

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

**CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E MOLECULAR
DE FRUTEIRAS-PÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RECÔNCAVO DA BAHIA**

Rejane Novais Lima

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
2017**

CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E MOLECULAR DE FRUTEIRAS-PÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

Rejane Novais Lima
Engenheira Agrônoma
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2015

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

Orientador: Dra. Ana Cristina Vello Loyola Dantas
Coorientador: Dr. Ricardo Franco Cunha Moreira

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
2017**

FICHA CATALOGRÁFICA

L7324c	<p>Lima, Rejane Novais. Caracterização morfoagronômica e molecular de fruteiras-pão da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia / Rejane Novais Lima._ Cruz das Almas, BA, 2017. 69f.; il.</p> <p>Orientador: Prof^a. Dr^a. Ana Cristina Vello Loyola Dantas. Co-Orientador: Prof. Dr. Ricardo Franco Cunha Moreira</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrária, Ambientais e Biológicas, Mestrado em Recursos Genéticos e Vegetais.</p> <p>1.Frutas Tropicais. 2. Recursos Genéticos. 3. Fruteira-Pão. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrária, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p>CDD: 634.6</p>
--------	--

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB.

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

**CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E MOLECULAR DE
FRUTEIRAS-PÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO
DA BAHIA**

**Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de
Rejane Novais Lima**

Aprovado em 25 de agosto de 2017

Prof.^a Dra. Ana Cristina Vello Loyola Dantas
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia / UFRB
Orientadora

Prof.^a Dra. Simone Alves Silva
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia / UFRB
Examinador Interno

Prof. Dr. Valdir José de Almeida Fonseca
Instituto Federal Baiano - *Campus Catu*
Examinador Externo

DEDICATÓRIA

A meu herói, meu pai Jurandi Lima e a minha mãe Maria da Solidade, meus exemplos de sabedoria, luta e honestidade sempre ao meu lado, ajudando-me a trilhar meu caminho sempre com dignidade. Vocês são meu orgulho e meu exemplo de vida.

Dedico

A meu amor Matheus, por seu amor e paciência e por estar sempre ao meu lado nos momentos mais difíceis, dando-me apoio com todo carinho e dedicação. Às minhas irmãs Sui, Dai, Di e Lana, a meu irmão Patrick, às minhas sobrinhas Camila e Carol, aos meus sobrinhos Pedro e Marco Antônio que mesmo longe estão sempre presentes me apoiando em momentos essenciais.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar forças nos momentos difíceis e por me reservar uma vida cheia de desafios e vitórias.

Aos meus pais, que mesmo longe sempre me orientaram quais caminhos seguir e nunca mediram esforços para que eu pudesse realizar meus sonhos.

A todos os meus familiares, em especial às minhas irmãs, irmão e sobrinhos que sempre me apoiaram e me deram forças para realização dos meus objetivos.

Ao meu namorado, Matheus, por sua paciência e compreensão nos momentos que estive ausente e por ser tão cuidadoso e carinhoso comigo.

À prof.^a Dr.^a Ana Cristina Vello Loyola Dantas, pela sua orientação e confiança durante o mestrado.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais (RGV) pela oportunidade e aperfeiçoamento.

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

À toda equipe do Laboratório de Fruticultura Tropical (Eliane, Taise, Raisal, Milena, Poliana, Lucas e Kelly) pela grande ajuda nos trabalhos de campo e avaliação dos frutos.

Ao funcionário do campo, Agnaldo, que foi de grande ajuda em todos os momentos da coleta de frutos.

Aos Professores Dr. Ricardo Franco, Dr. Ricardo Cardoso e à Prof.^a Maria Angélica pela colaboração.

À toda equipe do Núcleo de Pesquisa em Pesca e Aquicultura (NEPA), em especial à Profa. Soraia Fontele pela disponibilidade e liberação do laboratório para realização das análises.

Aos técnicos de laboratórios da UFRB pelo auxílio durante as análises em especial à Elisângela, técnica do laboratório de Fruticultura.

Ao pessoal do Núcleo de Melhoramento Genético e Biotecnologia (NBio), por ajudar no desenvolvimento da pesquisa, em especial Elaine, Helisson e à Prof.^a Simone Alves.

À Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas - Bahia), pelo apoio técnico e concessão do uso de suas instalações, e ao pessoal do Laboratório de Biologia Molecular, em especial à Sandra e Andressa pela compreensão e auxílio nas análises.

Ao amigo Antonio Leandro por ter contribuído nas análises.

A todos os amigos que estiveram comigo durante este trajeto, em especial Thiago Viana, Monikuelly, Juliana, João Paulo, Francis, Paula e João Guilherme.

Aos colegas e amigos que ingressaram comigo no Mestrado, Paulo Henrique e Manassés.

E a todos aqueles que contribuíram ao longo desta caminhada para que eu pudesse alcançar essa conquista, Muito Obrigada!

EPÍGRAFE

“Não é sobre ter
Todas as pessoas do mundo pra si
É sobre saber que em algum lugar
Alguém zela por ti...
... É sobre dançar na chuva de vida
Que cai sobre nós
É saber se sentir infinito
Num universo tão vasto e bonito
É saber sonhar...
... Não é sobre chegar no topo do mundo
E saber que venceu
É sobre escalar e sentir
Que o caminho te fortaleceu
É sobre ser abrigo
E também ter morada em outros corações
E assim ter amigos contigo
Em todas as situações
A gente não pode ter tudo
Qual seria a graça do mundo se fosse assim
Por isso, eu prefiro sorrisos
E os presentes que a vida trouxe
Pra perto de mim
Não é sobre tudo que o seu dinheiro
É capaz de comprar
E sim sobre cada momento
Sorriso a se compartilhar
Também não é sobre correr
Contra o tempo pra ter sempre mais
Porque quando menos se espera
A vida já ficou pra trás
Segura teu filho no colo
Sorria e abraça teus pais
Enquanto estão aqui
Que a vida é trem-bala, parceiro
E a gente é só passageiro prestes a partir.”

Ana Vilela

CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E MOLECULAR DE FRUTEIRAS-PÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

RESUMO: O *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg conhecida como fruteira-pão, é de origem de clima tropical e adaptou-se bem ao clima brasileiro. O presente trabalho teve por objetivo a caracterização morfoagronômica e molecular de fruteiras-pão da coleção da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, Campus Cruz das Almas. As 160 plantas presentes na coleção foram identificadas e avaliadas quanto à altura, diâmetro de copa, diâmetro de enxerto, diâmetro de porta enxerto e diâmetro de caule (quando propagadas por semente e estaca de raiz). Destas, sessenta e três plantas propagadas vegetativamente, foram avaliadas quanto a produção de frutos, propriedade físico-química do fruto e por marcador molecular. Foram coletados cinco frutos por planta, avaliados quanto a: peso, comprimento e diâmetro do fruto; peso, espessura e rendimento de polpa; peso, comprimento e diâmetro do eixo floral e peso da casca. As polpas foram trituradas e homogeneizadas para análises físico-químicas (pH e açúcar total) e químicas (acidez titulável, açúcar redutor e açúcar não redutor, amido, umidade e matéria seca). Inicialmente foi avaliado o melhor estágio de desenvolvimento das folhas para extração do DNA, sendo o E2 o melhor, para extração de DNA seguiu o protocolo de Murray e Thompson (1980) modificado. A identificação do polimorfismo foi realizada pela técnica de Sequência Simples Repetidas (SSR). A caracterização morfoagronômica das plantas permitiu a formação de dois grupos, sendo a característica de maior contribuição para a formação dos grupos o peso de fruto e o peso de polpa. O grupo um foi formado por um indivíduos enquanto no grupo dois ficaram alocadas as demais 62 plantas. Verificou-se reduzida divergência genética nas plantas avaliadas, indicando que algumas delas podem ser clones oriundos da mesma planta matriz. Na caracterização molecular, dos 20 pares de iniciadores testados, 19 foram selecionados para rastreio de genótipos com base no número e qualidade de fragmentos polimórficos produzidos. Nas amostras avaliadas, encontrou-se um total de 73 alelos, com uma média de 3,84 alelos por *locus*. A heterozigosidade média observada e esperada tiveram uma variação de 0,000 a 1,00 e 0,000 a 0,809, respectivamente. O dendrograma obtido pelo método UPGMA na análise molecular revelou a formação de dois grupos distintos. O primeiro grupo foi formado por 8 indivíduos. Todos os demais 55 indivíduos ficaram agrupados no segundo grupo, confirmando a baixa diversidade genética na coleção da UFRB. Os locos de microssatélites foram eficientes para determinar a variabilidade na coleção.

Palavras-chave: Fruteira-pão; diversidade; recursos genéticos, microssatélite

MORPHAGRONOMIC AND MOLECULAR CHARACTERIZATION OF BREADFRUIT TREE OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF RECÔNCAVO OF BAHIA

ABSTRACT: The *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg known as breadfruit, is of tropical climate origin and has adapted well to the Brazilian climate. The present work had the objective of morphoagronomic and molecular characterization of breadfruit from the collection of the Federal University of the Recôncavo of Bahia - UFRB, Cruz das Almas *Campus*. The 160 plants present in the collection were identified and evaluated for height, crown diameter, graft diameter, shoot diameter and stem diameter (when propagated by seed and root cutting). Of these, sixty-three vegetatively propagated plants were evaluated for fruit production, physicochemical properties of the fruit and molecular marker. Five fruits per plant were collected, evaluated for: weight, length and diameter of the fruit; weight, thickness and yield of pulp; weight, length and diameter of the floral axis and bark weight. The pulps were ground and homogenized for physicochemical (pH and total sugar) and chemical analyzes (titratable acidity, reducing sugar and non-reducing sugar, starch, moisture and dry matter). Initially the best stage of leaf development for DNA extraction was evaluated, with E2 being the best for DNA extraction following the modified Murray and Thompson (1980) protocol. The polymorphism identification was performed using the Simple Repeated Sequence (SSR) technique. The morphoagronomic characterization of the plants allowed the formation of two groups, being the characteristic of greater contribution to the formation of the groups the fruit weight and the pulp weight. Group one was formed by one individuals while in group two were allocated the remaining 62 plants. There was reduced genetic divergence in the evaluated plants, indicating that some of them may be clones originating from the same matrix plant. In the molecular characterization of the 20 pairs of primers tested, 19 were selected for genotype screening based on the number and quality of polymorphic fragments produced. In the evaluated samples, a total of 73 alleles were found, with a mean of 3.84 alleles per locus. The observed and expected mean heterozygosity varied from 0.000 to 1.00 and 0.000 to 0.809, respectively. The dendrogram obtained by the UPGMA method in molecular analysis revealed the formation of two distinct groups. The first group consisted of 8 individuals. All the other 55 individuals were grouped in the second group, confirming the low genetic diversity in the UFRB collection. Microsatellite loci were efficient in determining variability in the collection.

Key words: Breadfruit; diversity; genetic resources, microsatellite

SUMÁRIO

Introdução	11
Referências	17
Capítulo 1 - Caracterização morfoagronômica de fruteiras-pão da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia	20
Resumo.....	21
Abstract.....	22
Introdução	23
Material e Métodos.....	25
Resultados e Discussão.....	27
Conclusão	41
Referências.....	41
Capítulo 2 - Caracterização molecular de fruteiras-pão da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia	45
Resumo.....	46
Abstract.....	47
Introdução	48
Material e Métodos.....	49
Resultados e Discussão.....	55
Conclusão	59
Referências.....	59
Considerações Finais	62
Anexos	63

INTRODUÇÃO

A fruticultura é um dos setores de maior importância na agricultura brasileira, sendo responsável por 25% da produção agrícola no país. Além da grande variedade de espécies produzidas em todas as regiões, sob diferentes climas, o incremento da produtividade e as formas de apresentação e industrialização colocam as frutas em destaque no agronegócio. A adoção de sistemas de cultivo mais eficientes, em conjunto com a responsabilidade ambiental e social, impulsiona as cadeias produtivas exportadoras e amplia a oferta de frutas para a população brasileira (REETZ et al., 2015).

