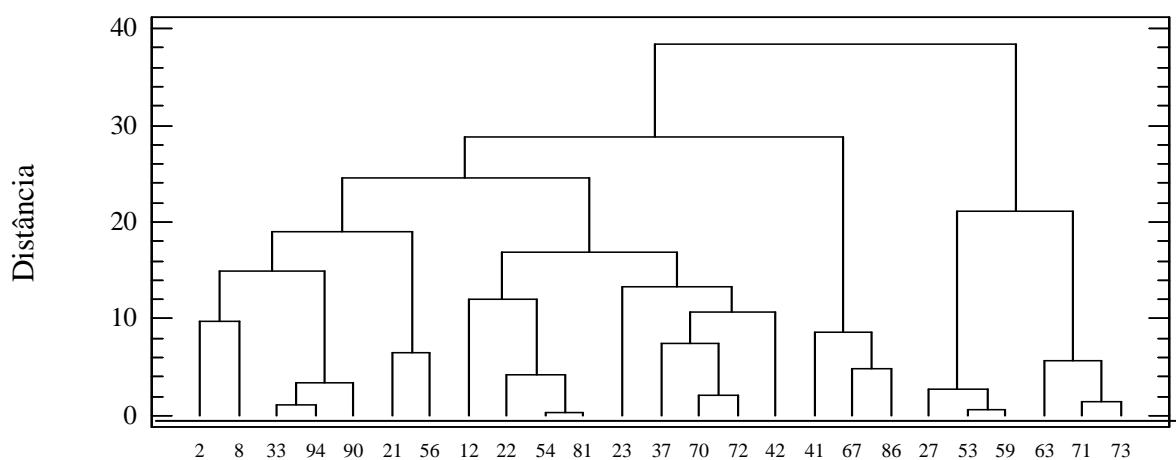


Figura 2. Dendrograma de 25 genótipos de jenipapeiro, construídos a partir de dados físicos de frutos no ano de 2005 no Recôncavo Baiano.

De acordo com as figuras 3 e 4, podemos verificar a formação de grupos distintos de jenipapeiros por meio dos dados das características físico-químicas da polpa dos frutos. No ano de 2004 (Figura 3) os genótipos JRB₂ e JRB₇₁ foram os mais distantes e o JRB₂ e JRB₂₂ os mais próximos, com formação de nove grupos. Em 2005 o JRB₂

e JRB₃₇ foram os mais distantes, enquanto o JRB₂ e JRB₂₁ os mais próximos, formados em 10 grupos diferentes.

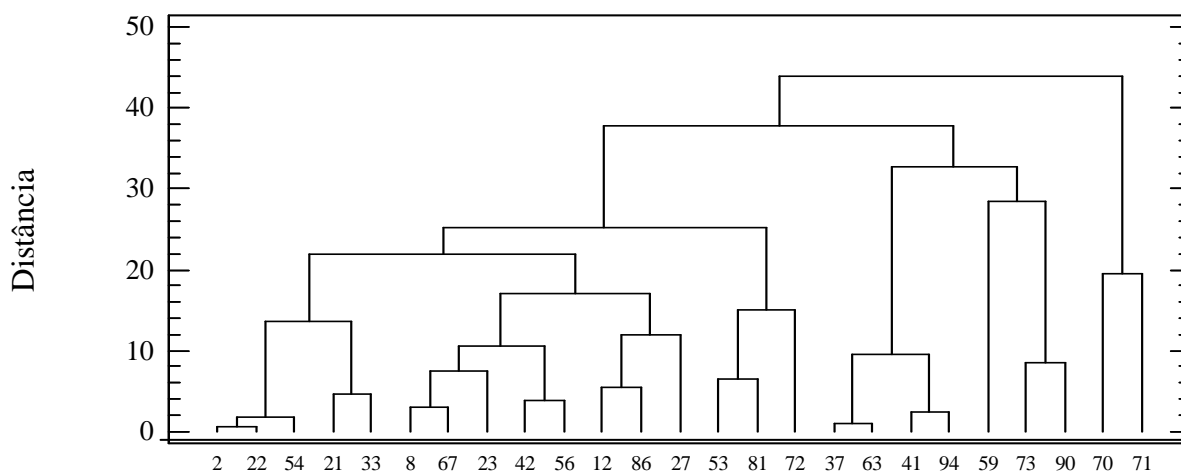


Figura 3. Dendrograma de 25 genótipos de jenipapeiro, construídos a partir de dados físico-químicos de frutos no ano de 2004 no Recôncavo Baiano.

