

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA TROPICAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS
CURSO DE MESTRADO**

**CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS E MOLECULAR DE UMBU-CAJAZEIRAS
(*Spondias* sp.) NO SEMIÁRIDO DA BAHIA**

LAURENICE ARAUJO DOS SANTOS

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

FEVEREIRO – 2010

**CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS E MOLECULAR DE UMBU-
CAJAZEIRAS (*Spondias* sp.) NO SEMIÁRIDO DA BAHIA**

LAURENICE ARAUJO DOS SANTOS

Engenheira Agrônoma

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2007

Dissertação submetida ao Colegiado de Curso do
Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos
Vegetais da Universidade Federal do Recôncavo da
Bahia e Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical,
como requisito parcial para obtenção do Grau de
Mestre em Recursos Genéticos Vegetais.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Cristina Vello Loyola Dantas

Co-Orientador: Dr. Alberto Duarte Vilarinhos

Co-Orientador: Prof. Msc. Antonio Augusto de Oliveira Fonseca

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA TROPICAL
MESTRADO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA - 2010

FICHA CATALOGRÁFICA

S237 Santos, Laurenice Araujo dos.

Caracterização de frutos e molecular de umbu-cajazeiras
(Spondias sp) no semi-árido da Bahia. / Laurenice Araujo dos

Santos. - Cruz das Almas, BA, 2010.

65f. ; Il. ;

Orientadora: Ana Cristina Vello Loyola Dantas

Co-Orientadores: Alberto Duarte Vilarinhos

Antonio Augusto de Oliveira Fonseca

Dissertação (Mestrado)– Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Área de

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA TROPICAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS
CURSO DE MESTRADO**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
LAURENICE ARAUJO DOS SANTOS**

Prof^a. Dr^a Ana Cristina Vello Loyola Dantas
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB
(Orientadora)

Dr. Walter dos Santos Soares Filho
Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical

Prof^a. Dr^a Simone Alves Silva
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB

Dissertação homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Recursos
Genéticos Vegetais em
Conferindo o Grau de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais em
.....

A Deus,

À minha família,

Aos verdadeiros Amigos,

Em especial aos meus pais, Antonio e Maria Zélia, que, apesar de não terem tido a oportunidade de serem alfabetizados, sempre me apoiaram em todas as decisões da minha vida; vocês sempre foram o meu orgulho e o meu estímulo para lutar por novas conquistas.

Dedico

Aos meus amados e queridos irmãos, Marilene, Jucélia, Rita, Lapinho, Roque, Sônia , Antonia, Ana Ilza, Sandra, Antonio Carlos, Adilson, Sidinei, Josimeire, Luis Henrique e ao meu namorado, Perivaldo.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser a minha fortaleza, proporcionando tudo em minha vida.

À minha família, que sempre me deu apoio e força, para o meu crescimento, em especial aos meus amados sobrinhos.

A Perivaldo pelo seu amor, amizade e paciência e à sua família que sempre me acolheu com muito carinho.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em especial aqueles que fazem parte do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais (RGV), pela oportunidade de realização do curso e aos discentes, em especial aos colegas desta primeira turma do curso, na pessoa do grande amigo Crispiniano; tenho certeza da construção dessa sincera e sólida amizade.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia, pelo financiamento do projeto e concessão da bolsa.

À minha orientadora e amiga, pesquisadora Dr^a. Ana Cristina Vello Loyola Dantas, pela preciosa orientação e confiança.

Aos co-orientadores: professor MSc. Antonio Augusto de Oliveira Fonseca e Dr. Alberto Duarte Vilarinhos, pela confiança e direcionamento na pesquisa.

À Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, pela concessão do uso de suas instalações e em especial a todos os amigos do Laboratório de Tecnologia de Alimentos e de Virologia e Biologia Molecular, especialmente ao laboratorista Epaminondas do Patrocínio, pela sua paciência e dedicação ao meu trabalho.

Aos pesquisadores Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo e Dr. Edson Perito Amorim.

Aos amigos do grupo de Pesquisa Fruticultura Tropical, pelo companheirismo e colaboração na realização do trabalho; em especial a Vanessa, Valdir, Vânia, Cláudia, Joedson e Mariano.

Aos amigos Luis Edmundo, Adelmo e Nero pelo auxílio na coleta dos frutos.

A Gleize, pela ajuda nas coletas e à Mariana e Meire por seu apoio.

Aos sindicatos dos Trabalhadores Rurais pelas instruções nas coletas e aos amigos agricultores que nos forneceram o material para a pesquisa e sempre nos acolheram com muita simplicidade e carinho; aprendi muito com vocês.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento desta dissertação.

SUMÁRIO

Página

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO.....1

Capítulo 1

CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE UMBU-CAJAZEIRAS (*Spondias* sp.)
DO SEMIÁRIDO DA BAHIA.....10

Capítulo 2

CARACTERIZAÇÃO MOLECULAR DE UMBU-CAJAZEIRAS (*Spondias* sp.) DO
SEMIÁRIDO DA BAHIA POR MEIO DE RAPD 37

CONSIDERAÇÕES FINAIS 54

CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS E MOLECULAR DE UMBU-CAJAZEIRAS (*Spondias* sp.) NO SEMIÁRIDO DA BAHIA

Autora: Laurenice Araujo dos Santos

Orientadora: Ana Cristina Vello Loyola Dantas

Co-Orientadores: Alberto Duarte Vilarinhos e Antonio A. de Oliveira Fonseca

RESUMO: A umbu-cajazeira é uma frutífera que ocorre em todos os Estados brasileiros localizados na região semiárida nordestina. O objetivo do trabalho foi avaliar genótipos de umbu-cajazeiras localizados na região do semiárido da Bahia mediante a caracterização de frutos e molecular de plantas. As plantas foram avaliadas quanto à altura, perímetro do tronco e diâmetro médio da copa. Foram utilizadas 48 plantas nas análises moleculares e 30 plantas nas análises morfológicas dos frutos. Foram avaliados os caracteres: massa, comprimento, diâmetro e cor do fruto, massa da casca, massa da semente e rendimento da polpa, pH, acidez titulável, vitamina C, sólidos solúveis totais, relação sólidos solúveis/acidez titulável, açúcares totais, açúcares redutores e açúcares não redutores. Para a extração do DNA genômico, foi aplicado o método de Doyle & Doyle modificado. Através de testes, foram selecionados 21 primers polimórficos. Para a técnica de RAPD: *Random Amplified Polymorphic DNA*, os fragmentos de DNA gerados com cada *primers* foram separados em gel de agarose a 1,2%, corados com brometo de etídeo e fotografados sob luz ultra-violeta. As análises por RAPD produziram um total de 143 produtos de amplificação, onde 44,1% foram polimórficos, com média de três bandas por iniciador, com a formação de seis grupos. A variabilidade genética foi maior dentro das populações e o município de Santo Estevão foi o que apresentou menor índice de similaridade. A caracterização dos frutos permitiu a formação de cinco grupos, sendo que a percentagem da polpa foi a variável que maior contribuiu na formação dos grupos.

Palavras-chave: Variabilidade genética, RAPD, DNA genômico.

CHARACTERIZATION OF FRUIT AND MOLECULAR OF UMBU-CAJAZEIRAS (*Spondias* sp.) FROM THE SEMIARID REGION OF BAHIA

Author: Laurenice Araujo dos Santos

Advisor: Ana Cristina Vello Loyola Dantas

Co-Advisor: Alberto Duarte Vilarinhos and Antonio A. de Oliveira Fonseca

ABSTRACT: The umbu-cajazeira plant (*Spondias* sp.) is a fruit found in all Brazilian states in the semi-arid region of the Northeast. The objective of the present work was to evaluate umbu-cajazeira genotypes located in the semi-arid region of Bahia using morphological characterization of fruits and molecular plant. Plants were evaluated according to plant height, perimeter of trunk and average diameter of canopy. Forty-eight plants were used for the molecular analysis and 30 for the morphological analysis. The following characters were evaluated: mass, length, diameter and fruit color, peel mass, seed mass and pulp yield, pH, titratable acidity, vitamin C, total soluble solids, soluble solids/titratable acidity ratio, total sugars, reducing sugars and non reducing sugars. The Doyle and Dolye protocol with modifications was used for the genomic DNA extraction. Twenty-one polymorphic primers were selected. For RAPD: Random Amplified Polymorphic DNA, the DNA fragments generated with each primer were separated in 1.2% agarose gels, stained with ethidium bromide and photographed under uv-light. One-hundred and forty-three amplification products were produced, 44.1% polymorphic, and average of three bands per primer and six clusters were formed. Genetic variability was greater within populations and the county of Santo Estevão presented smallest similarity indice. The morphological analysis from the characterization of the fruits allowed clustering of five groups whereas pulp percentage was the variable that most contributed for the group formation.

Key words: Genetic Variability, RAPD, genomic DNA.

INTRODUÇÃO

As frutas têm sido, historicamente, um componente necessário e comum na alimentação humana. Portanto, estudos que geram conhecimentos para facilitar a exploração e a expansão de seu cultivo se revestem de um caráter importante; apesar disso, pouco se tem estudado sobre as frutas comestíveis nativas ou introduzidas nos trópicos. Estas espécies podem, a médio e longo prazo, constituir espécies de importância comercial, principalmente em pequenas propriedades rurais, oportunizando uma renda adicional ao agricultor. Ao mesmo tempo, poderão trazer benefícios aos consumidores, através da diversificação da dieta com base em frutas (Franzon, 2008).

A fruticultura é um dos segmentos da economia brasileira que nas últimas décadas apresenta-se em constante crescimento. Atende a um mercado interno e, a cada dia, vem ganhando espaço no mercado internacional, aumentando o volume das exportações, o número de empresas exportadoras, as variedades de frutas exportadas e os países de destino das exportações.

O Brasil cultiva frutíferas de clima temperado, tropical e subtropical, colocando-se em posição privilegiada em relação às demais nações do mundo, existindo ainda grande potencial para algumas frutas nativas das diversas regiões do país. Geralmente, estas frutas nativas são excelentes fontes nutricionais para as populações de baixa renda, além de contribuir para um reforço no orçamento de famílias que, através do extrativismo, comercializam essas frutas junto à população local.

A região Nordeste é rica em fruteiras nativas, porém, apesar destas fruteiras apresentarem amplas perspectivas de aproveitamento econômico, poucas, como a mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes), cajazeira (*Spondias mombim*, L.), umbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Cam.) e a umbu-cajazeira, têm

sido exploradas, na maioria das vezes de forma extrativista, dada à falta de informações que possibilitem sua exploração comercial (Nascimento, 1991).

O aproveitamento de frutas nativas da caatinga, especialmente do umbuzeiro e da umbu-cajazeira, representa um dos grandes potenciais da região semiárida do Nordeste brasileiro, devido à sua grande produção anual. A vantagem de se utilizar essas fruteiras é muito grande, pois além dessas plantas já estarem adaptadas ao clima e solo da região, possuem um mercado regional garantido, com possibilidade de expansão.

A umbu-cajazeira é uma planta arbórea, da família Anacardiaceae e gênero *Spondias*. Composto por aproximadamente 18 espécies, este gênero apresenta algumas espécies com reconhecido potencial para a exploração econômica, especialmente na região Nordeste, onde essas plantas encontram condições edafo-climáticas propícias ao seu desenvolvimento, dentre as quais destaca-se: umbuzeiro (*S. tuberosa*, Arr. Cam.), umbu-cajazeira, cajazeira (*S. mombim*, L.), cajaraneira (*S. cytherea* Sonn.) e ciriguela (*S. purpurea* L.).

Considerado um híbrido natural entre o umbuzeiro e a cajazeira (Giacometti, 1993), a umbu-cajazeira produz uma fruta de grande aceitação regional, além de reunir características favoráveis do umbu, como espessura da polpa e árvore de porte baixo, e do cajá, como aroma e sabor.

Nativa do semiárido do Nordeste brasileiro, a umbu-cajazeira é explorada de forma extrativista, sendo cultivada em pomares domésticos ou em plantios desorganizados. Também é encontrada em regiões litorâneas, que são mais úmidas, provavelmente em decorrência de movimentos antrópicos, em vista das características organolépticas de seus frutos (Carvalho et al., 2008). É uma espécie frutífera xerófila, caducifólia, adaptada a sobreviver e produzir sob condição de estresse hídrico.

Por apresentar um sabor e aroma característicos, o fruto é consumido in natura ou é utilizado como matéria prima para a produção de polpas, doces em massa, geléias, compotas, néctares, licores e sorvetes. Geralmente as plantas localizam-se próximo a residências e desta forma a população aproveita a árvore para sombreamento, além de utilizar as folhas e frutos para a alimentação animal.

Os frutos da umbu-cajazeira possuem papel econômico e social importante, sendo uma fonte de renda para agricultores familiares ao fim da safra do umbu, principalmente nos municípios do semiárido Nordestino, pois parte da

população rural se encontra em situação de risco social. Este fato permite estender a oferta comercial de *Spondias* (L.) por um período maior do ano, sendo de grande interesse para as indústrias de processamento de frutas.

Apesar dos frutos apresentarem um aroma agradável e atrativo, existem casos em que a acidez é elevada (Silva Júnior et al., 2004), desestimulando o consumo ao natural. Entretanto, observa-se uma considerável variabilidade no sabor, cor e aroma, sendo possível selecionar genótipos comercialmente promissores.

Na Bahia, a época de colheita dos frutos ocorre no período de março a maio, podendo se estender até meados de junho em algumas regiões. Geralmente o produtor colhe os frutos no chão, pois os frutos maduros desprendem-se da planta e caem, porém, isto não é o recomendado, devido ao fato da queda ocasionar danos aos frutos que, ao se chocarem com galhos e o solo, podem perder líquidos e entrar em processo de fermentação, além de ficarem expostos ao ataque de insetos, deteriorando-se rapidamente. Recomenda-se que os frutos sejam colhidos manualmente no estágio “de vez”, tendo em vista que a umbu-cajazeira apresenta porte médio e seus frutos serem classificados como climatério, ou seja, as reações relacionadas com o amadurecimento e envelhecimento ocorrem rapidamente e com grande demanda de energia, responsável pela alta taxa respiratória, o que proporciona uma melhor seleção dos frutos e qualidade de seus produtos.

A umbu-cajazeira apresenta cerca de 90 % dos endocarpos desprovidos de sementes (Souza et al., 1997) o que torna restrita a sua propagação sexual, sendo tradicionalmente propagada pelo método vegetativo assexuado, através de estacas ou enxertia.

A umbu-cajazeira é uma árvore que apresenta copa globular, achatada, com altura entre 6 e 8 m e em forma de guarda-chuva, com diâmetro que pode alcançar 20 m, sendo o formato da planta semelhante ao do umbuzeiro, porém com diâmetro de copa visivelmente superior. O tronco é semiereto, apresentando casca acinzentada, rugosa e grossa.

O fruto é do tipo drupa, com epicarpo liso, pouco espesso, cujo formato varia entre arredondado, piriforme e ovalado. Apresenta coloração variando de amarela a verde-amarelada, podendo chegar a amarelo alaranjado quando totalmente maduro. O mesocarpo, sucoso, varia de muito ácido a adocicado em

alguns genótipos. O endocarpo, camada mais interna, é fibroso, vulgarmente denominado de caroço, é grande, branco, suberoso e enrugado, localizado na parte central do fruto, no interior do qual se encontram cinco lóculos, na maioria das vezes vazios ou com número variável de sementes (Souza et al., 1997). As flores das *Spondias* são dispostas em inflorescências do tipo panículas terminais piramidais.

A diversidade genética das populações subespontâneas de umbu-cajazeira presentes no Nordeste brasileiro é aparentemente ampla, conforme observado por Lima et al. (2002), Ritzinger et al. (2008), Carvalho et al. (2008), Santos (2009), ocorrendo uma grande variabilidade de tamanho, forma e características físicas e físico-químicas do fruto. Os trabalhos indicaram a existência de alguns problemas agronômicos, como a grande proporção do volume do endocarpo em relação ao volume total do fruto, sendo de interesse um programa de melhoramento genético que vise à redução do endocarpo e o aumento do conteúdo de polpa nos frutos dessa espécie.