Em 2017, teve uma previsão da produção de frutas no Brasil de aproximadamente 44 milhões de toneladas (IBGE, 2016). Esse volume mantém o Brasil como terceiro maior produtor mundial, superado apenas pela China e Índia. Desta forma, a fruticultura segue criando oportunidades para produtores aumentarem suas rendas e gerarem empregos em todo o país.

A região nordeste vem se destacando no setor frutícola, devido às condições climáticas umidade, luminosidade e temperatura mais favoráveis à produção de algumas culturas em comparação às regiões sul e sudeste (LACERDA et al., 2004).

A fruteira-pão (*Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg) é uma espécie frutífera, que se desenvolve muito bem em regiões tropicais. É originária da região indomalásia, principalmente as Ilhas de Java e Sumatra, sendo cultivada em todas as ilhas do arquipélago asiático e das regiões tropicais de todo o mundo (CALZAVARA, 1987).

A planta impressionou os europeus durante suas primeiras viagens para o oeste, sendo considerada um produto hortícola interessante para o consumo humano. No ano de 1787, William Bligh partiu da Inglaterra para o Taiti, onde conseguiu milhares de plantas, as quais foram embaladas em potes e tubos e colocadas a bordo do navio. No entanto, antes do navio partir para a Inglaterra, um motim armado pelos tripulantes, impediu a partida do navio com as plantas. Só em 1792 em uma segunda tentativa o comandante Willian Bligh, conseguiu levar 1200 plantas de fruteira-pão para as Ilhas Ocidentais (MANICA, 2002).

No Brasil, a fruteira-pão chegou em 1801, quando Dom Francisco de Souza Coutinho, governador do estado do Pará, encomendou que trouxesse a

espécie de Caiena - Guiana Francesa para introduzir no país e nesse mesmo ano enviou sementes e mudas para o Maranhão e de lá foi disseminada para outras regiões (SACRAMENTO et al., 2009).

A espécie adaptou-se muito bem às condições climáticas de algumas regiões do país, sendo encontrada da região sudeste ao extremo Norte do Brasil. É cultivada em pomares caseiros no litoral dos Estados da Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, onde é bastante apreciada, desenvolvendo-se melhor nas regiões baixas e chuvosas. No estado do Pará aclimatou-se tão bem, que se tornou praticamente espontânea (CALZAVARA, 1987).

Na polinésia, seu cultivo tem grande importância, a ponto de ser responsável pela sobrevivência de algumas tribos. Mesmo sendo considerada uma das frutas alimentares mais importantes do mundo, devido a seu elevado valor nutricional, por ser rica em carboidrato, no Brasil a fruta é pouco explorada, não tendo importância econômica, sendo cultivada em pequena escala (SACRAMENTO et al., 2009).

Por ser uma árvore altamente produtiva e um alimento bastante nutritivo e barato, a fruta-pão chegou ao Brasil com o intuito de ser usada na alimentação dos escravos. Há relatos de que os escravos diziam que a fruta-pão era extremamente insossa (sem sabor), pela ausência de sabor, rejeitando-a principalmente por terem sido privados de consumir a tão saborosa banana com a chegada da fruta. E talvez por isso, com o fim da escravidão, a fruta-pão acabou tornando-se estigmatizada e pouco utilizada desde então, sendo eliminada da alimentação (BARRETO et al., 2008).

A *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg é conhecida como bread-fruit (inglês), arbol-del-pan, fruto-del-pan (espanhol), árvore-do-pão (português, de Portugal), arbre à pain (francês) e fruteira-pão, fruta-pão no Brasil (MANICA, 2002). Pertence à família Moraceae, que engloba aproximadamente 1500 espécies, separadas em 63 gêneros. No Brasil, do gênero *Artocarpus*, são encontradas outras espécies frutíferas, entre as quais a jaqueira (*A. heterophyllus* Lam), o marang (*A. odoratissima* Lam) e o champedaque (*A. integer* (Thumb) Merr.) (SACRAMENTO et al., 2009).

No Pacífico, existem centenas de plantas cultivadas de fruta-pão, cultivadas para consumo humano, mas apenas algumas delas foram

introduzidas no Caribe por Bligh em sua famosa viagem e não mais de quatro ou cinco cultivares são comumente reconhecidos hoje no Caribe (RAGONE, 1989).

É uma planta de fácil propagação, podendo ser propagada a partir de brotos de raízes, estacas de raiz ou por sementes. Podem também ser enxertadas utilizando várias técnicas, sendo a mais recomendada garfagem. A propagação vegetativa é obrigatória para as variedades sem sementes, e brotos de raiz ou estacas de raiz são os métodos preferidos para ambas as variedades, com e sem sementes (RAGONE, 2006).

A planta é de crescimento rápido, atinge em média 25 a 30 metros de altura, com copa medianamente frondosa com mais de 1,5 m de diâmetro. O tronco é provido de canais, que contém um leite branco, o qual também está presente nas folhas e nas inflorescências (MANICA, 2002).

É uma árvore de vida longa, perene, produzindo frutos sazonais em um período de 4 a 6 meses. Há alguns cultivares que produzem frutas durante todo o ano, mas as cultivares normais produzem uma ou duas colheitas por ano (PURSEGLOVE, 1968).

Possui folhas variando de 39 a 79 centímetros de comprimento e 31 a 54 centímetros de largura, espiraladas, pecioladas, coriáceas, limbo elíptico, lobada, com 9 a 11 lobos, ápice acuminado, base cuneada, pilosa em ambas as faces, nervura mediana proeminente, com 10 a 12 pares de nervura secundárias, pecíolo de 4,5 a 8,5 centímetros de comprimento (SACRAMENTO et al., 2009). Antes de abrir, as folhas são protegidas por uma estípula decídua (MANICA, 2002).

As folhas são verdes escuras, contendo um líquido leitoso, branco e viscoso, possuem muitas folhas menores, localizando-se na parte apical dos ramos, antes de abrir-se, as folhas são protegidas por uma estípula decídua (MANICA, 2002). Apresentam inflorescências monoicas (flores masculinas e femininas na mesma planta, porém em flores diferentes), sendo que as flores masculinas (estaminadas) crescem dentro de uma espécie de clava flexível, de 20 a 30 centímetros de comprimento, com coloração amarelada, já a inflorescência feminina (pistiladas), agrupam-se formando capítulos de conformação subglobosa ou ovoide, composta de inúmeras flores unicarpelares, envolvendo um receptáculo globoso (CALZAVARA, 1987).

O fruto é um sincarpo globoso, com coloração e peso variável, pesando de 1 a 3 kg, com 15 a 20 cm de diâmetro, podendo conter ou não sementes, o que explica a existência de dois grupos, *apyrena* e *seminífera* (CALZAVARA, 1987).

A *Artocarpus altilis* var. *apyrena* é mais conhecida por fruta-pão sem sementes ou fruta-pão de massa, na qual o fruto possui forma globosa, tem de 15 a 20 cm de diâmetro. A casca inicialmente é áspera, recoberta por placas poligonais, cada uma correspondendo a uma flor, tornando-se lisa e amarelecida ao amadurecer (MANICA, 2002).

A *Artocarpus altilis* var. *seminífera* ou fruta-pão de caroço, com semente, é bastante semelhante à variedade anterior, cuja diferenciação encontra-se no fruto, por apresentar na parte externa da casca, inúmeros "picos" e coloração verde-amarelada quando madura, cujo aspecto é muito semelhante ao da jaca. Contém número variável de sementes, podendo atingir de 50 a 60 por fruto. As plantas de frutos com sementes apresentam um porte mais elevado e vigoroso que as sem semente (CALZAVARA, 1987).

Visto como um principal componente dos sistemas agroflorestais da Oceania, onde inúmeras variedades são cultivadas, a fruteira-pão é considerada como multiuso, pois além de servir para alimentação humana, também é utilizada como matéria prima na fabricação de remédios, para exploração da madeira e na alimentação animal (RAGONE, 2006).

A fruta pode ser utilizada na culinária em todos os estágios de maturidade. Na alimentação humana pode ser consumida tanto cozida, como processada para produção de farinha com excelente valor nutritivo, utilizada na panificação. Na variedade *apyrena*, a parte consumida para alimentação é a polpa, enquanto na variedade *seminífera* a parte comestível do fruto é a semente, que são consumidas depois de cozidas (FREITAS, 2012).

A fruta-pão sem sementes tem a polpa rica em calorias, carboidratos, água, vitaminas (B1, B2 e C), cálcio, fósforo, ferro, tem baixo teor de gorduras, além de ser uma boa fonte de antioxidante, sendo sua polpa aproveitada para produção de farinha panificável e fonte para extração de amido (MOREIRA et al., 2007).

A fruta-pão é climatérica e sua qualidade de manutenção é limitada por uma rápida taxa de respiração pós-colheita, com a maturação e amolecimento

dos frutos em apenas 1 a 3 dias de colheita, mantida sob a temperatura ambiente (WORRELL et al., 2002).

Poucos estudos têm sido desenvolvidos com a fruteira-pão no Brasil e não há relatos da diversidade da espécie nas regiões onde são encontradas e cultivadas, poucas também são as pesquisas sobre propagação, plantio e manejo adequado da fruteira-pão, dificultando a exploração, sendo cultivadas apenas em pomares domésticos e quintais (MORTON, 1987).

Caracterização de genótipos é um trabalho de pré-melhoramento de plantas e constitui uma das etapas primordiais para o conhecimento das populações, possibilitando a identificação, seleção e indicação de genótipos superiores para serem usados em programas de melhoramento de plantas e nos cultivos, especialmente abrangendo espécies perenes e em programas de melhoramento (FARIAS NETO et al., 2002).

A caracterização de germoplasma permite tomar dados para descrever, identificar e diferenciar acessos de uma mesma espécie. A caracterização morfológica consiste em mensurar e observar caracteres morfológicos quantitativos e qualitativos, facilmente diferenciáveis a olho nu, denominados de descritores morfológicos, devendo ser realizada logo quando os indivíduos são inseridos nas coleções (BURLE et al., 2010).

Embora a caracterização morfológica apresente limitações relacionadas aos caracteres com herança não aditiva, os quais são altamente influenciados pelo ambiente, essa técnica é utilizada internacionalmente para caracterizar e avaliar distintos genótipos por meio da observação fenotípica dos caracteres (WEILER, 2006).

Os trabalhos de caracterização morfológica são de fundamental importância, pois permite a estimativa da variabilidade dentro de uma coleção de germoplasma, podendo também fornecer informações úteis para o manejo das coleções, através da utilização de descritores (BURLE et al., 2010).

A caracterização molecular permite a geração de uma série de informações a respeito das características intrínsecas do genoma da espécie, o que é de grande importância na conservação seja *in situ* ou *ex situ*, e que vai ser de grande utilidade em qualquer programa de melhoramento genético (AZEVEDO, 2010).

Entre marcadores moleculares, os microssatélites, também denominadas Sequências Simples Repetidas (SSR) são os favoritos para aplicações e estudos genéticos no melhoramento de plantas, principalmente devido a sua natureza multialélica, herança codominante (DECROOCCQ et al., 2003).

O elevado polimorfismo torna os microssatélites uma das melhores opções para uso na caracterização de cultivares, especialmente em germoplasma aparentado e de baixa variabilidade (BORBA et al., 2005). Trata-se de uma técnica simples e eficiente, baseada em informações dos microssatélite (REDDY et al. 2002).

Marcadores baseados em microssatélites apresentaram elevados níveis de polimorfismo em várias espécies de *Artocarpus*, inclusive *A. altilis* e o sucesso verificado em amplificação indica a potencialidade desses marcadores para ampla utilização em outras espécies do gênero (WITHERUP et al., 2013).

Novos conhecimentos sobre a variabilidade genética da fruta-pão são relevantes para o desenvolvimento e exploração racional desta cultura subutilizada. Deste modo, o estudo teve por objetivo a caracterização morfoagronômica e molecular das fruteiras-pão da coleção de trabalho da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, V. C. R. **Manual de curadores de germoplasma vegetal: caracterização molecular**. 314 ed. Brasília-DF, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. P.17.