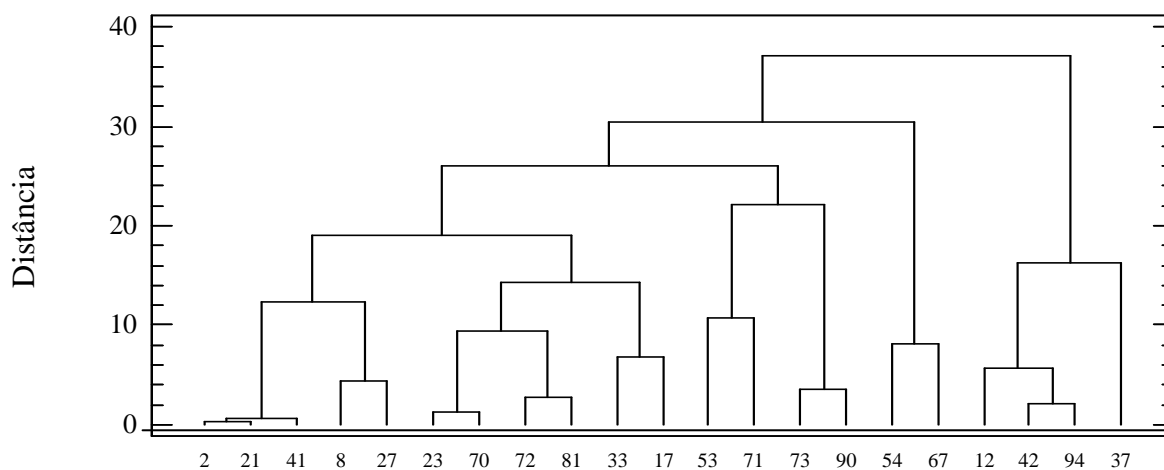


Figura 4. Dendrograma de 25 genótipos de jenipapeiro, construídos a partir de dados físico-químicos de frutos no ano de 2005 no Recôncavo Baiano.

Segundo Ferreira e Grattapaglia (1998), a estimativa da distância genética baseada na análise direta do DNA elimina complicações advindas da avaliação do fenótipo, com a influência do ambiente e baixo número de polimorfismo. Com base nos dados

moleculares (figura 5) por meio técnica RAPD, foi possível a formação de oito grupos distintos entre os genótipos de jenipapeiro, confirmando a variabilidade encontrada nos marcadores agronômicos. A maior distância ocorreu entre os genótipos JRB₆₇ e JRB₂₂, e a menor entre o JRB₂₂ e JRB₂₇.

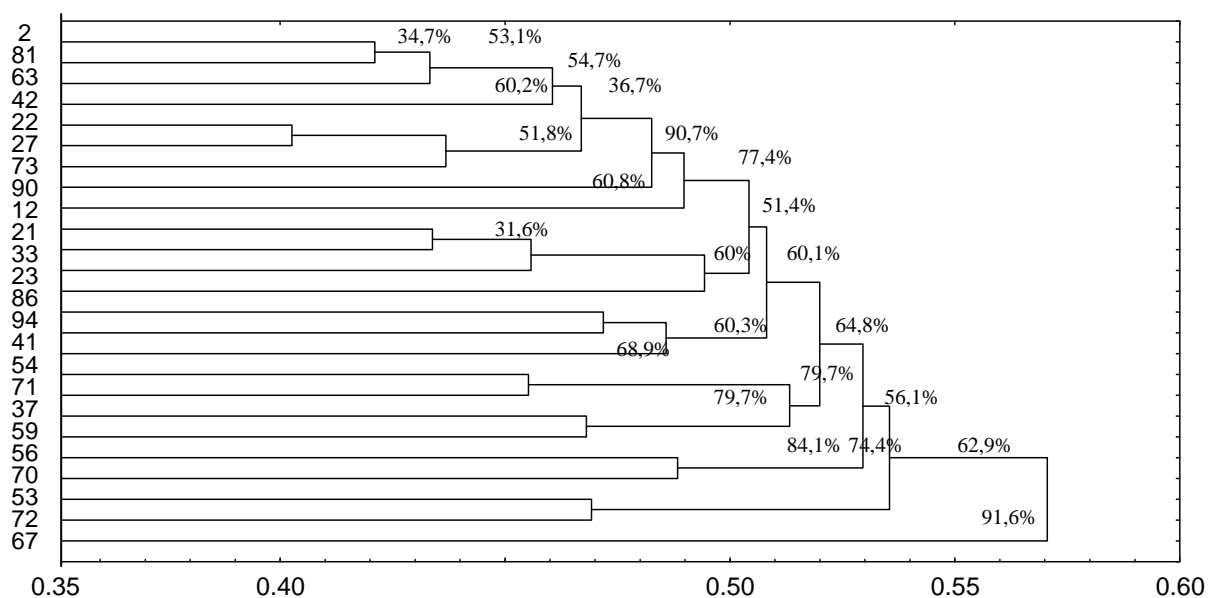


Figura 5. Dendrograma de 25 genótipos de jenipapeiro, construídos a partir dos produtos de amplificação obtidos com *primers* RAPD no Recôncavo Baiano e análise de “bootstrap”, 2005.