A caracterização e avaliação de genótipos, com base em caracteres de interesse agronômico e industrial com o uso de descritores morfo-agronômicos, aliada à utilização de técnicas multivariadas, permitem a seleção dos melhores genótipos para uso em sistemas de produção e em trabalhos de melhoramento genético (Cruz & Carneiro, 2003).

A divergência genética é de grande importância para o melhoramento, pois, adequadamente explorada, pode reduzir a vulnerabilidade da cultura a doenças e, ao mesmo tempo, acelerar o progresso genético para determinados caracteres (Cui et al., 2001). Quanto mais divergentes forem os parentais, maior a variabilidade resultante na população segregante, e maior a probabilidade de reagrupamento dos alelos em novas combinações favoráveis.

A avaliação da variabilidade genética em espécies selvagens e cultivadas por muito tempo foi estimada por meio da variabilidade morfológica (Rick, 1978). Marcador morfológico é um fenótipo de fácil identificação, normalmente determinado por um único alelo. Características fenotípicas são utilizadas como marcadores morfológicos desde os tempos de Mendel, como fenótipos de fácil identificação visual. Por serem simples e práticos, permanecem até hoje como sendo a ferramenta mais utilizada na identificação das plantas, mesmo que na

sua maioria estejam ligados a características de plantas adultas a exemplo daquelas relacionadas a flores, frutos e sementes (Hoyt, 1992).

Os marcadores morfológicos contribuíram significativamente para o estabelecimento dos princípios teóricos do mapeamento genético e da análise de ligação gênica (Guimarães & Moreira, 2001). Porém, esse tipo de marcador não pode ser utilizado em qualquer período do ano, e normalmente não é possível ser completado até a produção das frutas, requerendo um custo elevado e tempo prolongado de análise. Além disso, as características são avaliadas de forma subjetiva, podendo sofrer influências ambientais.

Diante disto, o uso de marcadores moleculares é uma ferramenta complementar para a caracterização de germoplasma e, conseqüentemente, para a identificação de populações e raças primitivas (Ferreira & Grattapaglia, 2008).

Marcadores moleculares são características de DNA que diferenciam dois ou mais indivíduos e são herdadas geneticamente. Os distintos tipos de marcadores moleculares hoje disponíveis diferenciam-se pela tecnologia utilizada para revelar variabilidade em nível de DNA, e assim variam quanto à habilidade de detectar diferenças entre indivíduos, custo, facilidade de uso, consistência e repetibilidade.

A técnica que envolve a detecção de Polimorfismo do DNA Amplificado ao Acaso (RAPD: *Random Amplified Polymorphic DNA*), tem sido eficiente na caracterização de genótipos em várias espécies, antes que as características fenotípicas sejam expressas. Os marcadores moleculares do tipo RAPD se baseiam na reação de PCR: *Polymerase Chain Reaction*, em que sequências de DNA genômico são amplificadas ao acaso a partir de *primers* de seqüência aleatória. Técnicas que envolvem PCR geralmente são de custo menor, algumas mais fáceis de implementar e de menor tempo para obtenção dos resultados (Milach, 1998).

Os marcadores morfológicos e os moleculares são importantes ferramentas que se complementam na avaliação da variabilidade genética de determinada população. A combinação de dados morfológicos com moleculares torna a avaliação mais completa e precisa (Rick & Yoder, 1988).

O advento dos marcadores de DNA abriu a possibilidade de amplos estudos da variabilidade de recursos genéticos vegetais numa dimensão nunca antes imaginável. Como destacado por Santos et al. (2007), estratégias para

conservação de recursos genéticos podem ser definidas com base nas informações obtidas com os marcadores de DNA

A variabilidade genética é a base da biodiversidade e pode ser acessada por meio de marcadores genéticos. A utilização de marcadores genéticos em estudos populacionais de umbuzeiro, espécie pertencente à mesma família da umbu-cajazeira têm sido realizada com marcadores moleculares dominantes, como o RAPD (Moreira et al., 2007) e em mangueira (Souza et al., 2008). Outro marcador dominante, que tem sido utilizado com grande eficiência em detectar a variabilidade genética, é o AFLP: Amplified Fragment Length Polymorphism em trabalhos com o umbuzeiro, (Santos et al., 2008a) e na cultura da mangueira, (Santos et al., 2008b), demonstrando tratar-se de ferramenta altamente potencial.

Neste contexto, a caracterização de genótipos de umbu-cajazeira torna-se necessária para que estes recursos genéticos sejam utilizados em programas de melhoramento. Além disso, a caracterização permite identificar genótipos potencialmente úteis com produção de fruto tanto para consumo in natura, quanto para processamento da polpa (Souza, 2001).

Este trabalho teve como objetivo avaliar genótipos de umbu-cajazeira localizados na região do semiárido da Bahia, através da caracterização morfológica e molecular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, P. C. L.; RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. dos S.; LEDO, C. A. da S. Características morfológicas, físicas e químicas de frutos de populações de umbu-cajazeira no estado da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal. v. 30, n. 1, p. 140-147, mar. 2008.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2003. 579 p.

CUI, Z.; CARTER JUNIOR, T. E.; BURTON, J. W.; WELLS, R. Phenotypic diversity of modern Chinese and North American soybean cultivars. **Crop Science**, Saint Paul, v.41, p.1954-1967, 2001.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. Brasília: Embrapa-CENARGEN, 1996. 220 p.

FRANZON, R. C. **Propagação vegetativa e modo de reprodução da pitangueira (*Eugenia uniflora* L.)**. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, 2008. 98 p.

GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, J. A. Compactação do solo na cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n. 4, p. 703 - 707, 2001.

HOYT, E. **Conservação dos parentes silvestres das plantas cultivadas**. Trad. Coradin, L., USA: International Board for Plant Genetic Resources, 1992. 53p.

LIMA, E. D. P. de A.; LIMA, C. A. de A.; ALDRIGUE, M. L.; GONDIM, P. J. S. Caracterização física e química dos frutos da umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) em cinco estádios de maturação, da polpa congelada e néctar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n.2, p.338-343, 2002.

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

MOREIRA, P. A.; PIMENTA, M. A. S.; SATURNINO, H. M.; GONÇALVES, N. P.; Oliveira, D. A. Variabilidade genética de umbuzeiro na região Norte do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 279-281, jul., 2007.

NASCIMENTO, L. M. Caracterização físico-química dos frutos de 22 cultivares de goiabeiras (*Psidium guajava* L.) durante a maturação. I. coloração da casca, textura, sólidos solúveis totais, acidez total titulável e pH. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 13, n. 3, p. 35 - 42, set. 1991.

RICK, C. M. The tomato. **Scientific American**, New York, v. 239, n. 2, p. 67 - 76, 1978.

RICK, C. M.; YODER, J. I. Classical and molecular genetics of the tomato highlights and perspectives. **Annual Review of Genetics**, Palo Alto, v. 22, p. 281 - 300, 1988.

RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. dos S.; CASTELLEN, M. da S. Coleção de *Spondias* sp. da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JUNIOR, S. de; SILVA JUNIOR, F. de. (Ed.) **Spondias no Brasil: umbu, cajá e espécies afins**. Recife: IPA / UFRPE, 2008. p.86 – 90.

SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R.; KIILL, L. H. P.; SÁ, I. I. S. Variabilidade genética, com base em marcadores RAPD, de três espécies arbóreas ameaçadas de extinção no semiárido brasileiro. **Scientia Forestalis**, v.74, p.37-44, 2007.

SANTOS, C. A. F.; LIMA NETO, F. P.; RODRIGUES, M. A.; COSTA, J. G. Similaridade genética de genótipos de mangueira de diferentes origens geográficas avaliadas por marcadores AFLP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, V. 30, n.3, p. 736-740. Set., 2008a.

SANTOS, C. A. F.; RODRIGUES, M. A.; ZUCCHI, M. I. Variabilidade genética do umbuzeiro no semiárido brasileiro, por meio de marcadores AFLP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 8, p. 1037-1043, ago., 2008b.

SANTOS, M. B. **Conservação da polpa de umbu-cajá (*Spondias* sp.) por métodos combinados**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2009. 75 p.

SILVA JÚNIOR, J. F.; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; ALVES, M. A.; MELO NETO, M. L. Collecting, *ex situ* conservation and characterization of “cajáumbu” (*Spondias mombim* x *Spondias tuberosa*) germplasm in Pernambuco State, Brazil. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 51, p. 343-349, 2004.

SOUZA, F. X. de.; SOUZA, F. H. L.; FREITAS, J. B. S. Caracterização morfológica de endocarpos de umbu-cajá. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 48., 1997, Crato, CE. **Resumos...** Fortaleza: SBB/BNB, 1997. p.121.

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. **Resumos...** 25, EMBRAPA Meio-Norte, Teresina-PI, 2001.

SOUZA, I. G. B.; DINIZ, F. M.; SOUZA, V. A. B.; VALENTE, S. E. S.; BARROS, F. B.; LIMA, P. S. C. Similaridade genética entre genótipos de manga com base em marcadores RAPD. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2008. CD ROM.

CAPÍTULO 1

CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE UMBU-CAJAZEIRAS (*Spondias* sp.) DO SEMIÁRIDO DA BAHIA¹

¹Artigo a ser submetido ao Comitê Editorial do Periódico Pesquisa Agropecuária Brasileira

CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE UMBU-CAJAZEIRAS (*Spondias* sp.) DO SEMIÁRIDO DA BAHIA

RESUMO: A umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) é nativa do Nordeste brasileiro e apresenta boas potencialidades de cultivo e perspectivas de comercialização. Os frutos geralmente são consumidos in natura ou destinados às agroindústrias. Existe uma grande diversidade na forma e nas características físicas e químicas entre os frutos de umbu-cajazeira. A caracterização e avaliação de genótipos, com base em caracteres de interesse agrônomo e industrial, permitirão a seleção dos melhores para uso em sistemas de produção e em trabalhos de melhoramento genético. Este trabalho teve como objetivo a caracterização física, química e físico-química de frutos de genótipos de umbu-cajazeira provenientes da região do semiárido da Bahia. Após a localização, cada genótipo foi identificado com número e a localização geográfica esta definida através do sistema GPS: Sistema de Posicionamento Global. Foram avaliados a altura da planta, o perímetro do tronco e o diâmetro da copa. Em seguida 100 frutos maduros e em bom estado de conservação foram coletados no solo. Os caracteres avaliados foram: massa, comprimento e diâmetro do fruto, massa da casca, massa do endocarpo, rendimento da polpa e cor do fruto, pH, acidez titulável, vitamina C, sólidos solúveis totais, relação sólidos solúveis/acidez titulável, açúcares totais, açúcares redutores e açúcares não redutores. Os dados foram submetidos à análise estatística obtendo-se medidas de centralidade e de dispersão. Foram realizadas também análises multivariadas de agrupamento e obtidas correlações entre os caracteres. Os resultados revelaram variabilidade entre os genótipos, havendo a formação de cinco grupos principais de similaridade genética, sendo que a variável que maior contribuiu na formação dos grupos foi a percentagem da polpa.

Palavras-chave: umbu- cajá, análise multivariada, recursos genéticos.

CHARACTERIZATION OF FRUITS OF UMBU-CAJAZEIRA (*Spondias* sp.) FROM THE SEMIARID REGION OF BAHIA

ABSTRACT: Umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) is a native fruit from Northeast Brazil presenting cultivation potential and marketing perspectives. The fruits are usually consumed in natura or are destined to the agro-industries. There is great diversity in the form and in the physical and chemical characteristics of fruits. The characterization and evaluation of genotypes based on agronomic and industrial interest will allow the selection of the best for use in production systems and for genetic improvement. The objective of the present work was to carry out the physical, chemical and physical-chemical characterization of fruits from umbu-cajazeira genotypes from the semi-arid region of Bahia. After localization, each accession was identified with the number and the geographic localization was defined by GPS: Global Positioning System. Plant height, trunk perimeter and canopy diameter were evaluated. Afterwards, 100 ripe and well preserved fruits were collected from the ground. The following characters were evaluated: mass, length and fruit diameter, peel mass, endocarp mass, pulp yield and fruit color, pH, titratable acidity, vitamin C, total soluble solids, soluble solids/titratable acidity ratio, total sugars, reducing sugars and non reducing sugars. Data was submitted to statistical analysis by obtaining centrality and dispersion measurements. Multivariate cluster analysis and correlations between the characters were also carried out. Results showed that the variability between genotypes with the formation of five main groups of genetic similarity whereas the variable which most contributed for group formation was pulp percentage.

Key words: umbu- cajá, multivariate analysis, genetic resources.

INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro destaca-se como um grande produtor de frutos tropicais nativos e cultivados, em virtude das condições climáticas prevalentes. A fruticultura, nesta região, constitui-se em atividade econômica bastante promissora, devido ao sabor e aroma peculiares de seus frutos e à sua enorme diversificação (Noronha et al., 2000).

Entre as fruteiras nativas que atualmente têm despertado interesse, principalmente para a agroindústria, destacam-se as do gênero *Spondias* (L.). Este gênero é formado por cerca de 18 espécies distribuídas em áreas tropicais e subtropicais livres de geadas da Ásia, da Oceania e dos Neotrópicos (Mitchell & Daly, 1995). Na região Nordeste do Brasil, as espécies que mais se destacam são: cajazeira (*S. mombin* L.), umbuzeiro (*S. tuberosa* Arr. Câm.), cirigueleira (*S. purpurea* L.) e umbu-cajazeira (*Spondias* sp.).

A procura pelos frutos deste gênero deve-se principalmente às boas características organolépticas. Pelas potencialidades apresentadas por esse gênero, pode-se afirmar que se trata de um recurso fitogenético importante para o Nordeste, onde as condições edafoclimáticas favorecem o seu cultivo e a sua produção (Noronha et al., 2000).

Pertencente à família Anacardiaceae, a umbu-cajazeira é uma frutífera ainda em fase de domesticação, originada por possível cruzamento natural entre a cajazeira e o umbuzeiro (Giacometti, 1993) e que apresenta acentuada variabilidade em função das variações morfológicas entre folhas e frutos. O fruto, o umbu-cajá, é bastante apreciado por crianças, adultos e animais e é conhecido popularmente por vários nomes como cajá-umbu, cajá-imbu, imbu-cajá, cajá, cajarana. Geralmente são consumidos in natura, comercializados em feiras livres ou destinados ao abastecimento das indústrias para a fabricação de sorvetes, polpas, néctares, geléias, licor etc. Quando os frutos são destinados ao processamento, devem apresentar características físico-químicas desejáveis, como acidez titulável, pH, açúcares redutores e açúcares totais, sabor e aroma

característicos. A medida do pH, em determinados alimentos, fornece uma indicação do seu grau de deterioração e a determinação da acidez fornece dados importantes na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício. Os frutos da umbu-cajazeira são normalmente coletados no solo após queda natural, sendo, em alguns casos, comercializados em péssimas condições, já fermentados e atacados por insetos, não demonstrando o real potencial econômico dessa frutífera nativa do semiárido brasileiro (Carvalho et al., 2008). Apesar do grande potencial de aproveitamento dos frutos da umbu-cajazeira, é grande o desperdício de frutas, que se perdem no solo sob a copa das plantas, justamente em regiões em que a população rural encontra-se em situação de risco social. Tal perda ocorre por problemas diversos: fitossanitários, falta de estrutura local para transporte e beneficiamento da produção, ausência de informações agrônômicas, de forma que os cultivos racionais na Bahia e no semiárido nordestino em geral são escassos.

A caracterização dos genótipos de uma dada espécie constitui uma das principais etapas da identificação de plantas com características promissoras, visando à exploração comercial dos frutos in natura e de seus produtos processados, bem como para uso em programas de melhoramento genético (Fonseca et al., 2002). Entretanto, o aproveitamento socioeconômico e a demanda de pesquisas de espécies frutíferas nativas, como a umbu-cajazeira, 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 a agroindústria constitui uma valiosa fonte de alimentos e riqueza para o país (Moraes et al., 1994; Souza, 2001).

Silva et al. (2002) consideram que o desconhecimento da variabilidade das características físicas torna necessária a caracterização regional dos frutos. Os mesmos autores citaram que apenas a avaliação visual do ponto de colheita não é um bom indicativo da maturidade dos frutos, requerendo a determinação de outros parâmetros físico-químicos. O estabelecimento de tais parâmetros só é possível a partir do conhecimento das características dos frutos.