BARRETO, M.; ORMINDO, P. **Árvores notáveis, 200 anos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, Andrea Jakobsson Estúdio, 2008. p.295.

BORBA, R. DA S.; GARCIA, M. S.; KOVALLESKI, A.; OLIVEIRA, A. C.; ZIMMER, P. D.; BRANCO, J. S. C.; MALONE, G. Dissimilaridade genética de linhagens de *Trichogramma Westwood* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

através de marcadores moleculares ISSR. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.34, n.4, p.565-569, 2005.

BURLE, M. L.; OLIVEIRA, M. S. P. **Manual de curadores de germoplasma vegetal: caracterização morfológica**. 312 ed. Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. p.15.

CALZAVARA, B. B. G. **Fruticultura Tropical: a fruta-pão**. 6 ed. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 1987. p.279.

DECROOCQ, V.; FAVÉ, M.; HAGEN, L.; BORDENAVE, L.; DECROOCQ, S. Development and transferability of apricot and grape EST microsatellite markers across taxa. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.106, n.5, p. 912-922, 2003.

FARIAS NETO, J. T.; YOKOMIZO, G.; BIANCHETTI, A. Coeficientes de repetibilidade genética de caracteres em pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.731-733, 2002.

FREITAS, J. B. T. **Pão em árvore: um estudo sobre a fruta-pão *Artocarpus sp.* no brejo paraibano**. 2012. 35 f. Trabalho de Conclusão do Curso em Agronomia - Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2012.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, dezembro, 2016.

LACERDA, M. A. D.; LACERDA, R. D.; ASSIS, P. C. O. A participação da fruticultura no agronegócio brasileiro. **Revista Bio Ciência da Terra**, Paraíba, v.4, n.1, 2004.

MANICA, I. **Frutas nativas, silvestres e exóticas 2: técnicas de produção e mercado feijoa, figo-da-índia, fruta-pão, jaca, lichia, mangaba**. 2 ed. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2002. p.541.

MOREIRA, D. K. T.; CARVALHO, A. V.; OLIVEIRA, J. A. R.; MARTINS, L. H. S.; SILVA, Z. R.; GONÇALVES, A. C. S. Caracterização físico-química de fruta-pão (*Artocarpus altilis*) da variedade apyrena. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 7, 2007, Campinas. **Ciência e tecnologia de alimentos em benefício a sociedade: ligando a agricultura à saúde...** Campinas, 2007. p.1.

MORTON, J. Breadfruit, In: MORTON, J. **Fruits of warm climates**. Florida, p. 50-58, 1987.

PURSEGLOVE, J.W. *Artocarpus altilis*. In: **Tropical Crops. Dicotyledons**. Longman, London, p. 379, 1968.

RAGONE, D. *Artocarpus altilis* (breadfruit). In: ELEVITCH, C. R. **Traditional Tree Initiative: Species Profiles for Pacific Island Agroforestry**. 2 ed. Holualoa-Hawai: Permanent Agriculture Resources, 2006. p.17.

RAGONE, D. **Status of the breadfruit collections at Kahanu Gardens**. Bull National Tropical Botanical Garden 19, Hana-Hawai, 1989.

REDDY, M.P.; SARLA, N.; SIDDIQ E. A. Inter simple sequence repeat (ISSR) polymorphism and its application in plant breeding. **Euphytica**, Holanda, v.128, n.1, p.9-17, 2002.

REETZ, E. R.; KIST, B. B.; SANTOS, C. E.; CARVALHO, C.; DRUM, M. **Anuário brasileiro da fruticultura 2015**. Gazeta Santa Cruz, 104 p.: il., Santa Cruz do Sul, 2015.

SACRAMENTO, C. K.; LEITE, J. B. V.; CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. Fruta-pão. In: SANTOS-SEREJO, J. A.; DANTAS, J. L. L.; SAMPAIO, C. V.; COELHO, Y. S. **Fruticultura tropical: espécies regionais e exóticas**. 1 ed. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p.185-200.

WEILER, R. L. **Caracterização morfológica, citogenética e molecular de uma população de tangerineiras híbridas de 'Clementina Fina' (*Citrus clementina* Hort. ex Tan.) e 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Ten.).** 2016. 78 f. Dissertação de Mestrado em Fitotecnia - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, 2006.

WITHERUP, C.; RAGONE, D.; WIESNER-HANKS, T.; IRISH, B.; SCHEFFLER, B.; SIMPSON, S.; ZEE, F.; ZUBERI, M.I.; ZEREGA, N.J.C. Development of Microsatellite Loci in *Artocarpus altilis* (Moraceae) and Cross- Amplification in Congeneric Species. **Applications in Plant Sciences**, v.1, n.7, 2013.

WORRELL, D. B.; CARRINGTON, C.M.S.; HUBER, D. J. Growth, maturation and ripening of breadfruit, *Artocarpus altilis* (Park) Fosb. **Science Horticulture**, v.76, n.1-2, p.17-28, 1998.

CAPÍTULO 1

**CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE FRUTEIRAS-PÃO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA**

CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE FRUTEIRAS-PÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

RESUMO: A fruteira-pão (*Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg) é originada nas ilhas do Pacífico e se adaptou bem às condições tropicais do Brasil. O presente trabalho teve por objetivo a caracterização morfoagronômica de fruteiras-pão da coleção da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, *Campus* de Cruz das Almas. As 160 plantas presentes na coleção foram identificadas e avaliadas quanto à altura, diâmetro de copa, diâmetro de enxerto, diâmetro de porta enxerto e diâmetro de caule (quando propagadas por semente e estaca de raiz). Destas, sessenta e três plantas da coleção, obtidas por enxertia e estaquia, foram avaliadas quanto à produção e caracterização de fruto. Foram coletados cinco frutos por planta, os quais foram avaliados quanto a: peso do fruto, comprimento e diâmetro do fruto, espessura e peso da polpa, rendimento de polpa, comprimento e diâmetro do eixo floral, peso do eixo e da casca. As polpas foram trituradas e homogeneizadas para análises químicas (acidez titulável, açúcar redutor, açúcar não redutor, amido, umidade e matéria seca) e físico-químicas (pH e açúcar total). Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva, análise multivariada de agrupamento e obtidas correlações entre as características. Os frutos apresentaram peso médio de 692,90 g com 28,87 % de teor de amido. As variáveis que mais contribuíram para divergência genética foram peso de fruto (43,82%) seguido por peso da polpa com 40,05%. Verificou-se baixa divergência genética entre as plantas, com a formação de apenas dois grupos principais de dissimilaridade, indicando que algumas das plantas podem ser clones oriundos da mesma planta matriz, as quais possuem grandes semelhanças nas características agrônômicas e nas características dos frutos.

Palavras-chave: *Artocarpus altilis*; enxertia; variabilidade

MORPHONRONOMIC CHARACTERIZATION OF BREADFRUIT TREE OF FEDERAL UNIVERSITY OF RECÔNCAVO OF BAHIA

ABSTRACT: The breadfruit (*Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg) originated in the Pacific islands and adapted well to the tropical conditions of Brazil. The present work had the objective of the morphoagronomic characterization of breadfruit from the collection of the Federal University of the Recôncavo of Bahia - UFRB, Cruz das Almas *Campus*. The 160 plants present in the collection were identified and evaluated for height, crown diameter, graft diameter, shoot diameter and stem diameter (when propagated by seed and root cutting). Of these, sixty - three plants of the collection, obtained by grafting and cutting, were evaluated for fruit production and characterization. Five fruits per plant were collected, which were evaluated for: fruit weight, fruit length and diameter, pulp thickness and weight, pulp yield, length and diameter of the floral axis, axle and bark weight. The pulps were ground and homogenized for chemical analyzes (titratable acidity, reducing sugar, non-reducing sugar, starch, moisture and dry matter) and physicochemical analyzes (pH and total sugar). The data were submitted to descriptive statistical analysis, multivariate cluster analysis and correlations were obtained between the characteristics. The fruits had an average weight of 692.90 g with 28.87% starch content. The variables that contributed the most to genetic divergence were fruit weight (43.82%) followed by weight of the pulp with 40.05%. There was a low genetic divergence between plants, with only two main groups of dissimilarity, indicating that some of the plants may be clones from the same plant, which have great similarities in the agronomic characteristics and the characteristics of the fruits.

Key words: *Artocarpus altilis*; grafting; variability

INTRODUÇÃO

O *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg, comumente conhecida como fruteira-pão é uma *Moraceae*, de origem Indomalásia, especificamente as ilhas de Java e Sumatra. Em 1801, o então governador do estado do Pará, Dom Francisco de Souza Coutinho, encomendou que trouxesse a espécie de Caiena, sendo introduzida no Brasil e disseminada para outras regiões do país (SACRAMENTO et al., 2009). A espécie adaptou-se muito bem às condições climáticas de algumas regiões do Brasil, sendo encontrada em pomares caseiros na região nordeste (CALZAVARA, 1987).

A fruteira-pão é uma espécie frutífera de crescimento rápido, atinge em média 25 a 30 metros de altura, com copa medianamente frondosa, com folhas grandes, variando de 40 a 75 centímetros de comprimento e 25 a 45 centímetros de largura. As inflorescências são monoicas, de coloração amarelada (MANICA, 2002). Possui um fruto do tipo sincarpo globoso, com coloração e peso variável, pesando de 1 a 3 kg, com 15 a 20 cm de diâmetro, com ou sem sementes, o que explica a existência de duas variedades. *Artocarpus altilis* variedade *apyrena*, conhecida como fruteira-pão sem sementes ou fruteira-pão de massa e *Artocarpus altilis* variedade *seminifera*, a fruteira-pão com semente, mais conhecida como fruteira-pão de caroço. As plantas da variedade seminífera apresentam um porte mais elevado e vigoroso que as plantas que produzem frutos sem semente (CALZAVARA, 1987).

A polpa da fruta-pão sem sementes é rica em calorias, carboidratos, água, vitaminas (B1, B2, C), cálcio, fósforo, ferro, com baixo teor de gorduras. O fruto in natura é utilizado na culinária, em vários tipos de receitas, é rica em carboidrato e uma boa fonte de minerais e vitaminas. Na alimentação humana pode ser consumida tanto cozida, como processada para produção de farinha com excelente valor nutritivo, utilizada na panificação (FREITAS, 2012).

A propagação vegetativa é obrigatória para as variedades sem sementes, e brotos de raiz ou estacas de raiz são os métodos mais utilizados para ambas as variedades, com e sem sementes (RAGONE, 2006). No entanto, várias técnicas de enxertia podem ser utilizadas. Santana et al., (2014) verificaram sucesso na enxertia pelo método de garfagem no topo em fenda cheia.

Apesar de ser considerada uma das frutas alimentares mais importantes do mundo, devido ao elevado valor nutricional, no Brasil o cultivo da frutífera é quase inexistente, sendo cultivada apenas em pomares caseiros, principalmente na região nordeste, onde as condições edafoclimáticas favorecem o cultivo e produção. (SACRAMENTO et al., 2009).

Poucos são os estudos desenvolvidos com a espécie no Brasil envolvendo propagação, plantio e manejo adequado da fruteira-pão, dificultando a exploração e pouco se conhece sobre a diversidade da espécie nas regiões. Ribeiro (2015) identificou divergência em plantas de fruta-pão oriundas da região do Recôncavo baiano, a partir da caracterização morfológica dos frutos.

A caracterização de genótipos constitui uma das etapas primordiais para o conhecimento das populações, permitindo a identificação, a seleção e indicação de genótipos superiores para serem usados nos cultivos, especialmente abrangendo espécies perenes (FARIAS NETO et al., 2002).

A caracterização morfológica é de fundamental importância, pois permite a estimativa da variabilidade dentro de uma coleção de germoplasma, sendo muito útil para identificar e fornecer uma medida de integridade genética de acessos, podendo também fornecer informações uteis para o manejo das coleções, através da utilização de descritores (BURLE et al., 2010).