Os genótipos JRB₂, JRB₁₂, JRB₅₉, JRB₆₃ e JRB₇₁ apresentaram, durante o estudo, comportamento superior para os atributos de qualidade de frutos, encontrando-se em grupos diferentes nos dendogramas formados, permitindo utiliza-los em cruzamentos para obtenção de novas constituições genéticas.

Nas análises agronômicas foram avaliados caracteres previamente selecionados para o agrupamento dos genótipos, já na análise RAPD não é possível a separação dos caracteres de interesse, sendo estes avaliados conjuntamente, justificando desta forma a diferença no número de grupos observados nos dendogramas. A presença de genótipos de diferentes populações em um mesmo grupo pode estar relacionada provavelmente a forma de dispersão da espécie, que na região do Recôncavo ocorre através do gado (de uma pastagem para outra nas regiões

vizinhas), aves (possuem um alcance maior na dispersão das sementes) e do próprio homem.

O protocolo utilizado na extração do DNA forneceu material de boa qualidade, ou seja, sem degradação do DNA. No entanto, a maior parte das amostras apresentou coloração escura no final da etapa de extração do DNA e com o passar dos dias freqüentemente se degradavam sendo necessário ajustá-las para a concentração de 20 ng/ml sempre antes das amplificações. A coloração escura provavelmente se deve ao pigmento encontrado na espécie denominado de genipina, que em contato com o ar assume uma tonalidade preta. Já a degradação do DNA, após o armazenamento a -20°C , pode estar envolvida com reações químicas inerentes à espécie, tendo em vista que toda a manipulação do material sempre foi realizada em gelo. Pôde-se observar também, durante o estudo, que o ideal, pelo menos para o jenipapeiro, é realizar a extração do DNA logo após a coleta das folhas e preferencialmente não guardar as amostras já maceradas para depois fazer a extração, pois a partir do momento que se coletam as folhas, começam a ocorrer reações químicas que influenciam grandemente na obtenção de DNA de qualidade superior.

Tabela 3. Número de fragmentos RAPDs amplificados, polimorfismo e monomorfismo em genótipos de jenipapeiro. Cruz das Almas-BA, 2005.

<i>Primer</i>	Seqüência (5' – 3')	Número de fragmentos		
		Amplificados	polimórficos	monomórficos
OPA-01	CAGGCCCTTC	7	3	4
OPA-04	AATCGGGCTG	12	11	1
OPA-08	GTGACGTAGG	8	5	3
OPA-11	CAATCGCCGT	12	11	1
OPB-01	GTTTCGCTCC	7	5	2
OPD-08	GTGTGCCCCA	12	9	3
OPE-06	AAGACCCCTC	10	8	2
OPE-09	CTTCACCCGA	9	9	0
OPH-04	GGAAGTCGCC	13	11	2
OPH-12	ACGCGCATGT	10	8	2
OPH-13	GACGCCACAC	14	13	1
OPH-18	GAATCGGCCA	11	10	1

Tabela 3. (Continuação).

OPH-20	GGGAGACATC	11	9	2
OPN-08	ACCTCAGCTC	14	8	6
OPN-10	ACAACTGGGG	8	6	2
OPN-20	GGGAGACATC	13	11	2
OPAI-01	GGCATCGGCT	11	11	0

Dos 119 *primers* testados, 17 forneceram produtos nítidos de amplificação e boa repetibilidade. Pode-se observar padrões de bandas diferentes indicando a presença de variabilidade genética entre os genótipos avaliados. Um total de 185 marcadores foram amplificados, com uma média de 10,7 por *primer*. O número de bandas polimórficas foi de 148 (81,32%) e variou de 3 com o *primer* OPAI-01, à 13 com o *primer* OPH-13. Segundo Nienhuis et al. (1995), a partir de 100 bandas, praticamente ocorre uma estabilização do coeficiente de variação das distâncias genéticas entre os genótipos. Entretanto, para o jenipapeiro, os valores de “bootstrap” estão um pouco baixos, demonstrando que talvez o aumento do número de bandas polimórficas seja o ideal neste caso.