A caracterização e avaliação de genótipos, com base em caracteres de interesse agrônômico e industrial com o uso de descritores morfo-agronômicos,

permitem a identificação de caracteres de alta herdabilidade (Carvalho et al., 2001). A qualidade dos frutos é atribuída aos seus caracteres físicos, que correspondem à aparência externa, especialmente o tamanho, a forma do fruto e a cor da casca, constituindo-se em fatores de aceitabilidade pelos consumidores. Associado a esses atributos, a composição do fruto, também, é muito relevante, dada à presença de vários constituintes físico-químicos e químicos, na polpa. É esta qualidade intrínseca que oferece aos frutos e aos produtos deles obtidos, a qualidade organoléptica e nutricional, responsável pela aceitação definitiva destes no mercado (Lima et al., 2002), tendo desta forma uma influência fundamental na aceitação dos alimentos.

A conservação de diferentes acessos de umbu-cajazeira em bancos de germoplasma (BAG) vem se tornando uma importante ferramenta para futuros programas de melhoramento genético. Além disto, o uso sustentado desta fruteira se mostra como uma excelente opção para o fornecimento de frutos que venham a melhorar a saúde da população brasileira e agregar valor aos recursos naturais disponíveis, aumentando a renda das pequenas comunidades rurais e favorecendo a preservação da espécie.

Assim, este trabalho teve por objetivo a caracterização morfológica de genótipos de umbu-cajazeira provenientes de municípios situados na região do semiárido da Bahia, assim como a caracterização física e físico-química dos frutos dessas plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em populações de umbu-cajazeira nos seguintes municípios do semiárido da Bahia: Milagres (3), Itaberaba (2), Iaçú (1), Retirolândia (3), Rafael Jambeiro (3), Itatim (1), Santa Teresinha (2), Santo Estevão (5), Santa Bárbara (5) e Serrinha (5), totalizando 30 genótipos. Os genótipos foram identificados por siglas de quatro letras, onde as duas primeiras referem-se à palavra umbu-cajá (UC) e as duas últimas ao município no qual o genótipo foi identificado (MI: Milagres, IT: Itaberaba, IA: Iaçú, RE: Retirolândia, RJ: Rafael Jambeiro, ITA: Itatim, ST: Santa Teresinha, SE: Santo Estevão, SB: Santa Bárbara, SR: Serrinha), seguido por um número. As plantas foram localizadas através de pesquisas nas comunidades rurais dos Municípios em

estudo. Após a localização, cada genótipo foi identificado com número e a localização geográfica foi definida através do sistema GPS (Sistema de Posicionamento Global). A Tabela 1 relaciona os genótipos estudados com suas respectivas localizações, indicando a localidade, o município e as referências geográficas do local de coleta.

Cada genótipo foi caracterizado quanto aos parâmetros: altura da planta (m), com o auxílio de clinômetro; diâmetro da copa (m), a partir da média de duas medidas tomadas perpendicularmente com trena; perímetro do tronco (m), medido com uma trena à altura de 20 cm do solo. Como metodologia de coleta dos frutos, a área circular situada sob a copa da planta foi imaginariamente dividida em quatro quadrantes por duas linhas perpendiculares entre si, formando um plano cartesiano na origem do qual está situado o tronco da árvore e de cada quadrante foram coletados no solo vinte e cinco frutos maduros em bom estado de conservação e com consistência rígida, perfazendo um total de 100 frutos por planta. Os frutos foram colocados em sacos plásticos, acondicionados em caixas de isopor e encaminhados ao Laboratório de Tecnologia Vegetal da URFB/Cruz das Almas-BA, onde foram selecionados e higienizados. As avaliações físicas, químicas e físico-química foram realizadas com os frutos coletados no período da safra de 2008 e 2009.

Foram utilizados 20 frutos para a caracterização física: diâmetro longitudinal (comprimento) e diâmetro transversal (largura), relação diâmetro transversal / diâmetro longitudinal, massa total do fruto (g), massa do endocarpo (g), percentual do endocarpo (%), massa da casca (g), percentual de casca (%), massa da polpa (g) e percentual de polpa (%). As massas do fruto, casca e do endocarpo foram obtidas em balança analítica, a massa da polpa foi calculada por diferença (massa da polpa = massa do fruto – massa da casca – massa do endocarpo) e os diâmetros (cm) com o uso de paquímetro digital.

Tabela 1. Dados de localização dos genótipos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) estudados no semiárido do Estado da Bahia.

GENÓTIPO	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	LATITUDE	LONGITUDE
UCMI-01	Fazenda Jatobá	Milagres	S 12° 41,068'	W 039° 05,167'
UCMI-03	Fazenda Tanque Velho	Milagres	S 12° 54,142'	W 039° 45,723'
UCMI-05	Fazenda Gatos	Milagres	S 12° 55,485'	W 039° 43,908'
UCIT-10	Fazenda Alto Novo	Itaberaba	S 12° 31,204'	W 040° 02,951'
UCIT-12	Sítio Cajá	Itaberaba	S 12° 30,512'	W 040° 03,043'
UCIA-13	Sítio Alto Alegre	Iaçu	S 12° 35,243'	W 040° 03,054'
UCRE-19	Fazenda Clotilde	Retirolândia	S 12° 39,597'	W 039° 06,099'
UCRE-20	Fazenda Chico Claudio	Retirolândia	S 11° 31,829'	W 039° 24,346'
UCRE-21	Fazenda Malhada da Pedra	Retirolândia	S 11° 31,828'	W 039° 24,344'
UCRJ-22	Fazenda Lagoa da Miranda	Rafael Jambeiro	S 12° 24,940'	W 039° 29,361'
UCRJ-23	Fazenda Lagoa da Miranda	Rafael Jambeiro	S 12° 25,253'	W 039° 29,046'
UCRJ-24	Fazenda Lagoa da Miranda	Rafael Jambeiro	S 12° 26,671'	W 039° 27,740'
UCITA-28	Ponta Aguda	Itatim	S 12° 42,432'	W 039° 39,504'
UCST-29	Monte Cruzeiro	Santa Teresinha	S 12° 1248,041'	W 039° 32,287'
UCST-30	Fazenda Cercadinho	Santa Teresinha	S 12° 51,002'	W 039° 32,073'
UCSE-31	Fazenda Pau de Vela	Santo Estevão	S 12° 39,626'	W 039° 05,276'
UCSE-34	Boa Vista	Santo Estevão	S 12° 24,306'	W 039° 12,253'
UCSE-35	Fazenda Lamarão	Santo Estevão	S 12° 25,459'	W 039° 17,681'
UCSE-36	Santo Estevão	Santo Estevão	S 12° 24,906'	W 039° 19,192'
UCSE-38	Avenida Paraguaçu	Santo Estevão	S 12° 27,698'	W 039° 14,343'
UCSB-39	Mocambo 1	Santa Bárbara	S 11° 53,009'	W 038° 56,644'
UCSB-40	Fazenda Cedro	Santa Bárbara	S 11° 53,189'	W 038° 58,773'
UCSB-41	Fazenda Boqueirão	Santa Bárbara	S 11° 52,089'	W 038° 57,489'
UCSB-42	Fazenda Boqueirão	Santa Bárbara	S 11° 51,952'	W 038° 57,211'
UCSB-43	Mocambo 1	Santa Bárbara	S 11° 52,650'	W 038° 56,880'
UCSR-44	Povoado Recreio	Serrinha	S 11° 39,338'	W 039° 01,631'
UCSR-45	BA 409	Serrinha	S 11° 40,239'	W 039° 00,828'
UCSR-46	Alto Alegre	Serrinha	S 11° 35,288'	W 038° 59,196'
UCSR-47	Alto Alegre	Serrinha	S 11° 35,048'	W 038° 59,904'
UCSR-48	Alto Alegre	Serrinha	S 11° 35,137'	W 039° 00,076'

Em seguida, a polpa foi extraída, homogeneizada e avaliada quanto aos parâmetros: pH, utilizando um potenciômetro aferido para uma temperatura de 25 °C e calibrado com solução tampão de pH 4 e 7; acidez titulável (AT), realizada de acordo com o recomendado pela *Association of Official Analytical Chemical* (1975) e os resultados foram expressos em percentual de ácido cítrico; sólidos solúveis totais (SST), através da utilização de refratômetro, obtendo-se o valor em grau BRIX a 25 °C; relação SST/AT, determinada matematicamente; teor de vitamina C (ácido ascórbico) pelo método do iodato de potássio, de acordo com normas do Instituto Adolfo Lutz (1985); açúcares total e redutor, determinados conforme o método preconizado pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

A cor do fruto foi determinada avaliando dez frutos por genótipo, usando as coordenadas luminosidade (L), eixo central da luminosidade, que numa escala de 0 a 100, representa o percurso do espaço cor desde o preto até o branco; intensidade de verde/amarelo (a), o eixo que representa a variação entre o verde, valores negativos, ao vermelho, valores positivos; intensidade de azul/vermelho (b), que representa a variação de azul, valores negativos e amarelo, valores positivos, cromaticidade (C) e ângulo de cor (h), utilizando-se o colorímetro Minolta, modelo CR400. Para cada fruto foram realizadas duas medições em lados opostos da casca.

Os dados foram analisados, com base na média de dois anos, por estatística descritiva, com o uso do programa SAS – *Statistical Analysis System* (SAS Institute, 1989), obtendo-se medidas de centralidade e de dispersão: valores mínimos, médios e máximos, assim como amplitude, desvio padrão e coeficiente de variação. Foi efetuada também análise multivariada de agrupamento. Como medida de dissimilaridade calculou-se a distância euclidiana média e para a formação dos agrupamentos utilizou-se o método UPGMA – *Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic Mean* (Sneath & Sokal, 1973). Foram calculadas as taxas de contribuições relativas para a dissimilaridade pelo método de SINGH (1981). As análises foram realizadas pelos programas estatísticos GENES (Cruz, 2008) e o dendrograma foi obtido pelo programa STATISTICA (Statsoft, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De um modo geral foi possível observar que as variáveis referentes à morfometria da planta e às análises físicas, químicas e físico-química dos frutos apresentam considerável variabilidade entre os genótipos pesquisados.

Na Tabela 2 estão dispostos os resultados referentes às avaliações morfológicas das plantas. A altura da planta variou entre 4,53 e 11,30 m, com média de 7,11 m, amplitude superior à citada na literatura, entre 6 e 8 m de altura. Em trabalho desenvolvido por Santos (2009), o autor observou que a média das alturas das plantas situadas no Recôncavo Baiano (8,18 m) foi maior do que a média das plantas situadas no semiárido (6,66 m). Esta variação reflete provável diversidade nas idades das plantas, na genética e nas condições edafoclimáticas em que elas se encontram.

O porte da planta é um fator importante do ponto de vista do manejo da cultura, pois ainda são poucos os estudos que define um espaçamento adequado para o plantio comercial da umbu-cajazeira, além disto o porte da planta também influencia no processo de colheita dos frutos, onde plantas que apresentam porte relativamente baixo facilitam o processo de colheita e os danos mecânicos são menores quando os frutos caem no solo. Em um trabalho de conservação de germoplasma de umbu-cajazeira, conduzido por Ritzinger et al. (2008), na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, o espaçamento utilizado foi de 5 m x 2 m, utilizando-se de duas a sete plantas por genótipo, entretanto são exigidos tratamentos culturais constantes como capinas, adubações e podas. A umbu-cajazeira é um possível híbrido entre o umbuzeiro e a cajazeira (Giacometti, 1993), portanto é interessante observar que seu porte fica compreendido entre a altura do umbuzeiro, que é uma árvore de pequeno porte em torno de 6 m de altura e a cajazeira, que apresenta grande porte, podendo atingir até 30 m de altura.

A variável que apresentou maior coeficiente de variação foi o perímetro do tronco com valor de 29,11%. A amplitude de variação ficou compreendida entre, 0,67 m a 2,00 m com média de 1,29 m. Foi possível observar que o diâmetro do tronco não é proporcional ao porte da planta e nem ao diâmetro da copa.

Com relação ao diâmetro da copa, os valores encontrados ficaram compreendidos entre 7,44 m e 17,90 m, com média de 11,73 m, valores próximos ao citado na literatura, em que o diâmetro da copa pode alcançar até 20 m

(Carvalho et al., 2008). Quanto ao formato, esta apresenta-se esparramada, em forma de guarda-chuva, projetando sombra densa sobre o solo.

Tabela 2. Dados morfométricos das plantas de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) localizadas em municípios do semiárido da Bahia.

Genótipo	Altura da planta (m)	Perímetro do tronco(m)	Diâmetro da copa (m)
UCMI-01	7,93	1,35	12,70
UCMI-03	4,87	0,83	7,60
UCMI-05	4,60	0,85	9,45
UCIT-10	7,63	1,60	17,40
UCIT-12	6,97	0,67	8,00
UCIA-13	6,47	0,94	15,35
UCRE-19	7,97	1,55	9,50
UCRE-20	8,83	1,16	11,60
UCRE-21	7,37	1,43	13,40
UCRJ-22	4,53	0,67	7,44
UCRJ-23	5,23	1,37	11,50
UCRJ-24	5,07	0,76	7,85
UCITA-28	6,03	1,30	10,75
UCST-29	6,33	1,59	12,75
UCST-30	11,30	1,57	13,80
UCSE-31	6,97	1,30	10,35
UCSE-34	9,20	1,70	15,15
UCSE-35	7,20	2,00	10,80
UCSE-36	5,60	1,00	11,70
UCSE-38	8,40	1,10	12,45
UCSB-39	7,30	2,00	13,85
UCSB-40	8,77	1,50	15,05
UCSB-41	8,00	1,63	11,85
UCSB-42	6,77	1,30	10,31
UCSB-43	9,27	1,90	13,07
UCSR-44	6,90	1,13	12,90
UCSR-45	10,07	1,50	17,90
UCSR-46	8,17	1,20	10,96
UCSR-47	5,17	0,85	8,56
UCSR-48	4,67	1,05	8,00
Média	7,11	1,29	11,73
Mínimo	4,53	0,67	7,44
Máximo	11,30	2,00	17,90
D. P.	1,72	0,37	2,80
C. V (%)	24,25	29,11	23,91

Os dados morfológicos dos frutos encontram-se na Tabela 3. Os resultados demonstram a existência de variabilidade para as variáveis avaliadas, com menor amplitude de variação para diâmetro longitudinal e transversal DT/DL, variando de 0,62 a 0,89, com média de 0,80 e coeficiente de variação de 7,18. Esta relação entre o diâmetro longitudinal e transversal é uma importante variável física, pois o seu valor indica o formato do fruto, sendo que quanto mais próximo de um for o valor mais arredondado é o fruto. Atualmente as indústrias têm preferido frutos arredondados, por facilitar o seu processamento. Quanto ao formato do fruto, 10% dos genótipos estudados apresentam o formato arredondado, 50% ovalado e 40% com formato piriforme.

A massa do fruto variou de 8,20 g a 32,59 g, com média de 17,73 g. Estes resultados estão próximos aos encontrados por Carvalho et al. (2008), com mínimo de 12,6 g e máximo de 27,2 g e Lira Junior et al.(2005) entre 17,99 e 24,80 g. Para o consumo in natura dos frutos, o peso médio dos frutos é uma característica importante, pois os frutos maiores são os mais atrativos para os consumidores. De acordo com a classificação apresentada por Bosco et al. (1999) para frutos de cajá, são considerados frutos grandes os que possuem massa superior a 15 g; médios entre 12 g e 15 g; pequeno, inferior a 12 g. Baseado nesta classificação, 10% das plantas avaliadas neste trabalho apresentaram frutos pequenos, 16,67% médios e 73,33% grandes.

Quanto à massa da casca, a variação ficou entre 0,68 a 2,92 g, com média de 1,63 g, correspondendo a 9,25% da massa do fruto. A massa da casca apresentou valores próximos aos encontrados por Santos (2009), 2,32 g em estudo realizado no Recôncavo da Bahia. Para a massa da semente houve uma variação de 2,41 a 7,43 g, com média de 4,83 g, próximo ao obtido por Santos (2009), com 4,71 g. Com relação ao percentual da massa da casca, o valor obtido foi de 9,25%, do ponto de vista da indústria e do consumidor da fruta in natura é desejável que a casca apresente massa percentualmente pequena em relação à massa total do fruto.