Diante da importância que a espécie tem como recurso fitogenético e de ser pouco difundida no Brasil, verificou-se a necessidade da realização deste trabalho, que teve por objetivo a caracterização morfoagronômica das fruteiras-pão da coleção da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações foram realizadas em plantas de fruta-pão estabelecidas na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), *Campus* de Cruz das Almas, em junho de 2012. O município está localizado nas coordenadas 12° 40' 12" de latitude sul e 39° 06' 07" de longitude oeste, com 220 m de altitude, temperatura média anual de 24,5° C, umidade relativa do ar média de 81%. O clima é tropical quente e úmido, com pluviosidade média anual de 1170 mm, com variações entre 900 e 1300 mm, sendo os meses de março a agosto os mais chuvosos e de setembro a fevereiro os mais secos. A temperatura média anual é de 24,5°C e umidade relativa de 80% (REZENDE, 2004).

A coleção está constituída por 160 plantas de fruta-pão, sendo 123 da variedade *apyrena*, provenientes de propagação vegetativa (80 obtidas por enxertia e 43 por estaca de raiz) e 37 da variedade *seminífera*, oriundas de reprodução sexuada. Inicialmente, as plantas foram identificadas e avaliadas aos três anos de idade, quanto à altura, diâmetro da copa, diâmetro do enxerto, diâmetro de porta enxerto e diâmetro de caule (quando propagadas por semente e estaca de raiz).

A avaliação da produção de frutos e das características de fruto ocorreu em 63 plantas da variedade *apyrena*, sendo 56 propagadas por enxertia e sete por estaquia. De cada planta, foram coletados cinco frutos em ponto de colheita próprio para consumo ("de vez") e avaliados quanto a características morfológicas, físico-químicas e químicas. No laboratório de fruticultura da UFRB, os frutos foram lavados em água corrente com auxílio de bucha e secos naturalmente, realizando-se as medidas físicas externas: peso do fruto (kg), em balança digital, comprimento de fruto (cm) e diâmetro do fruto (cm), com o auxílio de réguas, tomadas entre o ápice e a inserção do pedúnculo, e na porção mediana do fruto, respectivamente (Figura 1). Em seguida os frutos foram cortados ao meio no sentido longitudinal com o auxílio de facas e avaliados quanto à: espessura de polpa (cm), comprimento do eixo floral (cm) e diâmetro do eixo floral (cm). As medidas de espessura de polpa e diâmetro de eixo floral foram tomadas na porção média do fruto (Figura 2). Os frutos foram

então fatiados e descascados, retirando-se o eixo floral (Figura 3), obtendo-se as medidas de: rendimento (%) e peso de polpa (kg), peso do eixo floral (kg), peso da casca (kg). O rendimento de polpa (%) foi obtido a partir dos pesos do fruto e da polpa. As polpas foram cortadas em pedaços menores, homogeneizadas, e uma amostra de 500 g foi congelada para proceder com as análises físico-químicas e químicas.



Figura 1. Pesagem (A); medição do diâmetro (B) e medição de comprimento de fruta-pão (C).

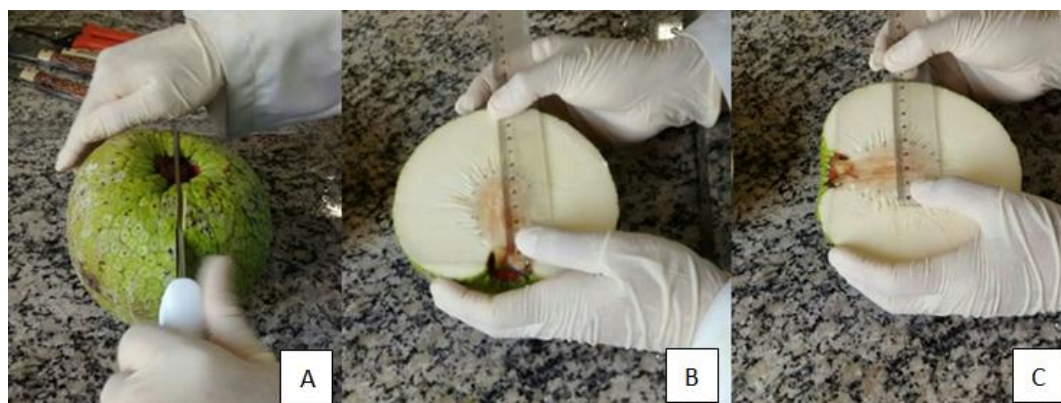


Figura 2. Corte (A); medição do comprimento do eixo floral (B); medição do diâmetro do eixo floral e espessura de polpa (C) de fruta-pão.



Figura 3. Retirada do eixo floral (A) e da casca de fruta-pão (B).

As polpas foram descongeladas em temperatura ambiente e trituradas em liquidificador industrial para análises químicas e físico-químicas: pH, com pHgâmetro; acidez titulável (%), expressa em ácido ascórbico; açúcares totais (%), açúcares redutores (%) e não redutores (%), teor de amido (%), conforme recomendação do Instituto Adolfo Lutz (2008). As análises físico-químicas e químicas foram realizadas em triplicata.

Os dados foram analisados por estatística descritiva, alcançando-se medidas de centralidade e de dispersão: valores mínimos, médios e máximos, assim como amplitude, coeficiente de variação e desvio padrão, utilizando-se o procedimento PRINCOMP do SAS - *Statistical Analysis System*, versão 9.0 (SAS Institute, 2003) e o programa computacional Genes (CRUZ, 2013).

Obteve-se o coeficiente de correlação linear entre os caracteres. A análise multivariada foi realizada e 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 contribuição relativa para a dissimilaridade pelo método de SINGH (1981). As análises foram realizadas com base no pacote “NbClust” pertencente ao programa computacional R (CHARRAD et al., 2014) e o dendrograma foi obtido pelo programa MEGA 6 (TAMURA et al., 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, referente às plantas propagadas por enxertia, foi possível verificar que a altura das plantas variou de 2,39 m a 5,66 m, com média 4,03 m. De acordo com Manica (2002), a fruteira-pão tem crescimento rápido e pode atingir em média 25 a 30 metros de altura.

O diâmetro da copa variou de 2,12 m a 5,20 m e média 3,84 m. Quanto ao diâmetro do enxerto e porta enxerto apresentaram variação de 7,26 cm a 20,50 cm e 10,63 cm a 28,40 cm, com média de 13,62 cm e 21,21 cm, respectivamente. O maior coeficiente de variação observado foi para o diâmetro de enxerto (21,60%).

Tabela 1. Valores mínimo e máximo, média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV) para as variáveis quantitativas, altura (ALT.), diâmetro da copa (D. COPA), diâmetro do enxerto (D. ENX.) e diâmetro do porta enxerto (D. P. ENX.), avaliadas em 80 fruteiras-pão (*Artocarpus altilis* (Park) Fosberg) var. *Apyrena*, propagadas por enxertia, aos 3 anos de idade . Cruz das Almas, 2017.

-	ALT. (m)	D. COPA (m)	D. ENX. (cm)	D. P. ENX. (cm)
MÉDIA	4,03	3,84	13,62	21,21
MÍNIMO	2,39	2,12	7,26	10,63
MÁXIMO	5,66	5,20	20,50	28,40
CV (%)	15,00	18,42	21,60	21,27
DP	0,60	0,71	2,94	4,51

As fruteiras-pão propagadas por semente avaliadas possuem alturas de 2,55 m a 6,31 m, com média de 5,21 m, copas com diâmetro de 1,39 m a 6,14 m e diâmetro do caule de 6,68 cm a 27,57 cm (Tabela 2). O diâmetro do caule apresentou o maior coeficiente de variação de 28,71% (Tabela 2).

A tabela 3 apresenta os valores referentes às plantas propagadas por estaca de raiz, o maior coeficiente de variação (28,86%) foi apresentado pela variável diâmetro de caule. A altura variou de 1,44 m a 4,67 m, com média de 3,72 m (Tabela 3). O diâmetro da copa e caule apresentou variação de 0,70 m a 4,37 m e 3,63 cm a 21,59 cm, respectivamente.

Valores superiores foram encontrados nas plantas estudadas por Ribeiro (2015), com altura média de 26,36 m e diâmetro do caule variando de 0,95 a 2,09 m. A altura da planta é de fundamental importância no cultivo agrícola, plantas muito alta dificulta a colheita e o manejo da cultura, podendo inviabilizar a produção.

Tabela 2. Valores mínimo e máximo, média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV) para as variáveis quantitativas, altura (ALT.), diâmetro da copa (D. COPA) e diâmetro do caule (D. CAULE), para 37 plantas de fruta-pão (*Artocarpus altilis* (Park) Fosberg) var. *Seminífera*, propagadas por sementes, aos 3 anos de idade. Cruz das Almas, 2017.

-	ALT. (m)	D. COPA (m)	D. CAULE (CM)
MÉDIA	5,21	4,66	20,39
MÍNIMO	2,55	1,39	6,68
MÁXIMO	6,31	6,14	27,57
CV (%)	19,18	26,24	28,71
DP	1,00	1,22	5,86

Tabela 3. Valores mínimo e máximo, média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV) para as variáveis quantitativas, altura (ALT.), diâmetro da copa (D. COPA) e diâmetro do caule (D. CAULE), avaliadas em 43 plantas de fruta-pão (*Artocarpus altilis* (Park) Fosberg) var. *Apyrena*, propagadas por estaca de raiz, aos 3 anos de idade. Cruz das Almas, 2017.

-	ALT. (m)	D. COPA (m)	D. CAULE (CM)
MÉDIA	3,72	3,06	12,31
MÍNIMO	1,44	0,70	3,63
MÁXIMO	4,67	4,37	21,59
CV (%)	18,65	26,97	28,86
DP	0,69	0,83	3,55

Ao fazer uma comparação entre as plantas propagas por semente, enxertia e estaca de raiz, nota-se um menor coeficiente de variação para todas as variáveis, nas plantas oriundas por enxertia. O fato de as plantas terem sido propagadas por semente reflete em uma maior divergência entre elas, diferente das plantas propagadas por enxertia e estaca de raiz (as quais não se tem conhecimento das plantas utilizadas como planta mãe) sendo assim existe a probabilidade de algumas serem clones provenientes de uma mesma planta matriz, sem divergência entre elas.

A produção de frutos das 63 plantas avaliadas variou 8 a 61 frutos por planta, com média de 28,06 frutos por planta (Tabela 4). Observa-se uma grande variação entre as plantas, porém, em média, os dados são inferiores aos observados por Liu et al. (2014) sob as condições do Havaí, em que foram registrados 45 +/- 10 frutos por planta de quatro anos de idade. Os autores relataram a produção de diferentes variedades e espécies de *A. altilis*, constatando o aumento da produção com a idade da planta.

Falcão et al. (2001), estudando a fenologia e produtividade de fruteira-pão da variedade seminífera (com sementes) em Manaus, constatou um maior pico de frutificação de janeiro a março, época chuvosa. Neste período as árvores chegaram a produzir o máximo de 30 frutos. No período de estiagem de agosto a outubro, as mesmas fruteiras produziram em torno de 10 frutos.

As condições climáticas adversas no período de avaliação do presente trabalho certamente contribuiu para a intensa queda de frutos e consequente produção reduzida registrada, no entanto a ampla variação de produção observada indica a potencialidade da cultura nas condições de Cruz das Almas. Xing et al., 2011 demonstrou em seu estudo que as cultivares atuais de fruta-pão podem sofrer mais o estresse ambiental.

Os frutos avaliados apresentaram peso de 464,16 g a 854,03 g e valor médio de 692,90 g (Tabela 4), diferente do peso encontrado por Latchoumia et al. (2014) para fruta-pão da variedade apyrena, cultivadas na região da Martinica (Indígenas francesas) divididas em áreas climáticas e em duas estações, onde registrou valores superiores, de 1,74 kg na estação seca e 1,81 kg na estação chuvosa.