O padrão eletroforético obtido com o *primer* que apresentou maior polimorfismo é ilustrado na figura 6.

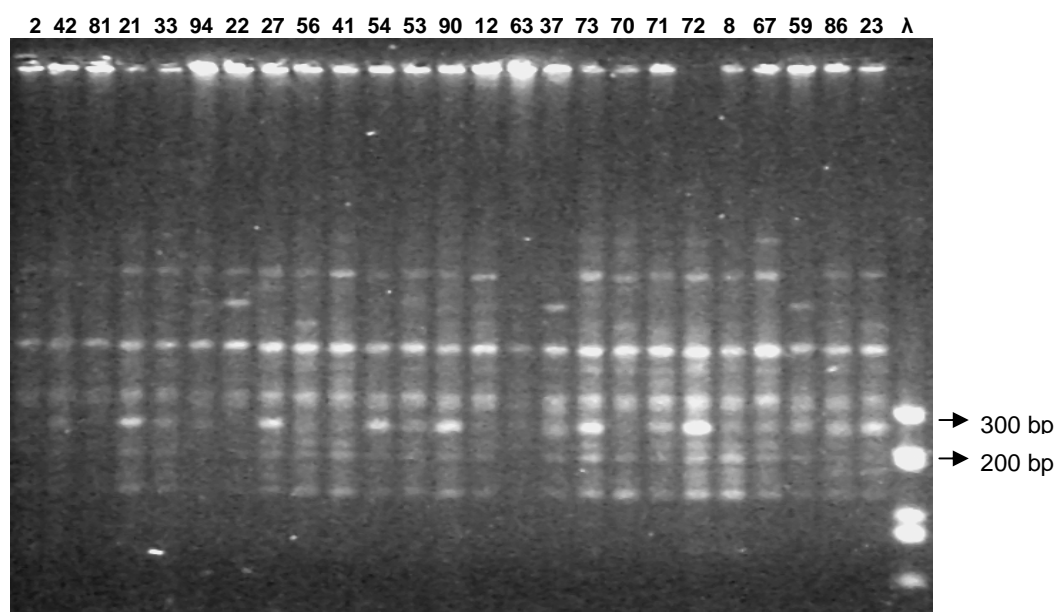


Figura 6. Padrão eletroforético obtido pela amplificação do DNA em 25 genótipos de jenipapeiro utilizando o *primer* OPH-13, pela técnica RAPD. Cruz das Almas, 2005.

CONCLUSÕES

A distribuição dos genótipos nos dendogramas para os caracteres físicos, físico-químicos e análise molecular, evidencia a variabilidade existente na espécie, por meio da formação de grupos distintos, possibilitando o uso destas informações na seleção de genótipos superiores e melhoramento genético.

A utilização da análise RAPD demonstrou existência de polimorfismo no material em estudo, sendo uma técnica viável e uma importante ferramenta na identificação da variabilidade genética em jenipapeiros.

Os genótipos JRB₂, JRB₁₂, JRB₅₉, JRB₆₃ e JRB₇₁ podem ser recomendados para exploração econômica na região do Recôncavo Baiano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the AOAC**. 12. ed. Washington D.C, 1975. p. 391-410.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 5. ed. Belém: CEJUP, 1991. 279 p.

CRUZ, C. D. **Programa GENES**: versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG: UFV, 2003. 648 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2001. 390 p.

DOYLE, J. J.; DOYLE, J.L. Isolation of plant DNA from fresh tissue. **Focus**, v. 12, p. 13-15, 1990.

EMYGDIO, B. M.; ANTUNES, I. F.; NEDEL, J. L. CHOER, E. Diversidade genética em cultivares locais e comerciais de feijão baseada em marcadores RAPD. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.38, n.10, p.1165-1171, out. 2003.

EPISTEIN, L. Cultivo e aproveitamento do jenipapo. **Revista Bahia Agrícola**, Salvador, BA, v.4, n.3, p. 23-24, dez. 2001.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 3. ed., Brasília: Embrapa - SPI. 1998. 220 p.

FONSECA, A. A. O.; CALAFANGE, P. L. P.; HANSEN, D. de S.; DANTAS, A. C. V. L.; SANTOS, M. B. dos. Caracterização física, química e físico-química dos frutos de 12 genótipos de jenipapeiros no Recôncavo Baiano. **In: 2 CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS**, 2003, Porto Seguro: SBMP, 2003. (CD room)

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolf Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 2. ed. São Paulo, 1985. v.1. 371p.