O rendimento de polpa apresentou maior coeficiente de variação com mínimo de 4,44 e máximo de 24,32 g e média de 11,28 g. O percentual de rendimento da polpa foi de 62,73%, estando superior ao obtido por Lima et al. (2002) 47,14% e inferior ao encontrado por Santos (2009) 69,70%. Quanto maior o percentual de polpa dos frutos melhor, tanto para o consumo in natura quanto

para a indústria. Segundo Lira Júnior et al. (2005), o valor mínimo de rendimento de polpa exigido pelas indústrias é de 40%. Assim, todos os genótipos avaliados neste trabalho apresentaram rendimento da polpa superior ao mínimo exigido demonstrando o grande potencial desta fruteira.

A cor do fruto é uma variável organoléptica importante para o consumo in natura, pois o consumidor geralmente aprecia tonalidades mais acentuadas, além de ser considerado pelas indústrias como um atributo de qualidade, devido à sua relação com a cor da polpa. Neste trabalho foi possível observar a existência de uma variação da tonalidade do fruto de umbu-cajá em torno do amarelo, amarelo claro e amarelo alaranjado, com presença de pigmentos verdes. Observou-se na Tabela 4 que os valores de luminosidade variaram de 45,49 a 67,76, com média de 54,21, porém todos os genótipos estão mais próximos do branco puro, embora tenha sido detectada a presença de pigmento verde em algumas variedades, o que pode ser constatado pelos valores negativos obtidos para a variável intensidade de verde/amarelo (a^*). Entretanto, houve predomínio de pigmento amarelo, conforme valores positivos de intensidade de azul/vermelho (b^*) e ângulo de tonalidade (h) próximo a 90° . As mudanças de coloração de verde para amarelo-alaranjado, evidenciadas durante o amadurecimento dos frutos de umbu-cajá, podem estar associadas à diminuição dos pigmentos cloroplastídicos devido à degradação da clorofila dos frutos no decorrer da sua maturação.

A umbu-cajazeira é uma fruteira que apresenta poucos estudos e ainda não possui uma legislação específica referente ao Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) para a polpa. Desta forma, os dados referentes às análises químicas e físico-químicas dos frutos foram comparadas com os valores estabelecidos pelo Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento através da Instrução Normativa nº.122 para a polpa de cajá, já que são plantas que pertencem ao mesmo gênero e com características bastante semelhantes. Além de que possivelmente a cajá é uma das plantas que deram origem à umbu-cajazeira.

Tabela 3. Valores médios referentes a caracteres físicos dos frutos de 30 genótipos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) provenientes de municípios do semiárido do Estado da Bahia – 2008 e 2009. Cruz das Almas - BA.

Genótipo	DL	DT	DT/DL	MF	MC	%MC	ME	%ME	RP	%RP	FF
UCMI-01	34,93	29,58	0,85	16,08	1,69	10,51	4,21	26,19	10,18	63,30	O
UCMI-03	34,43	25,22	0,73	11,93	1,67	14,00	3,85	32,27	6,41	53,73	P
UCMI-05	41,76	29,32	0,70	19,40	2,16	11,11	5,18	26,70	12,07	62,19	P
UCIT-10	35,87	27,05	0,75	32,59	2,64	8,09	5,63	17,28	24,32	74,64	P
UCIT-12	36,69	27,30	0,74	14,06	1,32	9,35	3,59	25,50	9,16	65,15	P
UCIA-13	41,42	29,91	0,72	18,85	2,92	15,47	6,04	32,05	9,89	52,48	P
UCRE-19	30,27	23,61	0,78	9,48	0,68	7,17	3,52	37,08	5,29	55,80	P
UCRE-20	39,57	31,07	0,79	20,76	1,84	8,86	6,11	29,41	12,82	61,75	O
UCRE-21	28,55	22,99	0,81	8,20	0,69	8,41	3,08	37,50	4,44	54,09	P
UCRJ-22	33,06	26,89	0,81	13,45	1,59	11,79	4,35	32,32	7,52	55,89	O
UCRJ-23	33,84	26,47	0,78	12,90	1,13	8,76	4,18	32,36	7,59	58,84	P
UCRJ-24	33,08	27,65	0,84	15,61	1,40	8,97	4,78	30,60	9,43	60,43	P
UCITA-28	36,73	28,57	0,78	17,56	1,70	9,65	4,58	26,05	11,29	64,29	P
UCST-29	35,73	30,13	0,84	17,94	2,23	12,40	4,74	26,39	10,98	61,20	P
UCST-30	33,04	27,20	0,82	14,82	1,32	8,91	4,31	29,06	9,19	62,03	O
UCSE-31	33,35	29,58	0,89	17,52	1,74	9,90	2,41	13,76	13,38	76,37	A
UCSE-34	36,85	28,07	0,76	17,91	1,30	7,26	5,36	29,93	11,25	62,81	O
UCSE-35	35,85	30,56	0,85	21,94	1,81	8,23	5,24	23,87	14,90	67,91	O
UCSE-36	36,07	31,32	0,87	22,96	1,59	6,90	5,40	23,50	15,98	69,59	A
UCSE-38	34,35	30,00	0,87	17,31	1,32	7,63	4,73	27,33	11,26	65,05	A
UCSB-39	35,50	28,24	0,80	15,94	1,30	8,12	4,78	29,96	9,87	61,92	O
UCSB-40	35,49	27,91	0,79	16,74	1,25	7,44	4,44	26,52	11,06	66,04	O
UCSB-41	48,54	29,97	0,62	23,54	2,88	12,23	7,43	31,56	13,23	56,20	P
UCSB-42	35,33	29,77	0,84	17,69	1,49	8,39	5,03	28,43	11,18	63,17	O
UCSB-43	35,98	28,27	0,79	17,92	1,22	6,81	5,04	28,10	11,66	65,06	O
UCSR-44	38,51	32,50	0,84	25,47	1,71	6,71	6,76	26,52	17,00	66,75	O
UCSR-45	36,23	30,44	0,84	20,72	1,73	8,33	5,47	26,38	13,53	65,30	O
UCSR-46	33,46	26,13	0,78	14,48	1,67	11,54	4,36	30,12	8,44	58,31	O
UCSR-47	36,12	29,16	0,81	18,42	1,36	7,36	4,36	23,65	12,71	68,99	O
UCSR-48	36,26	29,56	0,82	19,62	1,40	7,14	5,95	30,33	12,28	62,56	O
Média	35,90	28,48	0,80	17,73	1,63	9,25	4,83	28,02	11,28	62,73	-
Mínimo	28,55	22,99	0,62	8,20	0,68	6,71	2,41	13,76	4,44	52,48	-
Máximo	48,54	32,50	0,89	32,59	2,92	15,47	7,43	37,50	24,32	76,37	-
DP	3,62	2,18	0,06	4,79	0,53	2,23	1,05	4,86	3,79	5,68	-
CV (%)	10,09	7,65	7,18	27,00	32,44	24,10	21,74	17,33	33,63	9,06	-

DL (Diâmetro longitudinal - mm); DT (diâmetro transversal - mm); DT / DL (relação diâmetro transversal / diâmetro longitudinal); MF (massa do fruto - g); MC (massa da casca - g); %MC (percentagem da massa da casca); ME (massa do endocarpo -g); %ME (percentagem da massa do endocarpo); RP (rendimento de polpa - g); %MP (percentagem de rendimento da polpa) e FF (formato do fruto): O (ovalado), A (arredondado), P (piriforme).

Tabela 4. Valores referentes à coloração dos frutos de 30 genótipos de umbu-
cajazeira (*Spondias* sp.) provenientes de municípios do semiárido do Estado da
Bahia. Cruz das Almas – BA.

Genótipos	L*	a*	b*	c*	h*
UCMI-01	57,83	-1,31	50,36	45,41	91,74
UCMI-03	56,14	-2,97	40,48	40,60	94,30
UCMI-05	54,64	-3,42	41,31	41,34	88,07
UCIT-10	53,65	-1,33	38,69	40,22	92,02
UCIT-12	49,17	-0,54	38,55	38,56	90,84
UCIA-13	57,07	-0,30	45,34	45,18	90,49
UCRE-19	55,99	-2,82	41,08	41,21	94,09
UCRE-20	56,76	-1,00	41,15	41,21	91,51
UCRE-21	53,13	-3,93	37,08	37,32	96,19
UCRJ-22	67,76	2,33	49,14	49,22	87,39
UCRJ-23	57,30	-4,35	37,28	37,58	96,61
UCRJ-24	57,31	-3,69	40,68	41,25	95,28
UCITA-28	56,74	-0,71	44,49	44,54	90,90
UCST-29	55,24	-1,34	41,47	41,53	92,04
UCST-30	54,02	-1,26	43,46	43,52	91,77
UCSE-31	45,49	-8,04	24,06	25,43	108,46
UCSE-34	55,53	-0,73	40,69	40,82	91,20
UCSE-35	48,48	-6,38	29,51	30,28	102,39
UCSE-36	48,39	-5,54	29,38	29,99	100,96
UCSE-38	52,77	-4,89	34,11	34,48	98,18
UCSB-39	52,97	-2,39	40,26	40,38	93,63
UCSB-40	54,27	-5,41	34,10	34,54	99,17
UCSB-41	49,84	-3,21	36,88	37,03	95,02
UCSB-42	50,12	-3,33	38,44	38,67	95,14
UCSB-43	53,01	-3,42	38,98	39,17	95,09
UCSR-44	56,84	-2,79	38,24	38,28	94,44
UCSR-45	53,09	-0,44	38,75	38,78	90,78
UCSR-46	54,64	-1,84	36,80	36,87	92,95
UCSR-47	49,99	-0,81	37,66	37,56	91,60
UCSR-48	58,16	-2,00	44,10	43,69	92,62
Média	54,21	-2,60	39,08	39,16	94,16
Mínimo	45,49	-8,04	24,06	25,43	87,39
Máximo	67,76	2,33	50,36	49,22	108,46
D.P.	4,15	2,14	5,42	4,88	4,36
CV (%)	7,65	82,56	13,86	12,46	4,63

L* (luminosidade); a* (intensidade de verde/amarelo); b* (intensidade de azul/vermelho); c* (cromaticidade) e h* (ângulo de cor).

Entre as variáveis químicas avaliadas, o pH foi a que se apresentou mais homogênea e, conseqüentemente, com menor coeficiente de variação (4,60%), com amplitude de variação entre 2,07 e 2,54. No processamento de frutos, valores de pH baixos favorecem a conservação dos alimentos, não havendo necessidade de adição de ácido cítrico na formulação para evitar o crescimento de leveduras, pois dificulta o desenvolvimento de microorganismos, além de poder ser usado como indicador do ponto de colheita (Lima et al., 2002). Por outro lado, valores mais altos de pH são preferidos para o consumo in natura. Neste trabalho, apenas o genótipo UCSR-46 não apresentou pH acima do valor recomendado pelo Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) para polpa de cajá, que exige mínimo de 2,2 (Brasil, 1999) e estão próximos aos observados por Carvalho et al. (2008), com 2,8.

O teor de SST variou de 8,50 a 12,90 °Brix, com média de 10,70 °Brix. A média geral está abaixo da encontrada por Noronha et al. (2000) com, 11,04 °Brix e Lira Junior (2005) com 14,84 °Brix. Para o resultado encontrado, apenas os genótipos UCMI-3 e UCRJ-23 não estão dentro dos valores estabelecidos pelo PIQ para polpa de cajá, cujo o valor mínimo exigido é de 9,00 °Brix (Brasil, 1999), o que coloca essa espécie em excelente posição para a industrialização de seus frutos. Segundo Santos (2009), os açúcares constituem a maior parte dos sólidos solúveis e apresentam-se principalmente sob a forma de glicose, frutose e sacarose. Frutos com altos teores de sólidos solúveis são geralmente preferido, tanto para o consumo in natura quanto a para industrialização, por oferecerem a vantagem de propiciar um maior rendimento no processamento, em razão da maior quantidade de néctar produzido por quantidade de polpa.

Os valores relativos à acidez titulável (AT) atingiram o mínimo de 1,04 e máximo de 2,05 % e média de 1,47 % em ácido cítrico. Esses resultados encontram-se acima daqueles exigidos pelo PIQ para polpa de cajá (Brasil, 1999), que é de 0,9 %. Os valores encontrados neste trabalho para esta variável estão próximos aos apresentados na literatura, onde Lima et al. (2002) obtiveram média de 1,91 %, com variação de 1,55 a 2,40 % e Lira Júnior et al. (2005), que relataram média de 1,66 %, com variação de 1,25 a 2,02 % em ácido cítrico. Segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985), a acidez constitui uma variável de grande interesse para o estado de conservação de produtos alimentícios. De acordo com Lima et al. (2002) e Pinto et al. (2003), pode-se

considerar que os genótipos com acidez titulável acima de 1,00 % em ácido cítrico são os de maior interesse para a agroindústria, tendo em vista não haver necessidade da adição de ácido cítrico para a conservação da polpa, que é um artifício utilizado para dificultar o desenvolvimento de microrganismos. Observa-se que todos os genótipos avaliados neste trabalho apresentaram percentagens de ácido cítrico acima do valor mínimo estabelecido para cajá (Brasil, 1999), sendo mais um indício de que a umbu-cajazeira apresenta um elevado potencial para a industrialização de seus frutos.

Para a relação SST/AT, os valores variaram entre 4,59 a 10,75, com média de 7,48, estando próximos aos resultados descritos por Carvalho et al. (2008), que variaram de 3,7 a 10,6, com média de 6,1. Apenas os genótipos UCSR-44 e UCSR-45 foram superiores ao mínimo exigido para a relação SST/AT para os frutos de cajá, que é de 10,0 (Brasil, 1999). A relação SST/AT é mais adequada para avaliar o sabor e o ponto de maturação do que a medição isolada de açúcares e de acidez, além de ser um importante parâmetro para avaliar a qualidade dos frutos, constituindo numa das formas mais usuais de se avaliar o sabor e os produtos obtidos (Lima et al., 2002). Assim, a preferência é por uma alta relação SST/AT, que depende de altos teores de sólidos solúveis totais e baixa acidez.

Os teores de vitamina C encontrados apresentaram uma amplitude de variação de 5,54 a 14,35, com média de 10,93 mg/100 mL de ácido cítrico, estando na faixa encontrada por Carvalho et al. (2008), de 3,8 a 16,4 mg/100 mL e por Fonseca et al. (2002), de 7,33 a 12,67 mg/100 mL. O umbu-cajá é considerado um fruto pobre em vitamina C quando comparado com o teor de outras frutas como a laranja e o limão, que apresentam em torno de 50 mg de ácido ascórbico/100 g polpa. Entretanto, isto pode ser contornado no processo de beneficiamento agroindustrial, com o enriquecimento através do acréscimo de ácido ascórbico ou com outros sucos ricos em tal vitamina.

Para os resultados das análises de açúcares totais a variação foi de 5,61 a 10,64% e média de 8,26%, estando próximos aos valores encontrados por Fonseca et al. (2002), que variaram de 6,90% a 10,43% e superior ao relatado por Santos (2009), que foi de 7,49%. Os valores encontrados para açúcares redutores estão entre 3,25 e 5,65, com média de 4,43%. A média geral foi superior à obtida por Santos et al. (2009), 4,12%. O maior coeficiente de variação foi obtido para os

açúcares não redutores (20,63%), cuja amplitude de variação foi de 2,36 a 5,61%, com média de 3,82%, valor próximo ao obtido por Santos et al. (2009), 3,20%. Gomes et al. (2002) relataram que os açúcares solúveis presentes nos frutos na forma combinada são responsáveis pela doçura, sabor e cor.

Tabela 5. Valores médios referentes a caracteres químicos e físico-químicos dos frutos de 30 genótipos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) provenientes de municípios do semiárido do Estado da Bahia – 2008 e 2009. Cruz das Almas - BA.