O comprimento do fruto variou de 9,64 cm a 14,08 cm e o diâmetro de 10,10 cm a 12,56 cm (Tabela 4). Bezerra et al., (2017) relataram comprimento de 15,98 cm e diâmetro de 13,11 cm em trabalhos com fruta-pão em Santa Rita - PB.

Com relação a peso de polpa e espessura de polpa, os valores encontrados ficaram entre 390,70 g a 739,77 g e 3,22 cm a 4,42 cm, respectivamente, inferiores à espessura da polpa encontrada por Latchoumia et al. (2014) de 5,16 cm no período de seca e 5,19 cm na época chuvosa com fruta-pão da variedade apyrena.

Os frutos apresentaram alto percentual de rendimento de polpa com amplitudes de variação de 79,25% a 86,85% e baixo coeficiente de variação de 1,77% (Tabela 4). Em trabalhos desenvolvidos por Jones et al, (2011), no Jardim Botânico Tropical Nacional do Havaí, o rendimento de polpa dos frutos analisados apresentaram, em média, 83,0% de polpa, próximo ao encontrado nos frutos colhidos na região do Recôncavo Baiano.

O eixo floral apresentou variação de peso de 30,23 g a 56,78 g, diâmetro de 3,08 a 4,34 cm e comprimento de 5,02 a 8,00 cm. Valores maiores de comprimento (10,4 cm) e diâmetro de eixo (4,2 cm) foram encontrados por Jones et al. (2013) em frutas-pão cultivadas no Havaí. A amplitude de variação para o caráter peso da casca foi de 43,54 a 101,19 g, com média de 73,71 g (Tabela 4).

Os resultados das análises físico-química e química estão dispostos na Tabela 5. Os coeficientes de variação apresentaram uma amplitude de 1,52% para pH a 30,57%, para o açúcar não redutor.

Os frutos apresentaram potencial hidrogeniônico médio de 6,07, com pequena variação de 5,81 a 6,30 (Tabela 5), valor similar em torno de 6,01, foi descrito por Souza et al., (2012) em fruta-pão cultivados em Santa Rita - PB.

Houve ampla variação para os teores de açúcares, de 4,38% a 14,36 % para açúcar total com valor médio de 7,58. Para açúcares redutor e não redutor, os valores médios encontrados foram de 1,97% e 5,04%, respectivamente (Tabela 5), inferiores aos observados por Ribeiro (2015), de 12,43% de açúcar total, 4,92% de açúcar redutor e 7,53% de açúcar não redutor em fruta-pão no Recôncavo Baiano.

As fruteiras apresentaram, para acidez titulável, uma variação de 0,29 a 0,56 % de ácido ascórbico, com valor médio de 0,42 %, expressa em ácido ascórbico, maior que a encontrada por Mitra & Maity, (2002) onde verificou valores de 0,22 % em *Artocarpus heterophyllus* Lank., cultivadas na Índia.

O valor médio encontrado para teor de amido nos frutos avaliados foi de 28,87%, com variação de 21,25 % a 44,34% (Tabela 5), superior ao encontrado por Huang et al. (2000), de 20,1 %. Esses altos valores de amido, semelhantes aos observados a diversas variedades de mandioca (MENDONÇA et al., 2003) e superiores ao da batata inglesa (QUADROS et al., 2009), confirmam o interesse da fruteira como fonte de alimento.

Tabela 4. Valores mínimo e máximo, média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV) para as variáveis físicas de fruto de 63 plantas de fruta-pão (*Artocarpus altilis* (Park) Fosberg), var. apyrena, propagadas por enxertia e estaca de raiz, proveniente da coleção da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, 2017.

PLANTA	PROD. (un)	PF (g)	CF (cm)	DF (cm)	EP (cm)	PP (g)	RP (%)	DE (cm)	CE (cm)	PC (g)	PE (g)
L1P1	27	464,16	9,64	10,10	3,22	390,70	84,17	3,46	5,78	43,54	30,23
L1P10	21	592,52	11,04	10,84	3,64	497,91	84,03	3,44	6,48	55,56	37,69
L2P1	51	787,42	11,76	12,06	4,14	656,91	83,43	3,80	6,36	81,92	45,91
L2P4	23	762,92	11,52	11,96	4,08	641,35	84,07	3,82	6,20	78,52	45,80
L2P5	25	636,46	10,54	11,52	3,88	530,99	83,43	3,44	5,02	59,07	40,73
L2P10	21	682,42	11,40	11,66	3,92	580,63	85,08	3,64	6,44	63,21	41,47
L2P11	22	643,60	11,24	11,36	3,74	532,67	82,76	3,62	6,48	67,04	41,62
L3P1	39	809,22	11,96	12,22	3,94	667,34	82,47	4,10	6,44	84,22	54,47
L3P2	15	638,90	11,18	11,30	3,88	521,38	81,61	3,24	5,72	75,04	38,89
L3P4	10	629,45	10,88	11,26	3,68	536,28	85,20	3,58	6,42	53,97	37,97
L3P5	19	666,72	11,32	11,30	3,82	563,12	84,46	3,54	6,54	60,36	41,88
L3P6	20	772,94	11,54	12,42	4,10	638,13	82,56	4,06	6,08	85,34	47,10
L3P7	40	711,12	11,28	11,90	3,94	594,37	83,58	3,82	6,46	77,89	44,29
L3P8	19	693,18	11,02	11,82	3,76	580,20	83,70	3,92	6,30	68,48	42,61
L3P9	26	688,14	10,94	11,84	3,82	574,78	83,53	3,98	6,14	71,71	40,36
L3P10	27	690,05	11,48	11,78	3,94	572,24	82,93	3,48	6,10	75,62	39,96
L3P11	32	668,41	11,18	11,66	4,00	552,21	82,62	3,48	5,98	78,87	35,44
L3P12	23	550,60	10,68	10,64	3,52	469,48	85,27	3,44	6,64	43,72	35,86
L4P1	33	729,08	11,48	12,08	3,94	598,79	82,13	3,94	5,98	83,49	42,55
L4P2	12	688,06	12,12	31,00	3,82	561,75	81,64	3,70	6,74	78,25	44,45
L4P4	23	722,43	11,28	11,72	4,14	586,37	81,17	3,56	6,34	88,15	45,87
L4P5	19	761,54	13,10	12,00	4,06	621,74	81,64	3,60	6,28	86,14	44,11
L4P7	29	703,79	11,26	11,86	3,86	587,04	83,41	3,78	6,46	69,87	44,88
L4P8	30	759,02	11,58	12,00	4,18	629,67	82,95	3,68	6,36	84,14	42,09
L4P9	14	691,08	11,16	11,72	4,04	568,37	82,24	3,56	6,12	81,44	39,25
L4P10	33	610,96	10,94	11,22	3,76	508,63	83,25	3,60	6,28	64,06	36,40
L4P11	50	583,26	10,48	11,12	3,72	481,25	82,51	3,58	5,94	63,90	36,18
L5P1	41	795,42	12,08	12,10	4,02	663,69	83,44	3,96	6,82	80,13	48,82
L5P2	42	813,59	11,76	12,28	3,90	673,69	82,80	3,76	6,50	87,15	48,30
L5P3	61	621,01	10,56	11,52	3,80	492,13	79,25	3,86	5,86	69,94	37,06
L5P4	32	696,81	11,42	11,58	3,92	590,93	84,81	3,54	6,52	60,70	41,63
L5P6	19	619,60	11,02	11,08	3,68	518,07	83,61	3,34	6,50	59,77	36,90
L5P7	36	709,34	11,24	11,84	3,90	585,66	82,56	3,84	6,40	77,86	43,37
L5P8	29	705,88	11,48	11,78	4,04	589,66	83,54	3,60	6,44	77,16	36,33

Continua ...

... continuação

PLANTA	PROD. (un)	PF (g)	CF (cm)	DF (cm)	EP (cm)	PP (g)	RP (%)	DE (cm)	CE (cm)	PC (g)	PE (g)
L5P9	31	623,03	10,78	11,11	3,80	505,58	81,15	3,49	6,22	77,99	37,27
L5P10	20	530,27	10,56	10,48	3,54	437,05	82,42	3,32	6,42	59,39	30,61
L5P11	22	551,16	10,38	10,60	3,54	458,97	83,27	4,10	6,20	56,34	33,09
L5P12	29	766,27	11,30	12,10	4,08	632,26	82,51	3,64	6,32	88,47	42,94
L5P25	8	686,30	12,22	11,30	4,06	578,14	84,24	3,08	6,48	70,28	34,93
L6P1	38	706,27	11,14	11,82	3,86	563,35	79,76	4,18	6,14	93,84	46,12
L6P2	57	808,31	11,34	12,50	4,06	651,11	80,55	4,34	6,16	86,73	56,78
L6P3	25	711,35	11,04	11,96	3,86	597,51	84,00	3,84	6,26	68,88	41,98
L6P5	29	616,26	10,98	11,14	3,82	529,10	85,86	3,36	6,48	47,90	35,03
L6P6	15	779,37	11,48	12,10	3,98	631,30	81,00	3,90	6,76	96,01	49,47
L6P7	26	672,93	11,02	11,48	3,80	560,85	83,34	3,96	6,16	65,63	41,86
L6P10	21	612,82	10,54	11,20	3,86	510,03	83,23	3,38	6,16	63,25	36,80
L6P11	17	585,76	10,78	10,92	3,72	488,54	83,40	3,52	6,02	59,98	33,57
L6P12	30	780,65	11,46	11,96	3,98	642,03	82,24	3,96	6,46	82,03	44,55
L7P1	9	828,10	14,08	11,64	4,08	689,62	83,28	3,52	8,00	81,87	54,05
L7P2	35	803,40	12,10	12,04	4,04	648,14	80,67	3,90	6,76	101,19	52,83
L7P3	24	735,15	11,46	12,04	3,86	605,74	82,40	3,96	6,52	82,90	45,87
L7P4	20	670,23	10,84	11,82	3,82	554,33	82,71	3,78	5,92	73,61	37,79
L7P5	18	730,24	11,88	11,72	3,88	598,05	81,90	3,82	6,60	84,86	47,23
L7P6	22	796,83	11,56	12,26	4,20	678,16	85,11	3,84	5,68	71,13	42,98
L7P7	11	560,72	10,76	11,06	3,42	456,32	81,38	3,70	6,40	64,32	37,86
L7P8	11	695,12	11,52	11,54	3,86	575,52	82,79	3,50	6,32	81,07	39,62
L7P9	42	734,58	11,70	11,90	4,08	631,73	86,00	3,68	6,60	80,76	45,17
L7P19 ¹	21	644,03	10,88	11,40	4,12	524,84	81,49	3,16	5,48	80,14	34,24
L7P20 ¹	14	708,02	11,52	11,92	4,04	582,52	82,27	3,86	6,10	77,44	41,46
L7P21 ¹	25	575,79	10,62	11,12	3,68	485,04	84,24	3,64	5,54	66,73	30,77
L7P22 ¹	28	734,87	11,80	11,76	4,16	620,70	84,46	3,52	6,38	70,58	40,14
L7P23 ¹	20	851,78	12,16	12,56	4,38	739,77	86,85	3,44	6,48	86,73	42,54
L7P24 ¹	11	854,03	12,92	12,10	4,42	719,34	84,23	3,42	7,14	87,26	50,34
MÉDIA	26,06	692,90	11,34	11,63	3,90	575,46	83,05	3,67	6,30	73,71	41,56
MÍNIMO	8,00	464,16	9,64	10,10	3,22	390,70	79,25	3,08	5,02	43,54	30,23
MÁXIMO	61,00	854,03	14,08	12,56	4,42	739,77	86,85	4,34	8,00	101,19	56,78
CV (%)	43,64	12,16	6,00	4,33	5,43	12,27	1,77	6,91	6,46	16,90	13,99
DP	11,34	84,29	0,68	0,50	0,21	70,64	1,46	0,25	0,41	12,46	5,82

PROD.= Produção (un); PF= Peso do fruto (g); CF= Comprimento do fruto (cm); DF= Diâmetro do fruto (cm); EP= Espessura da polpa (cm); PP= Peso da polpa (g); RP= Rendimento de polpa (%), DE= Diâmetro do eixo (cm); CE= Comprimento do eixo (cm); PC= Peso da casca (g) e PE= Peso do eixo (g).