MILACH, S. C. K. **Marcadores moleculares em plantas**. Porto Alegre: S. C. K. Milach, 1998. 141 p.

NIENHUIS, J. et al. Genetic relationships among cultivars and lines of lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) as measured by RAPD markers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 120, n. 2, p. 300-306, march, 1995.

OLIVEIRA, R. C. **Divergência genética por marcadores RAPD em *Tetragonistica angustula* Latreille, 1811 (Hymenoptera, Apidae, Meliponinea)**. 1998. 50f. Dissertação (Mestrado em Genética e Bioquímica), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 1998.

PRUDENTE, R. M. Jenipapo (*Genipa americana* L.). **In: VIEIRA NETO, R. D. Fruteiras potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas**. Aracaju: Embrapa-CPATC/Emdagro. 2002. p. 88- 114.

REZENDE, J. de O. **Recôncavo Baiano, berço da Universidade Federal segunda da Bahia: passado, presente e futuro**. Salvador: P&A, 2004. 194 p.

SERAFINI, L. A.; BARROS, N. M de; AZEVEDO, J. L. de. **Biotechnologia na agricultura e na agroindústria**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 463p.

SANTOS, R. O. S. **Caracterização de jenipapeiros (Genipa americana L.) em Cruz das Almas-BA**. 2001. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2001.

STATGRAPHICS. **Statgraphics plus for Windows v. 4.0**: user manual. Illinois: Manugistics, 1999.

XAVIER, G. R., MARTINS, L. M. V., RUMJANEK, N. G. FREIRE FILHO, F. R. Variabilidade genética em acessos de caupi analisada por meio de marcadores RAPD. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 353-359, abr. 2005.

ZIMMER, P. D.; OLIVEIRA, A. C. de; MALONE, G. **Ferramentas da biotecnologia no melhoramento genético vegetal**. Pelotas: Editora Gráfica Universitária - UFPEL, 2005.

ZUCCHI, M. I. **Análise da estrutura genética de Eugenia dysenterica DC utilizando marcadores RAPD e SSR**. 2003. 86f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

WARD JR., J. H. Hierarchical grouping to optimise an objective function. **J. Amer. Stat. Ass.** v. 58, p. 236-244, 1963.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O jenipapeiro por se tratar de uma espécie muito utilizada no estado da Bahia, devido principalmente às qualidades organolépticas dos frutos, desponta como uma das principais fruteiras com possibilidade de investimentos para expansão do cultivo. De acordo com Prudente (2002) ainda perduram vários entraves de natureza agrônômica que desestimulam a exploração comercial do jenipapeiro, como falta de variedades, mudas selecionadas e orientações técnico-científicas.

Para que ocorra uma adequada exploração desta espécie é necessário a seleção de plantas uniformes, com elevada produção e com características agrônômicas desejáveis.

A existência de variabilidade nas plantas de jenipapeiro dentro e entre populações para os caracteres físicos (Cap. I) e físico-químicos (Cap. II), tem comprovado o potencial de exploração genética desta fruteira, com possibilidade de seleção dos genótipos promissores. Assim, a busca por constituições genéticas que agreguem atributos físicos como massa do fruto, rendimento em polpa, maior diâmetro longitudinal e transversal, além dos físico-químicos como elevado conteúdo em sólidos solúveis totais, vitamina C (para consumo *in natura*) e alta acidez total titulável (para industrialização) proporcionarão um maior progresso dos genótipos para futuramente serem indicados como cultivares comerciais.

A dissimilaridade observada na presença dos grupos formados variando de 12 a 16, em anos distintos (Cap. I), indicarão os melhores genótipos a serem incluídos nas coleções biológicas e os que melhor se hibridarão para o avanço genético em programas de melhoramento da espécie. Sendo assim, os genótipos que apresentarem melhores atributos físicos e físico-químicos, pertencentes a grupos distintos, servirão como matrizes para a produção de mudas propagadas vegetativamente evitando a erosão genética da espécie.

A formação de grupos gerados por mensurações físicas e físico-químicas terão maior respaldo ao confirmarem suas informações genéticas diretamente no DNA. Por esta razão, os genótipos foram avaliados utilizando técnicas de marcadores moleculares do tipo RAPD (Cap. III) comprovando a formação de grupos dissimilares, certificando a existência de variabilidade genética em jenipapeiros do Recôncavo Baiano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PRUDENTE, R. M. Jenipapo (*Genipa americana* L.). In: VIEIRA NETO, R. D. **Fruteiras potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas**. Aracaju: Embrapa-CPATC; Emdagro. 2002. p. 88- 114.