Genótipo	pH	SST	AT	SST/AT	Vit. C	AÇT	AR	ANR
UCMI-01	2,33	10,11	1,69	6,00	13,72	7,72	4,05	3,68
UCMI-03	2,47	8,50	1,31	6,49	8,18	5,90	3,29	2,61
UCMI-05	2,44	11,20	1,38	8,15	10,21	8,64	4,70	3,95
UCIT-10	2,21	11,70	1,80	6,50	12,58	9,85	4,86	4,99
UCIT-12	2,31	11,00	1,61	6,85	13,46	8,35	4,89	3,46
UCIA-13	2,35	10,00	1,48	6,76	9,33	7,66	4,17	3,49
UCRE-19	2,54	9,60	1,36	7,06	7,57	7,45	3,84	3,62
UCRE-20	2,35	10,00	1,60	6,27	10,74	7,74	4,23	3,51
UCRE-21	2,42	9,10	1,18	7,74	8,71	6,82	3,97	2,85
UCRJ-22	2,27	9,40	2,05	4,59	14,34	5,61	3,25	2,36
UCRJ-23	2,40	8,50	1,47	5,78	11,70	6,17	3,41	2,76
UCRJ-24	2,34	9,80	1,54	6,36	5,54	7,34	4,40	2,94
UCITA-28	2,27	11,20	1,64	6,85	10,56	8,94	5,37	3,57
UCST-29	2,19	11,50	1,48	7,77	11,35	8,65	4,87	3,78
UCST-30	2,54	11,70	1,30	9,00	11,44	8,96	4,87	4,10
UCSE-31	2,28	9,60	1,37	7,03	6,07	7,51	4,18	3,34
UCSE-34	2,34	11,20	1,72	6,53	12,32	8,55	4,59	3,96
UCSE-35	2,30	12,60	1,38	9,16	14,35	9,82	5,65	4,17
UCSE-36	2,51	10,90	1,12	9,73	12,59	9,11	4,12	4,99
UCSE-38	2,46	9,10	1,21	7,55	9,07	7,08	3,62	3,46
UCSB-39	2,42	12,50	1,47	8,53	11,62	10,12	5,06	5,06
UCSB-40	2,38	12,70	1,34	9,51	12,59	10,61	5,22	5,39
UCSB-41	2,22	11,10	1,78	6,25	8,69	8,78	4,76	4,02
UCSB-42	2,34	10,40	1,46	7,15	10,74	8,18	4,30	3,89
UCSB-43	2,40	12,90	1,38	9,38	12,23	10,64	5,03	5,61
UCSR-44	2,50	10,70	1,04	10,34	11,70	8,01	4,00	4,01
UCSR-45	2,35	12,20	1,14	10,75	11,13	9,57	5,37	4,20
UCSR-46	2,07	9,20	1,83	5,03	11,97	6,99	3,81	3,18
UCSR-47	2,37	11,90	1,42	8,41	10,56	8,99	5,06	3,94
UCSR-48	2,46	10,90	1,56	7,01	12,85	8,07	4,12	3,95
Média	2,36	10,70	1,47	7,48	10,93	8,26	4,43	3,82
Mínimo	2,07	8,50	1,04	4,59	5,54	5,61	3,25	2,36
Máximo	2,54	12,90	2,05	10,75	14,35	10,64	5,65	5,61
D. P.	0,10	1,26	0,23	1,53	2,23	1,30	0,64	0,79
C.V. (%)	4,60	11,82	15,71	20,44	20,43	15,78	14,54	20,63

pH (Potencial hidrogeniônico); SST (sólidos solúveis totais - °Brix); AT (acidez titulável, em % de ácido cítrico); SST/AT (relação sólidos solúveis totais / acidez titulável); Vit. C (Vitamina C); AÇT (açúcares totais, em % de glicose); AR (açúcares redutores, em % de glicose) e ANR (açúcar não redutor).

Na Tabela 6 estão representados os valores de coeficientes de correlação linear entre as características físicas, químicas e físico-química avaliadas. Observa-se a alta correlação significativa existente entre o rendimento de polpa e a massa do fruto (0,971) e entre os açúcares não redutores e açúcares totais (0,927).

O conhecimento destes coeficientes é uma importante ferramenta para o programa de melhoramento genético, pois o seu valor indica a relação entre duas variáveis lineares e, o tamanho da variável indica a força da correlação. Altos valores de correlação entre características indicam a possibilidade de realização de trabalhos de seleção para fatores de difícil observação, baseando-se na análise de fatores facilmente observáveis.

Tabela 6. Coeficientes de correlação linear entre dezessete características avaliadas em frutos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) de 30 genótipos provenientes de municípios do semiárido do Estado da Bahia - 2008 e 2009.

	DL	DT	DT/DL	MF	MC	%MC	ME	%ME	RP	%RP	pH	SST	AT	SST/AT	Vit. C	AÇT	AR
DL	-																
DT	0,603*	-															
DT/DL	-0,614*	0,251 ^{ns}	-														
MF	0,584*	0,679*	-0,052 ^{ns}	-													
MC	0,750*	0,487*	-0,423*	0,664*	-												
%MC	0,312 ^{ns}	-0,079 ^{ns}	-0,446*	-0,163 ^{ns}	0,611*	-											
ME	0,775*	0,626*	-0,332 ^{ns}	0,717*	0,592*	-0,002 ^{ns}	-										
%ME	-0,131 ^{ns}	-0,504*	-0,334 ^{ns}	-0,622*	-0,334 ^{ns}	0,173 ^{ns}	0,034 ^{ns}	-									
RP	0,418*	0,615*	0,085 ^{ns}	0,971*	0,535*	-0,290 ^{ns}	0,545*	-0,748*	-								
%RP	-0,011 ^{ns}	0,462*	0,461*	0,595*	0,045 ^{ns}	-0,540*	-0,029 ^{ns}	-0,922*	0,753*	-							
pH	-0,193 ^{ns}	-0,037 ^{ns}	0,182 ^{ns}	-0,205 ^{ns}	-0,482*	-0,410*	-0,049 ^{ns}	0,268 ^{ns}	-0,178 ^{ns}	-0,068 ^{ns}	-						
SST	0,306*	0,377*	-0,022 ^{ns}	0,473*	0,136 ^{ns}	-0,367*	0,333 ^{ns}	-0,379*	0,486*	0,467*	-0,023 ^{ns}	-					
AT	0,177 ^{ns}	-0,182 ^{ns}	-0,391*	0,037 ^{ns}	0,312 ^{ns}	0,362*	0,082 ^{ns}	0,047 ^{ns}	-0,019 ^{ns}	-0,182 ^{ns}	-0,685*	-0,105 ^{ns}	-				
SST/AT	0,043 ^{ns}	0,390*	0,319 ^{ns}	0,282 ^{ns}	-0,144 ^{ns}	-0,493*	0,177 ^{ns}	-0,253 ^{ns}	0,327 ^{ns}	0,409*	0,484*	0,649*	-0,801*	-			
Vit. C	0,063 ^{ns}	0,215 ^{ns}	0,085 ^{ns}	0,257 ^{ns}	0,007 ^{ns}	-0,206 ^{ns}	0,222 ^{ns}	-0,140 ^{ns}	0,262 ^{ns}	0,200 ^{ns}	-0,136 ^{ns}	0,432*	0,267 ^{ns}	0,118 ^{ns}	-		
AÇT	0,301 ^{ns}	0,362*	-0,026 ^{ns}	0,518*	0,140 ^{ns}	-0,423*	0,318 ^{ns}	-0,432*	0,546*	0,535*	-0,005 ^{ns}	0,955*	-0,186 ^{ns}	0,664*	0,323 ^{ns}	-	
AR	0,294 ^{ns}	0,306 ^{ns}	-0,067 ^{ns}	0,391*	0,176 ^{ns}	-0,255 ^{ns}	0,209 ^{ns}	-0,405*	0,411*	0,446*	-0,184 ^{ns}	0,902*	-0,082 ^{ns}	0,542*	0,227 ^{ns}	0,888*	-
ANR	0,257 ^{ns}	0,349 ^{ns}	0,011 ^{ns}	0,537*	0,088 ^{ns}	-0,490*	0,355 ^{ns}	-0,383*	0,566*	0,520*	0,141 ^{ns}	0,840*	-0,240 ^{ns}	0,654*	0,349 ^{ns}	0,927*	0,650*

DL (Diâmetro longitudinal - mm); DT (diâmetro transversal - mm); DT / DL (relação diâmetro transversal / diâmetro longitudinal); MF (massa do fruto - g); MC (massa da casca g); %MC (percentagem da massa da casca); ME (massa do endocarpo -g); %ME (percentagem da massa do endocarpo); RP (rendimento de polpa - g); %MP (percentagem de rendimento da polpa), pH (Potencial hidrogeniônico); SST (sólidos solúveis totais - °Brix); AT (acidez titulável, em % de ácido cítrico); SST/AT (relação sólidos solúveis totais / acidez titulável); Vit. C (Vitamina C); AÇT (açúcares totais, em % de glicose); AR (açúcares redutores, em % de glicose) e ANR (açúcar não redutor).

* Significativo a 5% de probabilidade

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade

A Figura 1 apresenta o dendrograma da similaridade genética, com base no conjunto de variáveis físicas, químicas e físico-químicas analisadas, onde é possível observar a formação dos grupos distintos que apresentaram algum grau de similaridade. Neste trabalho assumiu-se como ponto de corte no dendrograma a similaridade genética média (1,37) entre todos os genótipos em estudo.

Nota-se a formação de cinco grupos subdivididos em vários subgrupos. O genótipo UCIT10, proveniente do município de Itaberaba, ficou isolado no grupo 1. O grupo 2 foi formado apenas pelos genótipos UCSB-41 e UCIA-13, de Santa Bárbara e Iaçú, respectivamente. No grupo 3 ficaram os genótipos UCSR-46, UCRJ-22, UCRE-21, UCRE-19, UCRJ-23 e UCMI-3, coletados nos municípios de Serrinha, Rafael Jambeiro, Retirolândia e Milagres. O genótipo UCSE-31, proveniente de Santo Estevão, ficou isolado no grupo 4 e o grupo 5 abrangeu o maior número de indivíduos e localidades, representados pelos genótipos UCSB-44, UCSE-36, UCSE-38, UCRJ-24, UCSR-47, UCSR-45, UCSE-35, UCSB-43, UCSB-40, UCSE-39, UCST-30, UCMI-5, UCST-29, UCIT-28, UCIT-12, UCSR-48, UCSB-42, UCSE-34, UCRE-20 e UCMI-1. Neste grupo apenas não foram incluídos indivíduos coletados no município de Iaçú.

A menor distância genética verificada foi de 0,23, entre os genótipos UCSB-40 e UCSB-43 provenientes do município de Santa Bárbara. Observa-se que a distância entre estas plantas é de alguns quilômetros e desta forma estes genótipos podem ter se originado da mesma planta matriz, visto que geralmente esta planta é propagada vegetativamente por agricultores que trocam genótipos com características agronômicas superiores ou são genótipos que possuem características agronômicas muito próximas, conforme se observa pelos resultados obtidos.

A maior distância genética verificada foi de 2,84, entre os genótipos UCIT-10 e UCRE-21, sendo que o primeiro foi coletado no município de Itaberaba e o segundo em Retirolândia. Estes municípios são distantes entre si, o que diminui a chance destas plantas serem iguais.

O coeficiente de correlação cofenético entre a matriz de distância genética e a matriz de agrupamento foi positiva, com valor de 0,80, o que é considerado bom, permitindo fazer inferências sobre o dendrograma.

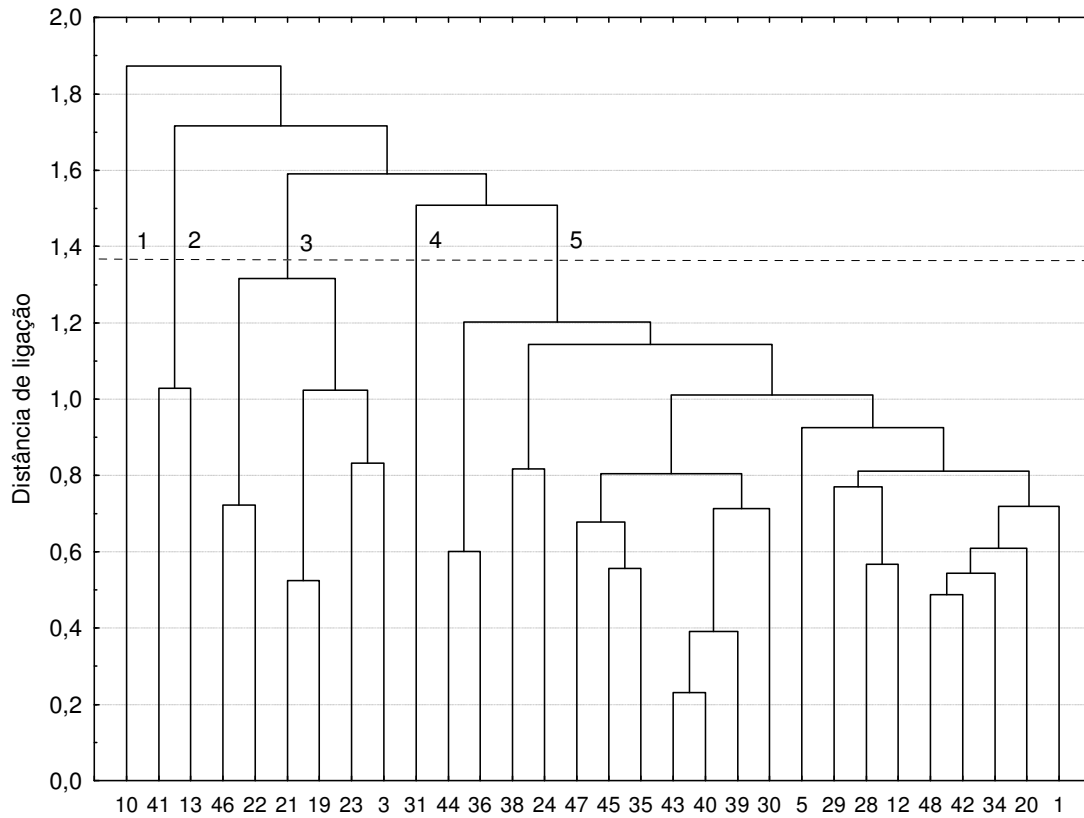


Figura 1. Dendrograma de similaridade genética entre 30 genótipos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) coletados em dez municípios do semiárido do Estado da Bahia.

A variável que mais contribuiu para a dissimilaridade genética e conseqüentemente para a formação dos grupos foi a percentagem de rendimento de polpa (25,02%), seguida pelas percentagens da massa do endocarpo (18,26%) e da massa do fruto (17,73%). Por outro lado, as variáveis que menos contribuíram para a divergência genética foram o pH (0,009%), a relação diâmetro transversal / diâmetro longitudinal (0,025%) e a acidez titulável (0,041%) (Tabela 7).

Tabela 7. Contribuição relativa dos caracteres para divergência, entre os 30 genótipos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) coletados em dez municípios do semiárido do Estado da Bahia.

CARACTERES	VALOR (%)
Diâmetro Longitudinal (mm) (DT)	10,1513
Diâmetro Transversal (mm) (DL)	3,6782
Relação DT/DL	0,0025
Massa do Fruto (g)	17,734
Massa da Casca (g)	0,2152
Porcentagem da Casca (%)	3,8466
Massa do Endocarpo (g)	0,8542
Porcentagem do Endocarpo (%)	18,268
Massa da polpa (g)	11,1385
Rendimento da Polpa (%)	25,0232
pH	0,0091
Sólidos Solúveis Totais (SST)	1,2412
Acidez Titulável	0,0414
Relação SST/AT	1,8129
Vitamina C	3,8614
Açúcares totais	1,3169
Açúcares Redutores	0,3221
Açúcares Não Redutores	0,4832

A existência de considerável variabilidade observada entre os indivíduos, mesmo em áreas circunvizinhas, é mais um indício evidente de origens genéticas distintas, provavelmente em virtude de pequena ocorrência de reprodução sexuada ou mutação e não apenas reflexo de efeitos ambientais. Esta variabilidade pode ser utilizada para a conservação em bancos ativos de germoplasma (BAG) e em programas de melhoramento genético.

CONCLUSÕES

1. Existe variabilidade entre os genótipos, e possivelmente estes poderão ser utilizados em programas de melhoramento genético;

2. Os frutos dos genótipos UCIT-10, UCSE-35 e UCSE-36 foram os que apresentaram as melhores características agrônômicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official **Methods of Analysis of the AOAC**. Washington D.C., 12th ed., 391-410, 1975.