Na matéria seca, os valores encontrados apresentaram amplitude de 30,46% a 40,30 %, com média de 35,90% (Tabela 5). O teor de umidade é inversamente proporcional ao teor de matéria seca, como na maioria dos frutos in natura o teor de umidade das frutas-pão avaliadas foi alto, com média de 64,08% e variação entre 59,70% e 69,54% (Tabela 5). Huang et al., (2000) encontraram valores superiores de 73,5% em trabalho sobre a composição nutricional da fruta-pão. Almeida (2015) registrou valores ainda mais altos de 87,73% em estudos com biomassa de fruta-pão verde desenvolvidos no Rio de Janeiro. Certamente, o fato de o trabalho ter sido feito com frutos verdes contribuiu no maior teor de umidade encontrado.

Os caracteres peso de fruto, peso de polpa e peso de eixo apresentaram coeficiente de correlação linear positivo e significativo ao nível de 1% de probabilidade com a maioria dos caracteres, indicando grande associação entre eles (Tabela 6). Os maiores coeficientes de correlação positivos e significativos, superiores a 0,80, foram obtidos entre peso de polpa e peso de fruto (0,99), açúcar não redutor e açúcar total (0,95), peso de fruto e diâmetro de fruto (0,92%), peso de polpa e diâmetro de fruto (0,90%), peso de polpa e espessura de polpa (0,86), espessura de polpa e peso de fruto (0,85), peso de eixo e peso de fruto (0,85), peso de eixo e peso de polpa (0,81), peso de casca e peso do fruto (0,80), diâmetro de fruto e espessura de polpa (0,80%), indicando que o valor de uma variável é diretamente proporcional ao valor da outra. Correlações positivas indicam que as duas características são beneficiadas ou prejudicadas pelas mesmas causas de variação (Tabela 6).

Verifica-se que o peso do fruto poderá proporcionar maior ganho genético quando selecionado, pela facilidade de aferição, diminuindo a interferência do ambiente e por possuir a mais alta correlação com as variáveis peso de polpa, diâmetro de fruto, espessura de polpa, peso do eixo e peso de casca, conforme tabela 6.

Tabela 5. Valores mínimo e máximo, média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV) para as variáveis físico-químicas e químicas de frutos de 63 plantas de fruta-pão (*Artocarpus altilis* (Park) Fosberg), var. *apyrena*, propagadas por enxertia e estaca de raiz, proveniente da coleção de trabalho da UFRB. Cruz das Almas, 2017.

PLANTA	pH	GT (%)	GR (%)	GNR (%)	AT (%)	AM (%)	MS (%)	U (%)
L1P1	6,09	6,38	1,41	4,47	0,43	36,33	38,47	61,53
L1P10	6,05	5,09	1,08	3,60	0,55	32,21	34,17	65,83
L2P1	6,03	6,26	1,31	4,45	0,36	44,34	33,47	66,53
L2P4	6,12	5,59	1,27	3,88	0,39	25,37	30,55	69,45
L2P5	6,03	10,89	1,51	8,44	0,39	31,03	34,71	65,29
L2P10	6,03	7,18	1,44	5,16	0,46	30,60	34,66	64,34
L2P11	5,88	9,57	1,91	6,89	0,48	31,22	37,79	62,21
L3P1	5,92	7,90	2,13	5,19	0,41	31,48	34,30	65,70
L3P2	6,05	6,86	1,98	4,39	0,41	30,29	32,10	67,90
L3P4	6,05	8,20	1,96	5,61	0,43	33,77	37,46	62,54
L3P5	6,09	8,54	2,07	5,82	0,44	31,22	37,08	62,92
L3P6	6,08	7,26	1,89	4,83	0,48	26,84	34,09	65,91
L3P7	5,99	5,96	2,11	3,46	0,51	23,72	36,55	63,45
L3P8	5,94	8,20	2,20	5,40	0,44	29,82	37,47	62,53
L3P9	6,13	6,07	1,65	3,97	0,41	29,82	38,19	61,81
L3P10	6,20	4,68	1,69	2,69	0,43	31,87	36,57	63,43
L3P11	6,09	4,38	1,59	2,51	0,44	29,70	36,73	63,27
L3P12	6,15	5,30	1,25	3,64	0,43	28,33	36,63	63,37
L4P1	6,06	4,93	1,89	2,73	0,39	23,79	34,57	65,43
L4P2	6,04	5,05	1,62	3,08	0,53	24,95	31,44	68,56
L4P4	6,06	7,18	1,56	5,05	0,43	26,37	34,96	65,04
L4P5	6,18	8,42	2,03	5,75	0,34	27,81	36,33	63,67
L4P7	6,11	8,20	2,36	5,25	0,41	21,45	37,36	62,64
L4P8	6,09	7,80	2,09	5,13	0,43	21,25	36,42	63,58
L4P9	6,12	6,72	2,31	3,96	0,44	22,50	36,96	63,04
L4P10	6,20	6,51	2,52	3,59	0,38	34,00	40,30	59,70
L4P11	6,07	8,20	2,78	4,87	0,38	32,55	38,57	61,43
L5P1	6,11	6,65	1,38	4,74	0,39	30,60	33,32	66,68
L5P2	6,13	6,13	2,22	3,51	0,41	34,77	33,09	66,91
L5P3	5,99	9,29	2,97	5,68	0,43	32,55	36,28	63,72
L5P4	6,10	7,61	2,97	4,17	0,41	27,51	36,08	63,92
L5P6	6,01	7,34	1,62	5,14	0,50	23,53	33,61	66,39
L5P7	6,11	7,18	1,70	4,93	0,43	27,81	37,13	62,87
L5P8	6,03	11,49	1,20	9,26	0,41	28,86	37,61	62,39
L5P9	6,09	7,61	1,28	5,69	0,39	30,60	37,30	62,70

Continua...

... continuação

PLANTA	pH	GT (%)	GR (%)	GNR (%)	AT (%)	AM (%)	MS (%)	U (%)
L5P10	6,08	6,07	1,88	3,77	0,55	30,23	37,13	62,87
L5P11	6,13	10,71	1,96	7,87	0,39	27,81	39,35	60,65
L5P12	6,14	8,90	1,54	6,62	0,41	22,83	33,48	66,52
L5P25	6,23	8,65	2,29	5,72	0,36	28,59	37,05	62,95
L6P1	6,04	7,10	2,09	4,50	0,41	31,22	36,10	63,90
L6P2	6,01	6,72	1,44	4,75	0,41	27,66	32,41	67,59
L6P3	6,30	7,52	2,20	4,78	0,55	29,42	39,28	60,72
L6P5	6,13	5,64	2,78	2,57	0,43	30,29	37,27	62,73
L6P6	5,97	7,02	1,98	4,53	0,56	26,37	34,05	65,95
L6P7	6,21	9,02	2,24	6,10	0,39	27,03	37,45	62,55
L6P10	6,22	8,78	2,65	5,51	0,38	29,14	39,64	60,36
L6P11	6,14	8,32	3,79	4,07	0,41	30,00	37,03	62,97
L6P12	6,27	9,43	2,50	6,23	0,36	27,56	37,25	62,75
L7P1	5,81	14,36	3,23	10,01	0,38	25,50	30,46	69,54
L7P2	6,04	7,26	2,22	4,53	0,43	28,07	35,04	64,96
L7P3	5,93	7,34	3,14	3,78	0,41	40,26	36,82	63,18
L7P4	6,06	5,31	1,88	3,08	0,29	42,50	36,07	63,93
L7P5	6,15	6,07	1,59	4,03	0,41	31,87	35,01	64,99
L7P6	5,97	6,65	1,78	4,38	0,43	28,07	36,46	63,54
L7P7	5,94	6,38	1,86	4,06	0,44	23,18	33,83	66,17
L7P8	6,13	8,00	1,91	5,48	0,32	24,95	34,34	65,66
L7P9	6,19	8,00	2,55	4,90	0,36	23,00	34,87	65,13
L7P19 ¹	5,98	9,72	2,09	6,86	0,41	24,09	38,79	61,21
L7P20 ¹	6,02	7,10	1,65	4,90	0,50	23,90	36,25	63,75
L7P21 ¹	6,03	9,57	1,91	6,89	0,38	24,09	35,78	64,22
L7P22 ¹	6,00	9,87	1,41	7,61	0,36	21,25	32,62	67,38
L7P23 ¹	6,02	8,42	1,60	6,13	0,31	33,26	38,54	61,46
L7P24 ¹	6,16	9,29	1,59	6,93	0,36	27,81	37,26	62,74
MÉDIA	6,07	7,58	1,97	5,04	0,42	28,87	35,90	64,08
MÍNIMO	5,81	4,38	1,28	2,51	0,29	21,25	30,46	59,70
MÁXIMO	6,30	14,36	3,79	10,01	0,56	44,34	40,30	69,54
CV (%)	1,52	23,64	27,52	30,57	13,40	16,28	6,13	3,43
DP	0,09	1,79	0,54	1,54	0,05	4,70	2,20	2,19

pH= Potencial hidrogeniônico; GT= Açúcar total (%); GR=Açúcar redutor (%); GNR= Açúcar não redutor (%); AT= Acidez titulável (%); AM= Amido (%); MS= Matéria seca (%); U= Umidade (%).

Por meio do agrupamento UPGMA, com o ponto de corte determinado pela média da matriz de distância apresentado no dendrograma (Figura 6), observa-se a formação de dois grupos distintos. O grupo um foi constituído por apenas uma planta (L7P1). O grupo dois abrangeu os demais indivíduos, constituído por 62 das fruteiras estudadas, sendo elas: L1P1, L1P10, L2P1, L2P4, L2P5, L2P10, L2P11, L3P1, L3P2, L3P4, L3P5, L3P6, L3P7, L3P8, L3P9, L3P10, L3P11, L3P12, L4P1, L4P2, L4P4, L4P5, L4P7, L4P8, L4P9, L4P10, L4P11, L5P1, L5P2, L5P3, L5P4, L5P6, L5P7, L5P8, L5P9, L5P10, L5P11, L5P12, L5P25, L6P1, L6P2, L6P3, L6P5, L6P6, L6P7, L6P10, L6P11, L6P12, L7P2, L7P3, L7P4, L7P5, L7P6, L7P7, L7P8, L7P9, L7P19, L7P20, L7P21, L7P22, L7P23, L7P24. O coeficiente de correlação cofenético medido foi de $CCC = 0,70^{**}$, indicando razoável confiabilidade nos dados obtidos.

A maior distância genética observada foi entre as plantas L1P1 (Grupo 2) e L7P1 (Grupo 1), com uma distância de 0,69. Nota-se uma grande variação nos componentes peso de fruto e peso de polpa (Tabela 6) dessas plantas, indicando que esses caráter contribuiu significativamente para a divergência entre elas.

A menor distância genética entre as plantas avaliadas foi de 0,08 entre as plantas L3P10 e L3P11, presentes no grupo dois. Essas plantas são provenientes de propagação vegetativa e como não se conhece a origem das plantas mãe, existe a possibilidade de elas serem clones oriundos de uma única planta matriz, o que explica não só a similaridade entre elas como a formação de apenas dois grupos.

Na Tabela 7, está disposta a contribuição relativa, segundo Singh (1981), de cada característica para divergência genética entre as plantas estudadas. De acordo com os resultados obtidos, as características que proporcionaram maiores contribuições relativas foram peso de fruto, responsável por 57,02% de contribuição, seguida por peso da polpa com 40,05%.

As variáveis de menor contribuição, que são pouco informativas na caracterização da variabilidade genética existente, foram acidez titulável e rendimento de polpa com 0,02% cada, açúcar redutor com 0,03%, matéria seca com e umidade com 0,04% cada e diâmetro do fruto com 0,05% de contribuição (Tabela 7).