BOSCO, J.; AGUIAR FILHO, S. P. D.; BARROS, R. V. Banco ativo de germoplasma de cajá no Estado da Paraíba. In: WORKSHOP PARA CURADORES DE BANCO DE GERMOPLASMA DE ESPÉCIES FRUTÍFERAS. 1999, Brasília: Embrapa-Cenargen. p. 80-85. 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 122, de 10 de setembro de 1999. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 13 de set. de 1999. Seção 1, p. 72-76.

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. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 730-734, dez. 2001.

CARVALHO, P. C. L.; RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. dos S.; LEDO, C. A. da S. Características morfológicas, físicas e químicas de frutos de populações de umbu-cajazeira no estado da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal. v. 30, n. 1, p. 140-147, mar. 2008.

CRUZ, C. D. **Programa genes (versão Windows)**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2008.

FONSECA, A. A. O.; SOARES FILHO, W. dos S.; HANSEN, D. S.; SILVA, J. A.; CARVALHO, M. O.; OSÓRIO, A. C. B. Caracterização física, química e físico-química de frutos de seis genótipos de umbu-cajazeira no Recôncavo Baiano. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Bélem. **Anais....** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. CD ROM.

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

GOMES, P. M. de A.; FIGEIRÊDO, R. M. F; QUEIROZ, A. J. de M. Caracterização e isotemas de adsorção e umidade da polpa de acerola em pó. **Revista Brasileira de produtos agroindustriais**, Campinas Grande, v. 4, n. 2, 2002.

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

LIMA, E. D. P. A.; LIMA, C. A. A.; ALDRIGUE, M. L.; GONDIM, P. J. S. **Umbu-cajá (*Spondias spp*) aspectos de pós-colheita e processamento.** João Pessoa: Universitária/Idéia, 2002. 57p.

LIRA JÚNIOR, J. S. de; MUSSER, R. dos S.; MELO, E. de A.; MACIEL, M. I. S.; LEDERMAN, I. E. ; SANTOS, V. F. dos. Caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu (*Spondias sp.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 757-761, 2005.

MOURA, F. T.; SILVA, S. M.; COSTA, J. P.; MENDONÇA, R. M. N; ALVES, R. E. Características físicas de frutos de umbu-cajazeiras provenientes do Brejo Paraibano. In: Simpósio Brasileiro de Pós-Colheita de Frutos Tropicais. **Anais....** João Pessoa: Embrapa/UFPB/UFS/SBF. v. 1. p. 1-4, 2005.

MITCHELL, J. D.; DALY, D. C. Revisão das espécies neotropicais de *Spondias* (Anacardiaceae). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 46., 1945, São Paulo. **Anais....** São Paulo: Universidade de São Paulo / SBB, 1995. P.207.

NORONHA, M. A. S.; CARDOSO. E. A.; DIAS. N. S. Características físico-químicas de frutos de umbu-cajá *Spondias* sp. provenientes dos pólos baixo-jaguaribe (CE) e assu-mossoró (RN). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 91-96, 2000.

PINTO W. S.; DANTAS, A. C. V. L.; FONSECA, A. A. O.; LEDO, C. A. S.; JESUS, S. C.; CALAFANGE, P. L. P.; ANDRADE, E. M. Caracterização física, físico-química e química de frutos de genótipos de cajazeiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1059-1066, set. 2003.

RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. dos S.; CASTELLEN, M. da S. Coleção de *Spondias* sp. da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JUNIOR, S. de; SILVA JUNIOR, F. de. (Ed.) ***Spondias no Brasil: umbu, cajá e espécies afins***. Recife: IPA / UFRPE, 2008. p.86 – 90

SANTOS, M. B. **Conservação da polpa de umbu-cajá (*Spondias* sp.) por métodos combinados**. 2009. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2009. 75 p.

SAS INSTITUTE Inc. **SAS/STAT® user's guide**. 4.ed. North Carolina: SAS Institute Inc., 1989. v.2. 846p.

SILVA, S. de M.; MOURA F. T. de; MARTINS L. P.; MENDONÇA R. M. N.; ALVES, R. E. Características físicas de frutos de umbu-cajazeira provenientes do Brejo Paraibano. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17. , 2002, Belém. **Anais....** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. CD ROM.

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

SNEATH, P. H.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy: The principles and practice of numerical classification**. San Francisco: W.H. Freeman, 1973. 573p.

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....** Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI, 2001.CD-ROM.

STATSOFT, Inc. ***Statistica for Windows (data analysis software system), version 7.1.*** Statsoft, Tulsa, Oklahoma (USA), 2005.

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO MOLECULAR DE UMBU-CAJAZEIRAS (*Spondia* sp.) DO SEMIÁRIDO DA BAHIA POR MEIO DE RAPD¹

¹Artigo a ser submetido ao Comitê Editorial do Periódico Pesquisa Agropecuária Brasileira

CARACTERIZAÇÃO MOLECULAR DE UMBU-CAJAZEIRAS (*Spondias* sp.) DO SEMIÁRIDO DA BAHIA POR MEIO DE RAPD

RESUMO: A umbu-cajazeira é uma espécie frutífera de grande importância econômica, social e ecológica para o semiárido Nordeste. A comercialização de seus frutos, colhidos de forma extrativista, representa uma fonte de renda importante para muitas famílias nordestinas. O conhecimento da variabilidade genética e da relação entre diferentes genótipos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) é importante para maximizar o uso dos recursos genéticos disponíveis. O objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição da variabilidade genética da umbu-cajazeira, analisando 48 genótipos de 10 municípios do semiárido baiano, por meio de marcadores RAPD: *Random Amplified Polymorphic DNA*. Cada genótipo foi identificado com número e localização geográfica, esta definida através do sistema GPS: Sistema de Posicionamento Global. O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Virologia e Biologia Molecular da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas – Bahia. O DNA genômico dos 48 genótipos foi extraído, pelo método CTAB: *Cetyltrimethyl ammonium Bromide*. Para estimar a similaridade genética entre os genótipos utilizou-se o coeficiente de Jaccard, sendo o agrupamento realizado pelo método UPGMA (Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic Mean), com auxílio do software NTSYS-pc. Dos trinta e dois iniciadores testados, foram selecionados 21 que produziram fragmentos de maior nitidez de amplificação e repetibilidade e em seguida foram utilizados nas reações RAPD com os 48 indivíduos em estudo, produzindo um total de 143 produtos de amplificação, onde 44,1% foram polimórficos, com média de três bandas por iniciador. Neste trabalho assumiu-se como ponto de corte no dendrograma a similaridade genética média (0,51) entre todos os genótipos em estudo. A variabilidade genética foi maior dentro das populações e o município de Serrinha foi o que apresentou menor índice de similaridade (0,56). Pelo dendrograma, observou-se que os genótipos foram separados em seis grupos, demonstrando a variabilidade existente entre os genótipos.

Palavras-chave: Variabilidade genética, iniciadores, similaridade genética.

MOLECULAR CHARACTERIZATION OF UMBU-CAJAZEIRAS (*Spondias* sp.) FROM THE SEMIARID REGION OF BAHIA USING RAPD

ABSTRACT: Umbu-cajazeira is a fruit species of great economic, social and ecologic importance for the semiarid region of the Northeast. Commercialization of its fruits carried out in an extrativist way represents an important source of income for many northeastern families. Understanding the genetic variability and the relationship between the different genotypes of umbu-cajá (*Spondias* sp.) is important to maximize the use of the genetic resources available. The objective of the present work was to evaluate the distribution of the genetic variability of the umbu-cajazeira by analyzing 48 accessions from 10 counties of the semiarid region of Bahia, through RAPD: Random Amplified Polymorphic DNA. Each accession was identified with the number and the geographic location it is defined by GPS: Global Positioning System. The study was carried out at the Virology and Molecular Biology Laboratory at Embrapa Cassava and Tropical Fruits, Cruz das Almas-Bahia. The genomic DNA of the 48 accessions was extracted by CTAB: Cetyltrimethyl ammonium Bromide. The Jaccard coefficient was used to estimate the genetic similarity between accessions and the cluster analysis by the UPGMA (Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic Mean), using the NTSYS-pc software package. From the thirty-two primers tested, 21 which produced clear amplification products and greater repeatability were selected and afterwards used in the RAPD reactions for the 48 individuals in study. One-hundred and forty three amplification products were produced. 44.1% were polymorphic with an average of three bands per primer. The cut-off value in the dendrogram was the average genetic similarity of 0.51 between all the accessions. The genetic variability was greater within the populations and the county of Santo Estevão presented the smallest similarity indice. The accessions were separated into six clusters demonstrating the variability between them.

Key words: Genetic variability, initiators, genetic similarity.

INTRODUÇÃO

A umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) é uma planta arbórea, pertencente à família Anacardiaceae e ao gênero *Spondias* (L.), considerada um híbrido natural entre o umbuzeiro (*S. tuberosa* Arr. Cam.) e a cajazeira (*S. mombim* L), (Giacometti, 1993). Tem origem desconhecida, apresenta características de planta xerófita e é encontrada em plantios desorganizados, disseminados em Estados do Nordeste. Essa espécie é explorada extrativamente ou em pomares domésticos e não fazem parte das estatísticas oficiais, entretanto têm grande importância socioeconômica para as regiões Norte e Nordeste do Brasil (Souza, 1998).

Os frutos da umbu-cajazeira possuem excelente sabor e aroma, boa aparência e qualidade nutritiva. A exemplo das outras *Spondias* é explorada economicamente com base em seus frutos, que são normalmente consumidos ao natural e, em menor escala, mediante a produção de polpas, licores e sorvetes (Carvalho et al., 2008).

A diversidade genética das populações subespontâneas de umbu-cajazeira presentes no Nordeste brasileiro é aparentemente ampla, conforme observado por Lima et al. (2002), Ritzinger et al. (2008), Carvalho et al. (2008) e Santos (2009), ocorrendo uma grande variabilidade de tamanho, forma e características físicas e físico-químicas do fruto. Os trabalhos indicaram a existência de alguns problemas agrônômicos, como a grande proporção do volume do endocarpo em relação ao volume total do fruto, sendo de interesse um programa de melhoramento genético que vise à redução do endocarpo e ao aumento do conteúdo de polpa nos frutos dessa espécie.

A variação de diferentes combinações de alelos dentro das espécies gera a diversidade genética (Fitzgerald, 1989). A diversidade genética pode ser definida como a distância entre as populações, indivíduos ou organismos, com base em

uma série de características de aspectos morfológicos, fisiológicos, bioquímicos e/ou moleculares (Amaral Junior & Thiebaut, 1999).

Alguns trabalhos têm sido realizados com o objetivo de caracterizar física e físico-quimicamente os frutos de umbu-cajá em várias regiões do Nordeste brasileiro. Porém, esse tipo de análise não pode ser realizado em qualquer período do ano, e normalmente não é possível ser completado até a produção das frutas, requerendo um custo elevado e tempo prolongado de análise. Além disso, as características são avaliadas de forma subjetiva, podendo sofrer influências ambientais. Assim, o uso de marcadores moleculares é uma ferramenta complementar para a caracterização de germoplasma e, conseqüentemente, para a identificação de populações e raças primitivas (Ferreira & Grattapaglia, 1998).

O uso de marcadores moleculares permite compreender e organizar esta variabilidade, acessando a variabilidade de DNA, o qual não é influenciado pelo ambiente. Por marcador molecular define-se todo e qualquer fenótipo molecular oriundo de um gene expresso (Ferreira & Grattapaglia, 1998). Para a escolha do tipo de marcador a ser utilizado, deve-se considerar as características de cada técnica.

Para Ferreira e Grattapaglia (1998), o RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) é uma tecnologia bastante acessível, uma das menos onerosas, não dependendo do desenvolvimento anterior de *primers* específicos e sem utilizar radioatividade na detecção dos marcadores, com várias vantagens práticas, que podem ser resumidas em simplicidade e rapidez. Por outro lado, são marcadores considerados de baixa consistência, repetibilidade e baixo conteúdo de informação genética por loco. Apenas um alelo é detectado, o segmento que é amplificado, enquanto que as demais variações alélicas são classificadas conjuntamente como um alelo nulo. Genótipos heterozigotos não podem ser diretamente discriminados dos homozigotos por RAPD, esta limitação é comumente descrita como “dominância” dos marcadores. Na escolha do marcador a ser utilizado, deve-se observar se o mesmo responde bem ao propósito do estudo a ser desenvolvido, como é o caso dos marcadores RAPD no presente trabalho.

O objetivo deste trabalho foi determinar a diversidade genética existente entre os genótipos de umbu-cajazeira, provenientes da região do semiárido do

Estado da Bahia por meio da técnica *Random Amplified Polymorphic DNA* (RAPD).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em populações de umbu-cajazeira, localizadas em dez municípios do semiárido da Bahia, sendo coletados seis genótipos em Milagres, seis em Itaberaba, seis em Iaçú, três em Retirolândia, seis em Rafael Jambeiro, um em Itatim, dois em Santa Teresinha, oito em Santo Estevão, cinco em Santa Bárbara e cinco em Serrinha, totalizando 48 genótipos. Após a localização, cada genótipo foi identificado com um número e a localização geográfica foi feita através do sistema GPS (Sistema de Posicionamento Global), como mostra a Tabela 1.

Em cada genótipo foi realizada a coleta de folhas jovens, intactas e livres de sintomas de pragas e doenças. O material foi armazenado em papel alumínio, identificado, acondicionado em caixa térmica contendo gelo, a uma temperatura de -10°C , transferido para o laboratório de Virologia e Biologia molecular da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical e armazenado em ultra freezer.

O DNA genômico dos 48 genótipos foi extraído pelo método CTAB ("*cetyltrimethyl ammonium bromide*") (Doyle & Doyle, 1990). A avaliação da quantidade e qualidade do DNA foi realizada mediante análise comparativa das amostras em géis de agarose 1,0%, corados com brometo de etídio, que foram diluídas em TE (10 mM Tris-HCL e 1 mM EDTA, pH 8) e padronizadas em $10\text{ ng }\mu\text{L}^{-1}$.

Para evitar o desperdício de tempo, de reação e de DNA, inicialmente foi efetuada uma triagem com 32 iniciadores para a detecção de polimorfismo. Para essa verificação foram selecionados três genótipos dos 48 em estudo. Todos os *primers* (iniciadores) utilizados foram fabricados pela Operon Technologies Inc. (Alameda, CA). Após a pré-seleção, os 21 iniciadores mais polimórficos foram aplicados na população. As reações de amplificação foram completadas para o volume final de $15\text{ }\mu\text{L}$, com KCl 50 mM, Tris-HCl 10 mM (pH 8,3), MgCl_2 2,5 mM, $100\text{ }\mu\text{M}$ de cada um dos dNTPs (dATP, dTTP, dGTP, dCTP), $0,4\text{ }\mu\text{M}$ de cada iniciador, 12 ng de DNA e uma unidade de Taq DNA polimerase.

Tabela 1. Dados de localização dos genótipos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) estudados no semiárido do Estado da Bahia.