Tabela 6. Coeficientes de correlação linear entre as características avaliadas em frutos de 63 fruteiras-pão (*Artocarpus altilis* (Park) Fosberg), var. *apyrena*, propagadas por enxertia e estaca de raiz, provenientes da coleção de trabalho da UFRB. Cruz das Almas, 2017.

	PROD	PF	CF	DF	EP	PP	RP	DE	CE	PC	PE	pH	GT	GR	GNR	AT	AM	MS
PF	0,13 ^{ns}																	
CF	-0,17 ^{ns}	0,79 ^{**}																
DF	-0,25 [*]	0,92 ^{**}	0,58 ^{**}															
EP	0,06 ^{ns}	0,85 ^{**}	0,68 ^{**}	0,80 ^{**}														
PP	0,10 ^{ns}	0,99 ^{**}	0,79 ^{**}	0,90 ^{**}	0,86 ^{**}													
RP	-0,23 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,03 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,11 ^{ns}												
DE	0,43 ^{**}	0,39 ^{**}	0,04 ^{ns}	0,51 ^{**}	0,05 ^{ns}	0,33 ^{**}	-0,34 ^{**}											
CE	-0,17 ^{ns}	0,41 ^{**}	0,67 ^{**}	0,15 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,43 ^{**}	0,14 ^{ns}	0,04 ^{ns}										
PC	0,16 ^{ns}	0,80 ^{**}	0,59 ^{**}	0,79 ^{**}	0,71 ^{**}	0,72 ^{**}	-0,50 ^{**}	0,39 ^{**}	0,22 ^{ns}									
PE	0,21 ^{ns}	0,85 ^{**}	0,68 ^{**}	0,77 ^{**}	0,56 ^{**}	0,81 ^{**}	-0,23 ^{ns}	0,56 ^{**}	0,49 ^{**}	0,70 ^{**}								
pH	0,01 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	0,00 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	0,18 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	-0,22 ^{ns}							
GT	-0,13 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,23 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,06 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,21 ^{ns}						
GR	0,05 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	0,05 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,12 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,30 [*]					
GNR	-0,15 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,23 ^{ns}	-0,00 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,08 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,05 ^{ns}	-0,23 ^{ns}	0,95 ^{**}	-0,01 ^{ns}				
AT	-0,12 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	-0,21 ^{ns}	0,18 ^{ns}	-0,29 [*]	-0,24 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,19 ^{ns}	-0,30 [*]	-0,12 ^{ns}	-0,28 [*]			
AM	0,22 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	-0,21 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,05 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,21 ^{ns}	0,02 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	-0,19 ^{ns}		
MS	-0,01 ^{ns}	-0,39 ^{**}	-0,45 ^{**}	-0,29 [*]	-0,22 ^{ns}	-0,36 ^{**}	0,18 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	-0,27 [*]	-0,35 ^{**}	-0,51 ^{**}	0,36 ^{**}	0,09 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,02 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,20 ^{ns}	
U	0,01 ^{ns}	0,40 ^{**}	0,45 ^{**}	0,29 [*]	0,22 ^{ns}	0,36 ^{**}	-0,20 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,26 [*]	0,36 ^{**}	0,51 ^{**}	-0,36 ^{**}	-0,09 ^{ns}	-0,23 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,05 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	-1,00 ^{**}

PROD.= Produção (un); PF= Peso do fruto (g); CF= Comprimento do fruto (cm); DF= Diâmetro do fruto (cm); EP= Espessura da polpa (cm); PP= Peso da polpa (g); RP= Rendimento de polpa (%), DE= Diâmetro do eixo (cm); CE= Comprimento do eixo (cm); PC= Peso da casca (g) e PE= Peso do eixo (g); pH= Potencial hidrogênio; GT= Açúcar total (%); GR=Açúcar redutor (%); GNR= Açúcar não redutor (%); AT= Acidez titulável (%); AM= Amido (%); MS= Matéria seca (%); U= Umidade (%). ^{ns} Não significativo; * Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$) e ** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

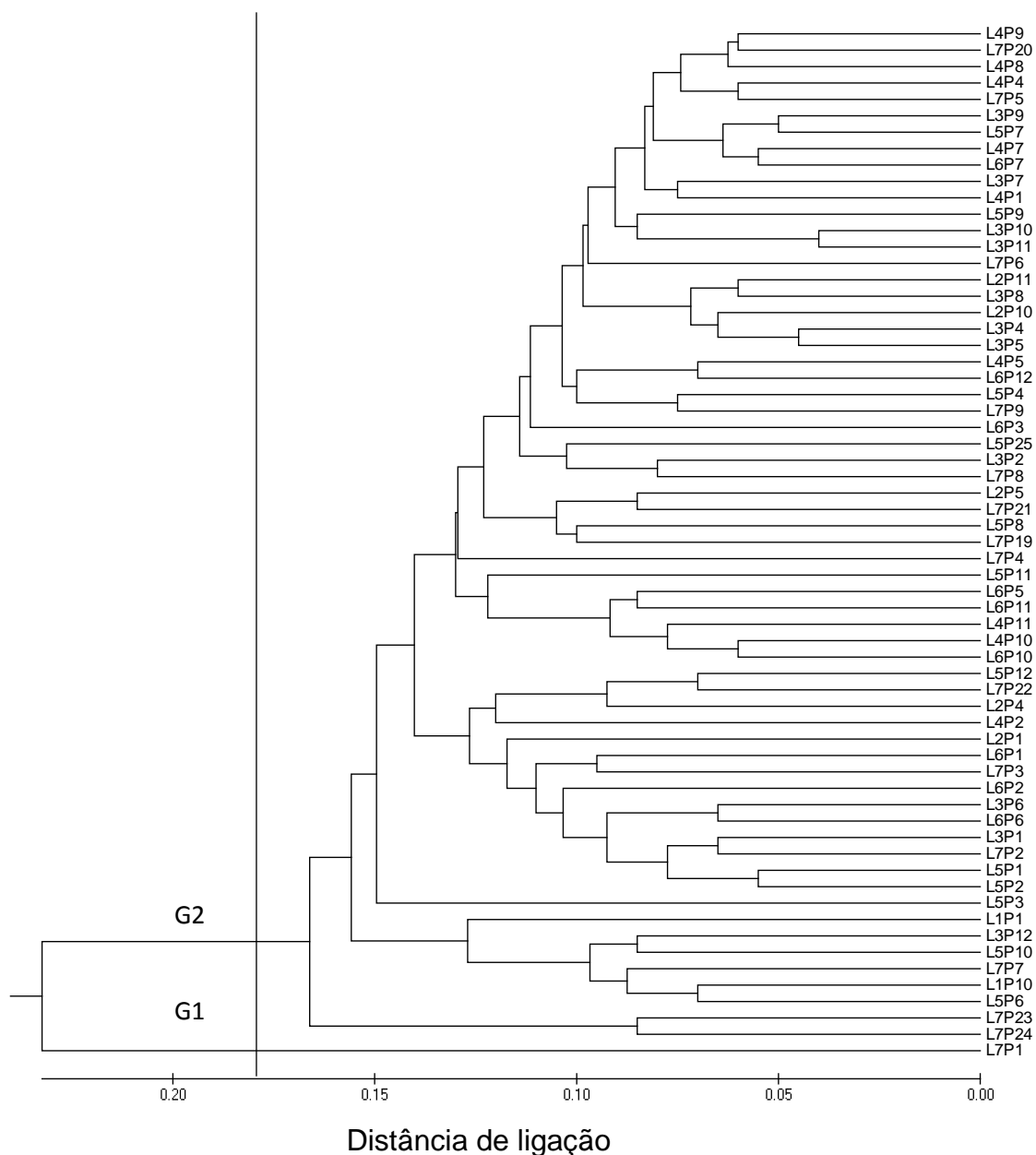


Figura 6. Dendrograma de dissimilaridade genética gerado pelo método UPGMA, com base nas características físicas, químicas e físico-química de frutos de 63 plantas de fruta-pão (*Artocarpus altilis* var. *apyrena*), localizadas na coleção de trabalho da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, campus de Cruz das Almas-BA. Coeficiente de correlação cofenético (CCC) = 0,70**.

Tabela 7. Contribuição relativa segundo Singh (1981), dos caracteres para diversidade genética entre as 63 fruteiras-pão, provenientes da coleção da Universidade federal do Recôncavo da Bahia - UFRB. Cruz das Almas, 2017.

Descritores	S.j	S.j (%)
Produção	505244,00	1,04
Peso do fruto	27750039,05	57,02
Comprimento do fruto	1811,07	0,00
Diâmetro do fruto	24248,82	0,05
Espessura de polpa	175,21	0,00
Peso de polpa	19489589,24	40,05
Rendimento de polpa	8409,91	0,02
Diâmetro de eixo	251,88	0,00
Comprimento de eixo	649,08	0,00
Peso da casca	440,34	1,25
Peso do eixo	605972,79	0,27
Açúcar total	132178,97	0,00
Açúcar redutor	33,44	0,03
Açúcar não redutor	12558,13	0,00
Acidez titulável	757,01	0,02
pH	1159,20	0,00
Amido	9278,24	0,18
Matéria seca	12,46	0,04
Umidade	86311,44	0,04

CONCLUSÕES

Existe baixa divergência fenotípica entre as fruteiras-pão oriundas de propagação vegetativa presente na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. As plantas avaliadas possuem grandes semelhanças nas características morfoagronômicas avaliadas, com a formação de dois grupos de dissimilaridade. Os caracteres peso de fruto e peso de polpa foram os que mais contribuíram para a divergência genética entre as plantas de fruteira-pão avaliadas. O caráter peso do fruto com correlação alta e positiva com caracteres econômicos da espécie, pode ser utilizado como seleção em programa de melhoramento da cultura.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, I. L. G. T.; FEIJÓA, M. B. S.; MARCELLINI, P. S. Desenvolvimento, caracterização e aceitação de brownie de Biomassa de fruta-pão verde. **Journal of Health Sciences**, v.18, n.2, p.144-149, 2016.

BEZERRA, E.A., FEITOZA, J.V.F., CAVALCANTI, M.T. Biometria e características físico-químicas da fruta-pão (*Artocarpus altilis*). **Revista Verde**, v.12, p.100-104, 2017.

BURLE, M. L.; OLIVEIRA, M. S. P. **Manual de curadores de germoplasma vegetal: caracterização morfológica**. 312 ed. Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. p.15.

CALZAVARA, B. B. G. **Fruticultura Tropical: a fruta-pão**. 6 ed. Belém-PA: Museu Paraense Emilio Goeldi, 1987. p.279.

CHARRAD, N.; GHAZZALI, N.; BOITEAU, V.; NIKNAFS, A. NbClust - An R Package for Determining the Relevant Number of Clusters in a Data Set. **Journal of Statistical Software**, v.6, n.6, p.1-36, 2014. Disponível em: <<http://www.jstatsoft.org/v61/i06/>>. Acesso em: 30 jun. 2017.

CRUZ, C. D. Genes - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013

FALCÃO, M. A.; CLEMENT, C. R.; GOMES, J. B. M.; FLORES, W. B. C.; SANTIAGO, F. F.; FREITAS, V. P. Fenologia e produtividade da fruta-pão (*Artocarpus altilis*) e jaca (*A. heterophyllus*) na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, Manaus, v.31, n.2, p.179-191, 2001.

FARIAS NETO, J. T.; YOKOMIZO, G.; BIANCHETTI, A. Coeficientes de repetibilidade genética de caracteres em pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.731-733, 2002.

FREITAS, J. B. T. **Pão em árvore: um estudo sobre a fruta-pão *Artocarpus* sp. no brejo paraibano**. 2012. 35 f. Trabalho de Conclusão do Curso em Agronomia - Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2012.

HUANG, A. S.; TITCHENAL, C. A.; MEILLEUR, B. A. Nutrient composition of Hawaiian taro corms and breadfruit. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.13, n.5, p.859 - 864, 2000.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas: métodos químicos e físicos para a análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p.1020.