GENÓTIPOS	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	LATITUDE	LONGITUDE
UCMI-01	Fazenda Jatobá	Milagres	S 12º 41,068'	W 039º 05,167'
UCMI-02	Fazenda Jatobá	Milagres	S 12º 41,068'	W 039º 05,167'
UCMI-03	Fazenda Tanque Velho	Milagres	S 12º 54,142'	W 039º 45,723'
UCMI-04	Fazenda Cariri	Milagres	S 12º 55,108'	W 039º 44,526'
UCMI-05	Fazenda Gatos	Milagres	S 12º 55,485'	W 039º 43,908'
UCMI-06	Fazenda Lagoa Salgada	Milagres	S 12º 57,531'	W 039º 41,111'
UCIT-07	Restaurante Espeto de Ouro	Itaberaba	S 12º 31,312'	W 040º 15,022'
UCIT-08	Sítio Cintia	Itaberaba	S 12º 31,643'	W 040º 15,131'
UCIT-09	Sítio Cintia	Itaberaba	S 12º 31,637'	W 040º 15,133'
UCIT-10	Fazenda Alto Novo	Itaberaba	S 12º 31,204'	W 040º 02,951'
UCIT-11	Sítio Cajueiro	Itaberaba	S 12º 30,839'	W 040º 02,869'
UCIT-12	Sítio Cajá	Itaberaba	S 12º 30,512'	W 040º 03,043'
UCIA-13	Sítio Alto Alegre	laçu	S 12º 35,243'	W 040º 03,054'
UCIA-14	Associação Atlética do Banco do Brasil	laçu	S 12º 46,237'	W 040º 12,024'
UCIA-15	Fazenda Lagoa do Tanque	laçu	S 12º 46,764'	W 040º 10,827'
UCIA-16	Sítio as Cabras	laçu	S 12º 47,195'	W 040º 10,208'
UCIA-17	Fazenda Roselane	laçu	S 12º 48,175'	W 040º 07,207'
UCIA-18	Fazenda Alagoinha	laçu	S 12º 49,160'	W 040º 05,915'
UCRE-19	Fazenda Clotilde	Retirolândia	S 12º 39,597'	W 039º 06,099'
UCRE-20	Fazenda Chico Cláudio	Retirolândia	S 11º 31,829'	W 039º 24,346'
UCRE-21	Fazenda Malhada da Pedra	Retirolândia	S 11º 31,828'	W 039º 24,344'
UCRJ-22	Fazenda Lagoa da Miranda	Rafael Jambeiro	S 12º 24,940'	W 039º 29,361'
UCRJ-23	Fazenda Lagoa da Miranda	Rafael Jambeiro	S 12º 25,253'	W 039º 29,046'
UCRJ-24	Fazenda Lagoa da Miranda	Rafael Jambeiro	S 12º 26,671'	W 039º 27,740'
UCRJ-25	Fazenda Queimada Velha	Rafael Jambeiro	S 12º 25,661'	W 039º 27,318'
UCRJ-26	Fazenda Porteira	Rafael Jambeiro	S 12º 24,500'	W 039º 28,325'
UCRJ-27	Rua Nova Brasília	Rafael Jambeiro	S 12º 24,545'	W 039º 29,939'
UCITA-28	Ponta Aguda	Itatim	S 12º 42,432'	W 039º 39,504'
UCST-29	Monte Cruzeiro	Santa Teresinha	S 12º 48,041'	W 039º 32,287'
UCST-30	Fazenda Cercadinho	Santa Teresinha	S 12º 51,002'	W 039º 32,073'
UCSE-31	Fazenda Pau de Vela	Santo Estevão	S 12º 39,626'	W 039º 05,276'
UCSE-32	Tabuleiro Alagoinha	Santo Estevão	S 12º 25,835'	W 039º 14,445'
UCSE-33	Avenida Mundel	Santo Estevão	S 12º 25,272'	W 039º 13,914'
UCSE-34	Boa Vista	Santo Estevão	S 12º 24,306'	W 039º 12,253'
UCSE-35	Fazenda Lamarão	Santo Estevão	S 12º 25,459'	W 039º 17,681'
UCSE-36	Santo Estevão	Santo Estevão	S 12º 24,906'	W 039º 19,192'
UCSE-37	Várzea Redonda	Santo Estevão	S 12º 25,679'	W 039º 17,363'
UCSE-38	Avenida Paraguauçu	Santo Estevão	S 12º 27,698'	W 039º 14,343'
UCSB-39	Mocambo 1	Santa Bárbara	S 11º 53,009'	W 038º 56,644'
UCSB-40	Fazenda Cedro	Santa Bárbara	S 11º 53,189'	W 038º 58,773'

Continua...

...Continuação.

GENÓTIPOS	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	LATITUDE	LONGITUDE
UCSB-41	Fazenda Boqueirão	Santa Bárbara	S 11° 52,089'	W 038° 57,489'
UCSB-42	Fazenda Boqueirão	Santa Bárbara	S 11° 51,952'	W 038° 57,211'
UCSB-43	Mocambo 1	Santa Bárbara	S 11° 52,650'	W 038° 56,880'
UCSR-44	Povoado Recreio	Serrinha	S 11° 39,338'	W 039° 01,631'
UCSR-45	BA 409	Serrinha	S 11° 40,239'	W 039° 00,828'
UCSR-46	Alto Alegre	Serrinha	S 11° 35,288'	W 038° 59,196'
UCSR-47	Alto Alegre	Serrinha	S 11° 35,048'	W 038° 59,904'
UCSR-48	Alto Alegre	Serrinha	S 11° 35,137'	W 039° 00,076'

As reações foram realizadas em termociclador Programmable Thermal Controlle, modelo PTC-100™, de acordo com a seguinte programação: 3 min a 94 °C, 40 ciclos a 94 °C por 30 s, 35 °C por 30 s e 72 °C por 1 min, inclusive uma extensão final de 3 min a 72 °C.

Os produtos da amplificação foram separados por eletroforese horizontal a 120 V, por 4 horas, com gel de agarose a 1,5 %, e corados com brometo de etídio. Como padrão de tamanho molecular, foi utilizado o marcador 1 kb DNA Ladder (Ludwig Biotec). A visualização dos resultados foi realizada em equipamento de fotodocumentação Gel-Doc 1.000 (BioRad, CA, USA). Os fragmentos amplificados foram avaliados como ausência (0) e presença (1). A dissimilaridade genética entre os 48 genótipos foi calculada a partir do coeficiente de Jaccard (1908).

As dissimilaridades genéticas foram utilizadas para a análise de agrupamento dos genótipos pelo método UPGMA (“unweighted pair group method with arithmetic averages”), por meio do programa NTSYS-pc (Rohlf, 2000). O dendrograma foi gerado com base na matriz de distâncias no programa NTSYS-pc.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 32 iniciadores testados, foram selecionados 21 que produziram fragmentos de maior nitidez de amplificação e repetibilidade e em seguida foram utilizados nas reações RAPD com os 48 indivíduos em estudo. Observou-se um total de 143 produtos de amplificação, onde 44,1% foram polimórficos, com média de três bandas por iniciador, analisando-se apenas os locos onde a leitura não foi

duvidosa (Tabela 2). Em trabalho desenvolvido por Colombo et al. (1998), concluiu-se que com a utilização de dez a 30 iniciadores, a geração de 50 a 100 bandas polimórficas são suficientes para estimar relações genéticas dentro e entre espécies.

Tabela 2. Produtos da amplificação de 21 iniciadores RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*), em 48 genótipos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.), coletados em dez municípios do semiárido do Estado da Bahia. Cruz das Almas - BA, 2009.

Iniciadores	Sequência (5'→3')	Total de bandas amplificadas	Número de bandas polimórficas	Polimor- fismo (%)	Tamanho dos fragmentos (pb)
OPA-01	CAGGCCCTTC	7	3	43	3462-2195
OPA-02	TGCCGAGCTG	8	6	75	3600-2195
OPA-04	AATCGGGCTG	4	2	50	2368-1800
OPAA-07	CTACGCTCAC	8	4	50	5000-1915
OPAB-03	TGGCGCACAC	8	1	13	1957
OPAF-02	CAGCCGAGAA	5	4	80	3103-2093
OPAF-04	TTGCGGCTGA	3	2	67	3103-2903
OPAF-07	GGAAAGCGTC	10	5	50	3750-1429
OPAF-13	CCGAGGTGAC	8	6	75	3103-2093
OPB-01	GTTTCGCTCC	7	2	29	2143-1800
OPB-04	GGA CTGGAGT	6	3	50	6429-2308
OPB-07	GGTGACGCAG	5	4	80	3333-2308
OPB-10	CTGCTGGGAC	9	3	33	3000-2368
OPD-05	TGAGCGGACA	6	2	33	2045-1304
OPD-07	TTGGCACGGG	6	3	50	3214-2000
OPD-08	GTGTGCCCCA	8	1	13	3000
OPD-10	GGTCTACACC	5	1	20	2647
OPE-01	CCCAAGGTCC	9	2	22	2500-1875
OPE-14	TGCGGCTGAG	8	4	50	3600-1607
OPF-01	ACGGATCCTG	6	3	50	3103-2250
OPF-02	GAGGATCCCT	7	2	29	2143-2045
Total	-	143	63	-	-
Média	-	6,81	3,00	44,1	-

Esta mesma técnica foi utilizada por Moreira et al. (2007) e mostrou-se eficiente em um trabalho com o umbuzeiro, espécie pertencente à mesma família e gênero da umbu-cajazeira. Os autores avaliaram a variabilidade genética da

espécie na região Norte do Estado de Minas Gerais, utilizando 35 *primers* que apresentaram um nível satisfatório de informação genética, onde cada um deles gerou, pelo menos, uma banda polimórfica.

Em um estudo realizado por Souza et al. (2008) na cultura da mangueira (*Mangifera indica* L.), também uma Anacardiaceae, utilizando a técnica de RAPD, foi amplificado um total de 55 iniciadores, dos quais 34 mostraram-se polimórficos, correspondendo a 61,8 %. Santos et al. (2008a), ao avaliarem a similaridade genética de genótipos de mangueira de diferentes origens geográficas, mediante marcadores AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*), que também é um marcador dominante, obtiveram 157 bandas polimórficas e 54 monomórficas, em 13 combinações de iniciadores.

Santos et al. (2008b), ao estudarem a variabilidade genética do umbuzeiro no semiárido brasileiro, por meio de marcadores AFLP, obtiveram 141 fragmentos polimórficos e 58 monomórficos, em 14 combinações de iniciadores (CP) EcoR1/Mse1 de AFLP, com média de 10 fragmentos polimórficos e 4,1 monomórficos por combinação de iniciadores, onde as bandas polimórficas corresponderam a 71% do total de fragmentos amplificados.

O tamanho dos fragmentos amplificados variou de 1304 a 6429 pb. Dentre os iniciadores utilizados, o OPAF-07 foi o que apresentou maior número de bandas amplificadas (10), como pode ser observado através do padrão eletroforético, representado na Figura 1. O menor número de banda amplificada foi observada para o OPAF-04 (3).

A similaridade genética, entre os 48 genótipos de umbu-cajazeira, encontra-se representada na Tabela 3, onde o valor máximo e mínimo variou de 0,20 a 1,00, com média de 0,51. O menor valor de similaridade foi registrado para os genótipos coletados no município de Serrinha (0,56). Essa variabilidade pode estar relacionada à ocorrência de reprodução sexuada ocasional ou mutação genética, o que gera novos genótipos. O maior índice foi observado entre os genótipos coletados nos municípios de Itaberaba e Rafael Jambeiro (0,78). Isto pode ser justificado devido à forma de propagação dominante desta espécie, que é a assexuada, geralmente por estaquia.

O município de Iaçú foi o que apresentou maior amplitude de variação entre todos os dez municípios, variando de 0,33 a 0,93, com média de 0,66. Entretanto, a menor amplitude de variação foi observada para os genótipos

coletados no município de Retirolândia, que variou de 0,61 a 0,91, com média de 0,73.

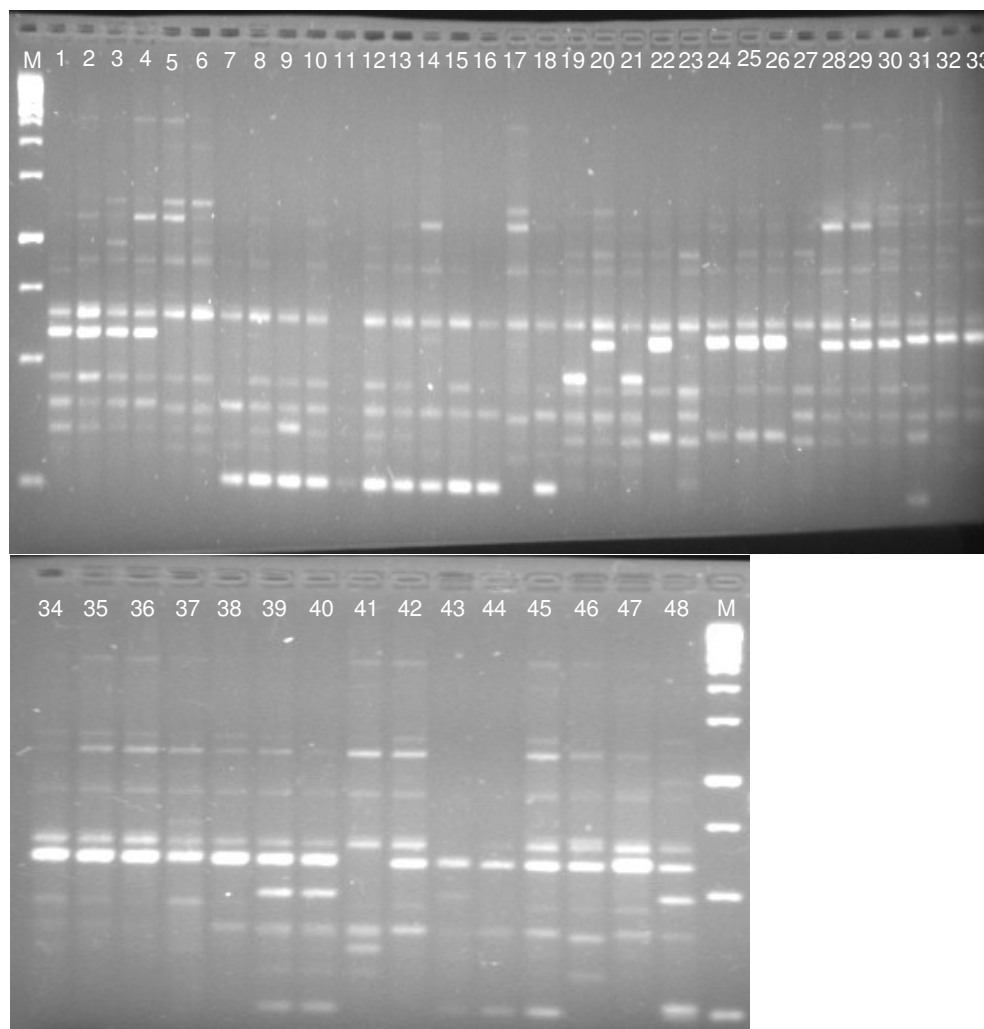


Figura 1. Padrão eletroforético obtido pela amplificação do DNA em 48 genótipos de umbu-cajazeira utilizando o *primer* OPAF-07, pela técnica RAPD. Cruz das Almas, 2009.

A Figura 2 apresenta o dendrograma da similaridade genética, com base em marcadores RAPD, obtido pelo complemento aritmético do índice de Jaccard, utilizando-se do método hierárquico UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*), onde é possível observar a formação dos grupos distintos que apresentaram algum grau de similaridade. Neste trabalho assumiu-se como ponto de corte no dendrograma a similaridade genética média (0,51) entre todos os

genótipos em estudo. Nota-se a formação de seis grupos subdivididos em vários subgrupos, onde os genótipos coletados nos dez municípios ficaram distribuídos entre os diversos grupos. O primeiro grupo é formado pelos genótipos UCMI-01, UCITA-28, UCST-29, UCMI-04 e UCMI-02. Observa-se que neste grupo ficaram apenas alguns dos genótipos provenientes dos municípios de Milagres, Itatim e Santa Teresinha, que são vizinhos. O fato dos municípios estarem muito próximo entre si aumenta a possibilidade de que os referidos genótipos possam ter a mesma origem genética, por meio da propagação assexuada.

Tabela 3. Análise de similaridade intra e interpopulacional de 48 genótipos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.), coletados em dez municípios do semiárido do Estado da Bahia.

Municípios	Valores de similaridade genética		
	Média	Mínimo	Máximo
Milagres	0,59	0,39	0,87
Itaberaba	0,78	0,62	0,93
Iaçu	0,66	0,33	0,93
Retirolândia	0,73	0,61	0,91
Rafael Jambeiro	0,78	0,59	0,97
Itatim*	-	-	-
Santa Teresinha**	0,63	-	-
Santo Estevão	0,60	0,37	0,88
Santa Bárbara	0,64	0,50	0,94
Serrinha	0,56	0,39	0,84
Total	0,51	0,20	1,00

* Itatim possui apenas um genótipo, não sendo possível obter média, máximo e mínimo.

**Santa Teresinha possui apenas dois genótipos, não sendo possível obter máximo e mínimo.

O segundo grupo foi o que apresentou maior número de indivíduos representado pelos genótipos UCMI-03, UCST-30, UCSE-33, UCSE-31, UCMI-05, UCMI-06, UCIA-17, UCSE-32, UCSE-34, UCSE-36, UCSE-38, UCSB-42, UCSR-48, UCSR-44, UCSR-45, UCRJ-22, UCRJ-24, UCRJ-25, UCRJ-26, UCRJ-23, UCRJ-27, UCSB-41 e UCSR-47. Apenas os municípios de Itatim, Itaberaba e Retirolândia não apresentaram nenhum genótipo neste grupo, enquanto os demais municípios apresentaram pelo menos um genótipo.

O terceiro grupo apresentou apenas o genótipo UCSR-46, coletado em Serrinha, sendo um indicativo de que esta planta apresenta alguma particularidade que permite sua separação dos demais indivíduos. Vieira et al. (2005) afirmaram que grupos formados por apenas um indivíduo indicam que tais indivíduos sejam mais divergentes em relação aos demais.

O quarto grupo foi formado pelos genótipos UCRE-19, UCRE-21, UCRE-20, UCSB-39, UCSB-40 e UCSB-43. Todos os genótipos coletados em Retirolândia ficaram incluídos neste grupo sendo um indício de que eles apresentam características genéticas muito próximas. O quinto grupo ficou representado apenas por dois genótipos UCSE-35 e UCSE-37, que são provenientes de Santo Estevão e o sexto grupo pelos genótipos UCIT-7, UCIT-8, UCIT-10, UCIA-18, UCIT-11, UCIT-12, UCIA-13, UCIA-14, UCIA-16, UCIA-15 e UCIT-9, compreendendo apenas genótipos coletados em Iaçú e todos os genótipos coletados em Itaberaba.

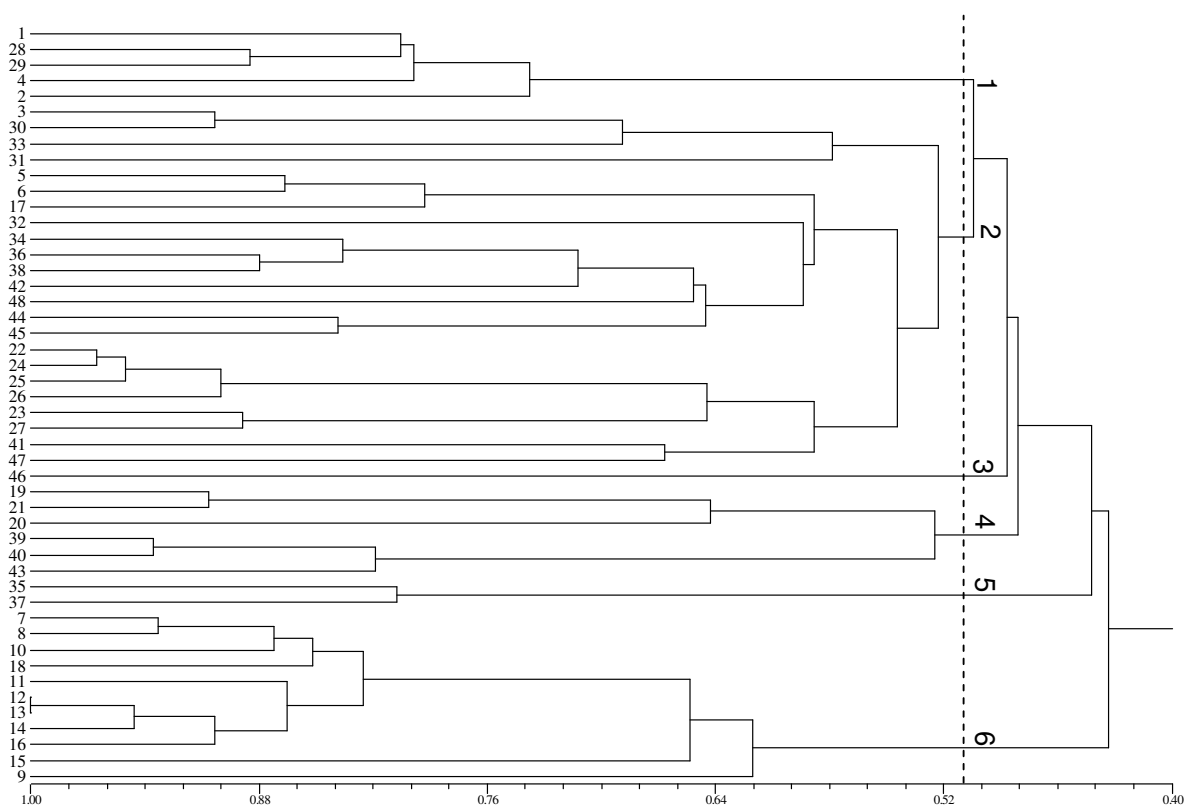


Figura 2. Dendrograma gerado pelo programa NTSYS-pc (Rohlf, 2000), com base na matriz genética de 63 bandas polimórficas de RAPD (*Random Amplified*

Polymorphic DNA), em 48 genótipos de umbu-cajazeira (*Spondias sp.*) coletados em dez municípios do semiárido do Estado da Bahia.

A maior distância genética foi observada entre os genótipos UCIA-15, proveniente de laçu e o UCSE-31, coletado em Santo Estevão (0,20). A menor distância pode ser observada entre os genótipos UCIT-12 e UCIA-13, provenientes do Município de Itaberaba e laçu (1,00), que se apresentaram como indivíduos idênticos, conforme observado na Figura 2, sugerindo a possibilidade de terem sido propagados de forma assexuada a partir de uma mesma planta matriz. Porém, o fato dos agricultores não saberem a origem destas plantas dificulta a confirmação ou não desta hipótese, sendo necessária a realização de novos estudos.

Segundo Sousa et al. (1997), a umbu-cajazeira apresenta cerca de 90% dos endocarpos desprovidos de sementes, o que torna restrita a sua propagação sexual. Como destacado por Carvalho et al. (2008), acredita-se que a umbu-cajazeira, por ser uma espécie que geralmente é propagada de forma assexuada (estaquia e enxertia), apresente certa uniformidade de indivíduos em localidades próximas entre si, como resultado da tendência de multiplicação de genótipos com características superiores entre agricultores vizinhos. No entanto, a formação dos grupos possibilitou a inferência sobre a existência da variabilidade genética entre os genótipos dentro e entre os municípios estudados, sendo um indício evidente de origens genéticas distintas, provavelmente em virtude da ocorrência de reprodução sexuada ocasional, que deve ser considerada como estratégia para estabelecer a sua preservação *in situ* e *ex situ*, além de poder estabelecer critérios para cruzamentos entre os genótipos, com boas perspectivas de explorar a diversidade encontrada.

A umbu-cajazeira apresenta comportamento de planta alógama (Reis & Grattapaglia, 2004) e espera-se que em espécies com este comportamento a menor variabilidade seja encontrada dentro de áreas do que entre áreas, o que deve ser comprovado em agrupamentos específicos de indivíduos amostrados numa mesma região, como observado neste trabalho.

Os marcadores moleculares revelam diferenças genéticas com precisão e sem os efeitos causados pela influência de ambiente, oferecendo vantagens em termos de discriminação e rapidez (Binneck et al., 2002). No entanto, a

identificação de marcadores moleculares exige um volume significativo de dados, por isso são necessários mais estudos. Assim, o potencial genético da espécie poderá ser otimizado a partir da variabilidade genética disponível, produzindo-se genótipos adaptados a diferentes regiões e ecossistemas brasileiros.

CONCLUSÕES

1. Existe variabilidade genética na população da umbu-cajazeira estudada.
2. Marcadores moleculares RAPD são eficazes em revelar a existência de variabilidade genética entre os 48 genótipos de umbu-cajazeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL JUNIOR, A. T.; THIEBAUT, J. T. L.. **Análise multivariada na avaliação da diversidade em recursos genéticos vegetais**. Campos dos Goytacazes - Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, CCTA, 55 p., 1999.
- BINNECK, E.; NEDEL, J. L.; DELLAGOSTIN, O. A. Análise de RAPD na identificação de cultivares: Uma metodologia útil? **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n.1, p.183–196. 2002.
- CARVALHO, P. C. L.; RITZINGER R.; SOARES FILHO, W. dos S.; LEDO C. A. da S. Características morfológicas, físicas e químicas de frutos de populações de umbu-cajazeira no estado da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal. v. 30, n. 1, p. 140-147, mar., 2008.
- COLOMBO, C. SECOND, G.; VALLE, T. L.; CHARRIER, A. Genetic diversity characterization of cassava cultivars (*Manihot esculenta* Crantz). RAPD markers. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 21, p. 105 - 113, 1998.
- DOYLE, J. L. Isolation of plant DNA from fresh tissue. **Focus**, Nairobi, v.12, p.13-15, 1990.

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

FITZGERALD, P. J. Plant germplasm: an essential resource in our future. In: **Scientific management of germplasma**: characterization, evolution and enhancement. Italia: IBPGR Training Courses: Lecture series 2. 1989. p.3-6.

JACCARD, P. Nouvelles recherches sur la distribution florale. **Bulletin Society Vaud Science Natural**, v. 44, p. 223-270, 1908.

LIMA, E. D. P. A.; LIMA, C. A. A.; ALDRIGUE, M. L.; GONDIM, P. J. S. **Umbucajá (*Spondias sp.*) aspectos de pós-colheita e processamento**. João Pessoa: Universitária/Idéia, 2002.57p.

MOREIRA, P. A.; PIMENTA, M. A. S.; SATURNINO, H. M.; GONÇALVES, N. P.; Oliveira, D. A. Variabilidade genética de umbuzeiro na região Norte do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 279-281, jul., 2007.

REIS, A. M. M.; GRATTAPAGLIA, D. RAPD variation in a germplasm collection of *Myracrodruon urundeuva* (Anacardiaceae), an endangered tropical tree: recommendations for conservation. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 51, p. 529-538, 2004.

RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. dos S.; CASTELLEN, M. da S. Coleção de *Spondias* sp. Da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JUNIOR, S. de; SILVA JUNIOR, F. de. (Ed.) ***Spondias no Brasil***: umbu, cajá e espécies afins. Recife: IPA / UFRPE, 2008. p.86 – 90.

ROHLF, F.J. **Numerical taxonomy and multivariate analysis system**: version 2.1. New York: Exeter Software, 2000. 38p.

SANTOS, C. A. F.; LIMA NETO, F. P.; RODRIGUES, M. A.; COSTA, J. G. Similaridade genética de genótipos de mangueira de diferentes origens geográficas avaliadas por marcadores AFLP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 736-740. Set., 2008a.

SANTOS, C. A. F.; RODRIGUES, M. A.; ZUCCHI, M. I. Variabilidade genética do umbuzeiro no semiárido brasileiro, por meio de marcadores AFLP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 8, p.1037-1043, ago., 2008b.

SANTOS, M. B. **Conservação da polpa de umbu-cajá (*Spondias* sp.) por métodos combinados**. 2009. 75 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2009.

SOUZA, F. X. de; SOUZA, F. H. L.; FREITAS, J. B. S. Caracterização morfológica de endocarpos de umbu-cajá. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 48. 1997, Crato, CE. **Resumos...** Fortaleza: SBB/BNB, 1997. p.121.

SOUZA, F. X. de. ***Spondias* agroindustriais e os seus métodos de propagação**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT:SEBRAE-CE, 1998. 28 p. (Documentos, 27).

SOUZA, I. G. B.; DINIZ, F. M.; SOUZA, V. A. B.; VALENTE, S. E. S.; BARROS, F. B.; LIMA, P. S. C. Similaridade genética entre genótipos de manga com base em marcadores RAPD. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2008. CD ROM.

VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; FALEIRO, F. G.; FUKUDA, W. M. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. Variabilidade genética para caracteres morfológicos entre genótipos do banco de germoplasma de mandioca da Embrapa Cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11., 2005, Campo Grande. **Anais...**CD ROM, 2005.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A umbu-cajazeira é uma das frutíferas nativas que apresentam valor econômico e social para várias famílias que vivem nas regiões semiáridas do Nordeste brasileiro, uma vez que a renda de muitas destas é complementada através da comercialização dos frutos desta cultura, representando, desta forma, uma alternativa altamente viável para pequenos e médios produtores. Entretanto, a inexistência de plantios racionais e tecnificados torna o extrativismo a única forma de exploração, constituindo-se uma grande barreira ao aproveitamento de toda sua potencialidade.

Muitos obstáculos de natureza agronômica ainda existem, desestimulando muitas vezes o plantio da umbu-cajazeira, dentre estes, a falta de mudas com características agronômicas desejáveis, principalmente para o rendimento da polpa e relação SST/AT. Outro grande problema que vem ocorrendo na cultura é o grande desperdício de frutos que se perdem no solo sob a copa das plantas, justamente em regiões em que a população rural encontra-se em situação de risco social. Tal perda ocorre por problemas diversos: fitossanitários, falta de estrutura local para transporte e beneficiamento da produção e ausência de Informações agronômicas, sobretudo no processo de colheita dos frutos, que geralmente é feita no solo, após queda natural, sofrendo danos mecânicos, perdendo seu real valor comercial.

A umbu-cajazeira é uma espécie ainda pouco conhecida, necessitando de estudos mais aprofundados. O desconhecimento da espécie e a possibilidade de perda de material genético, em virtude do processo acelerado de degradação ambiental, torna necessária a conservação dos diferentes genótipos da espécie em bancos ativos de germoplasma (BAG) para futuros programas de melhoramento genético com vistas ao melhor aproveitamento agroindustrial. O

processo de caracterização permite a identificação de caracteres de alta herdabilidade, cuja expressão é pouco influenciada pelas condições ambientais (Carvalho, 2001).

A variabilidade genética pode ser acessada por meio do uso simultâneo de marcador molecular e morfológico, assegurando a seleção de genótipos com comprovada superioridade. Estes marcadores são importantes ferramentas que se complementam na avaliação da variabilidade genética de determinada população, tornando a análise mais completa e precisa.

As análises física, química e físico-química nas populações de umbu-cajeira estudadas, dentro de cada município, demonstrou o potencial de exploração comercial desta fruteira, possibilitando selecionar genótipos promissores, sendo interessante observar que algumas características agrônômicas estiveram dentro da média do Padrão de Identidade e Qualidade recomendado para cajá (Brasil, 1999).

Os genótipos também foram avaliados utilizando técnicas de marcadores moleculares do tipo RAPD, comprovando a variabilidade genética existente entre eles através da formação de grupos de similaridade. Nota-se que alguns dos genótipos foram agrupados de forma distinta de acordo com as análises morfológica ou molecular. No entanto os genótipos UCMI-05, UCRJ-24, UCST-30, UCSE-34, UCSE-36, UCSE-38, UCSB-42, UCSR-44, UCSR-45, UCSR-47 e UCSR-48; UCMI-01, UCST-29 e UCITA-28; UCRE-20, UCSB-39, UCSB-40 e UCSB-43; e UCRE-21; UCRJ-22 e UCRJ-23, que foram agrupados nas análises morfológicas permaneceram juntos em um mesmo grupo na análise molecular, aumentando a similaridade entre eles. Por outro lado os genótipos UCIT-12 e UCIA-13, que apareceram com valor de similaridade igual a um na análise molecular, foram agrupados em grupos distintos na análise morfológica, o que pode ser explicado pelo fato dos caracteres morfológicos sofrerem efeito do ambiente ou o marcador molecular ter acessado uma região idêntica do genoma, sendo necessário que novos estudos sejam realizados utilizando outros marcadores.

Os grupos formados por meio das avaliações morfológicas e moleculares apresentam-se com menor distância dentro de grupos e maior entre os grupos, sendo que a variabilidade observada ficou mais evidente entre as populações do

que dentro das populações, o que é considerado normal tendo em vista que esta fruteira propaga-se na sua grande maioria por via assexuada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 122, de 10 de setembro de 1999. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 13 de set. de 1999. Seção 1, p. 72-76.

CARVALHO, F. I. F. de; SILVA, S. A.; KUREK, A. J.; MARCHIORO, V. S. **Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção**. Pelotas: UFPel. ed. Universitária, 2001. 99p.