JONES, A.M.P, MURCH, S.J, WISEMAN, J, RAGONE, D. Morphological diversity in breadfruit (*Artocarpus*, Moraceae): insights in to domestication, conservation, and cultivar identification. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 60, n.1, p.175-192, 2013.

JONES, A. M. P.; RAGONE, D; AIONA, K.; LANE, W. A.; MURCH, S. J. Nutritional and morphological diversity of breadfruit (*Artocarpus*, Moraceae): Identification of elite cultivars for food security. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.24, n.8, p. 1091-1102, 2011.

LATCHOUMIA, N.; ADENET, S.; AURORE, G.; ROCHEFORT, K.; BULÉON, A.; FAHRASMANE, L. Composition and Growth of seedless breadfruit *Artocarpus altilis* naturalized in the Caribbean. **Scientia Horticulturae**, v.175, p.187-192, 2014.

LIU, Y., JONES, M.P., MURCH, S.J., RAGONE, D. Crop productivity, yield and seasonability of breadfruit (*Artocarpus* spp. Moraceae). **Fruits**, v.89, p.345-361, 2014.

MANICA, I. **Frutas nativas, silvestres e exóticas 2: técnicas de produção e mercado feijoa, figo-da-índia, fruta-pão, jaca, lichia, mangaba**. 2 ed. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2002. p.541.

MENDONÇA, H.A., MOURA, G.M., CUNHA, E.T. Avaliação de genótipos de mandioca em diferentes épocas de colheita no Estado do Acre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.761-769, 2003.

MITRA, S.K.; MAITY, C.S. 2002. A summary of the genetic resources of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) in west bengal, india. **Acta Horticulturae**, v.27, p.269-271, 2002.

QUADROS, D.A., IUNG, M.C., FERREIRA, S.M.R., FREITAS, R.J.S. Composição química de tubérculos de batata para processamento, cultivados sob diferentes doses e fontes de potássio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, p.316-323, 2009.

RAGONE, D. ***Artocarpus altilis* (breadfruit)**. In: ELEVITCH, C. R. **Traditional Tree Initiative: Species Profiles for Pacific Island Agroforestry**. 2 ed. Honolulu-Hawaii: Permanent Agriculture Resources, 2006. p.17.

REZENDE, J. O. **Recôncavo Baiano, berço da Universidade Federal Segunda da Bahia: passado, presente e futuro**. 1 ed. Salvador: P & A, 2004. p.194.

RIBEIRO, L. O. **Caracterização fenotípica de frutos e seleção de genótipos de fruteira-pão de municípios do Recôncavo Baiano**. 2015. 48 f. Dissertação de

Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, 2015.

SACRAMENTO, C. K.; LEITE, J. B. V.; CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. Fruta-pão. In: SANTOS-SEREJO, J. A.; DANTAS, J. L. L.; SAMPAIO, C. V.; COELHO, Y. S. **Fruticultura tropical: espécies regionais e exóticas**. 1 ed. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p.185-200.

SANTANA, A. R. S.; DANTAS, A. C. V. L.; CARVALHO, P. C. L.; SA, K. S. Enxertia de fruteira-pão em função da idade do porta-enxerto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, n.4, p.996-1001, 2014.

SAS INSTITUTE. **SAS Technical Report. SAS/STAT software: Changes and Enhancement, Release 9.0, Cary NC**. SAS Institute. 2003

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

SNEATH, P. H.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy: The principles and practice of numerical classification**. 2 ed. San Francisco: W. H. Freeman, 1973. p.573.

SOUZA, D.S., SOUZA, J.D.R.P., COUTINHO, J.P., FERRÃO, S.P.B., SOUZA, T.S.A., SILVA, A.A.L. Elaboração de farinha instantânea a partir da polpa de fruta-pão (*Artocarpus altilis*). **Ciência Rural**, v.42, p.1123-1129, 2012.

TAMURA, K.; STECHER, G.; PETERSON, D.; FILIPSKI, A.; KUMAR, S. MEGA 6: molecular evolutionary genetics analysis version 6.0. **Molecular Biology and Evolution**, Oxford, v.30, n.12, p.2725-2729, 2013.

XING, X., KOCH, A.M., JONES, A.M.P., RAGONE, D., MURCH, S., HART, M.M. Mutualism breakdown in breadfruit domestication. **Proc. R. Soc. B**, v.279, p.1122–1130, 2012.

CAPÍTULO 2

**CARACTERIZAÇÃO MOLECULAR DE FRUTEIRAS-PÃO DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA**

CARACTERIZAÇÃO MOLECULAR DE FRUTEIRAS-PÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

RESUMO: O *Artocarpus atilis* (Parkinson) Fosberg, pertencente à família Moraceae, é bem adaptadas às regiões de baixa altitude e chuvosas do Brasil. Os marcadores moleculares são uma ferramenta rápida e eficaz para estudos genômicos, pois detectam o polimorfismo diretamente em nível de DNA e não sofrem influência do ambiente. A divergência genética de 63 fruteiras-pão da variedade *apyrena* presentes na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, *Campus* de Cruz das Almas, foi estudada utilizando marcadores moleculares microssatélites (SSR). De 20 pares de iniciadores avaliados, 19 foram selecionados para rastreio de genótipos com base no número e qualidade de fragmentos polimórficos produzidos. Nas amostras avaliadas, encontrou-se um total de 72 alelos, com uma média de 3,79 alelos por locos e 36 dos alelos encontrados são privativos. A heterozigosidade média observada e esperada tiveram uma variação de 0,000 a 1,000 e 0,000 a 0,809, respectivamente. O Conteúdo de informação polimórfica (PIC) teve média de 0,493, sendo nove dos loci altamente informativos. O dendrograma obtido pelo método UPGMA revelou a formação de dois grupos distintos, indicando baixa divergência genética entre as plantas avaliadas. O primeiro grupo foi formado por oito indivíduos (UFRB-42, UFRB-43, UFRB-44, UFRB-45, UFRB-46, UFRB-47, UFRB-48 e UFRB-49) enquanto todos os demais 55 indivíduos ficaram agrupados no segundo grupo. Os loci de microssatélites foram eficientes na caracterização das plantas e apresentaram polimorfismo para os *A. atilis* var. *apyrena* avaliados.

Palavras-chave: Fruta-pão; microssatélite; diversidade genética

MOLECULAR CHARACTERIZATION OF BREADFRUIT TREE OF FEDERAL UNIVERSITY OF RECÔNCAVO OF BAHIA

ABSTRACT: The *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg, belonging to the family Moraceae, is well adapted to the low altitude and rainy regions of Brazil. Molecular markers are a fast and effective tool for genomic studies because they detect polymorphism directly at the DNA level and are not influenced by the environment. The genetic divergence of 63 breadfruit of the apyrena variety present at the Federal University of the Recôncavo of Bahia (UFRB), Cruz das Almas *Campus*, was studied using microsatellite markers (SSR). Of 20 pairs of primers evaluated, 19 were selected for genotype screening based on the number and quality of polymorphic fragments produced. In the evaluated samples, a total of 72 alleles were found, with a mean of 3.79 alleles per locus and 36 of the alleles found to be private. The observed and expected mean heterozygosity varied from 0.000 to 1.000 and 0.000 to 0.809, respectively. The Polymorphic Information Content (PIC) had an average of 0.493, with nine of the loci highly informative. The dendrogram obtained by the UPGMA method revealed the formation of two distinct groups, indicating low genetic divergence among the evaluated plants. The first group consisted of eight individuals (UFRB-42, UFRB-43, UFRB-44, UFRB-45, UFRB-46, UFRB-47, UFRB-48 and UFRB-49). second group. Microsatellite loci were efficient in the characterization of plants and showed polymorphism for *A. altilis* var. *apyrena* evaluated.

Keywords: Breadfruit; microsatellite; genetical diversity

INTRODUÇÃO

A fruteira-pão (*Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg) pertence à família Moracea, é uma fruteira nativa da Indonésia (Ilhas de Java e Sumatra) e foi amplamente distribuída em regiões tropicais e subtropicais, incluindo Caribe, América do Sul, Ásia do Sul e partes da África (JONES et al., 2012). Foi introduzida no Brasil no ano de 1801, a pedido do então governador do estado do Pará Dom Francisco de Souza Coutinho (MANICA, 2002).

O gênero *Artocarpus* contém várias espécies importantes para agricultura, sendo a fruteira-pão e a jaca (*A. heterophyllus* Lam.) as mais amplamente cultivadas. A fruta-pão é um alimento básico, tradicional na Oceania, e suas espécies progenitoras são *A. camansi* Blanco, *A. mariannensis* Trécul e existem também híbridos (ZEREGA et al., 2004).

A planta tem crescimento rápido, atinge aproximadamente 25 a 30 metros de altura, com copa frondosa e folhas grandes. As inflorescências são monoicas, de coloração amarelada e o fruto é um sincarpo globoso, com coloração e peso variável, pesando de 1 a 3 kg, sem sementes na variedade apyrena e com sementes na variedade seminífera (CALZAVARA, 1987).

A frutífera é valorizada por produzir frutos com elevado teor de amido, e por sua relativa facilidade de cultivo (RAGONE, 1997). A principal forma de utilização da fruteira-pão é na alimentação humana, mas também é usada como matéria prima na fabricação de remédios, para exploração da madeira e na alimentação animal (RAGONE, 2006).

Através da caracterização molecular é possível se obter informações a respeito das características intrínsecas da espécie, o que é de grande importância na conservação seja in situ ou ex situ, e que vai ser de grande utilidade em qualquer programa de melhoramento genético (AZEVEDO, 2010).

Atualmente existem técnicas que permitem fazer distinção direta em nível de DNA, possibilitando acessar a variabilidade genética dentro do pool gênico de espécies cultivadas, assim como identificar a diversidade disponível em bancos de germoplasma (SALLA et al., 2002).

Dentre os diversos tipos de marcadores moleculares, os microssatélites, também denominadas Sequências Simples Repetidas (SSR) são os favoritos para aplicações e estudos genéticos no melhoramento de plantas, principalmente devido

a sua natureza multialélica, herança codominante e transferibilidade entre espécies (DECROOCQ et al., 2003).

A maior vantagem da utilização de marcadores microssatélites é o elevado polimorfismo revelado, o que o torna uma das melhores opções para uso na caracterização de cultivares, especialmente em germoplasma aparentado e de baixa variabilidade (BORBA et al., 2005).

Marcadores SSR apresentaram elevados níveis de polimorfismo em várias espécies do genero *Artocarpus*, inclusive a *A. altilis* e o sucesso verificado em amplificação cruzada indica a potencialidade desses marcadores para ampla utilização em outras espécies do gênero (WITHERUP et al., 2013).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi realizar a caracterização molecular por meio de marcadores SSR em plantas de fruta-pão propagadas por enxertia e estaquia da coleção de trabalho da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foi realizado teste para identificação do tipo de folha a ser utilizado para extração de DNA. Foram coletadas folhas de seis plantas de fruteira-pão da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em quatro estádios de desenvolvimento, denominados E1, E2, E3 e E4, de jovem a adulta, com coloração variando de verde claro (mais jovem - E1) a verde escuro (mais velha - E4) (Figura 1). As folhas apresentaram comprimento (C) e largura (L) de: E1: C= 14,6 cm/ L= 10,0 cm; E2: C= 20,1 cm/ L= 15,7 cm; E3: C = 31,7 cm/ L = 29,0 cm e E4: C= 42,0 cm/ L= 37,1 cm.



Figura 1. Folhas de fruteira-pão em quatro estádios de desenvolvimento

Em seguida, as folhas foram identificadas e acondicionadas em caixa de isopor e encaminhadas para laboratório, onde foram lavadas em água corrente (Figura 2) e reservadas em bandejas com água, para evitar a desidratação. Após a retirada da nervura, as folhas foram cortadas em tiras, com o auxílio de tesouras (Figura 2). As tiras foram acondicionadas em micro tubos de 2 mL e armazenadas em ultra freezer a -76° por 48 horas, para posterior liofilização (Figura 3).



Figura 2. Preparo de folhas de fruteira-pão para extração de DNA: A – lavagem em água corrente, B - retirada da nervura.

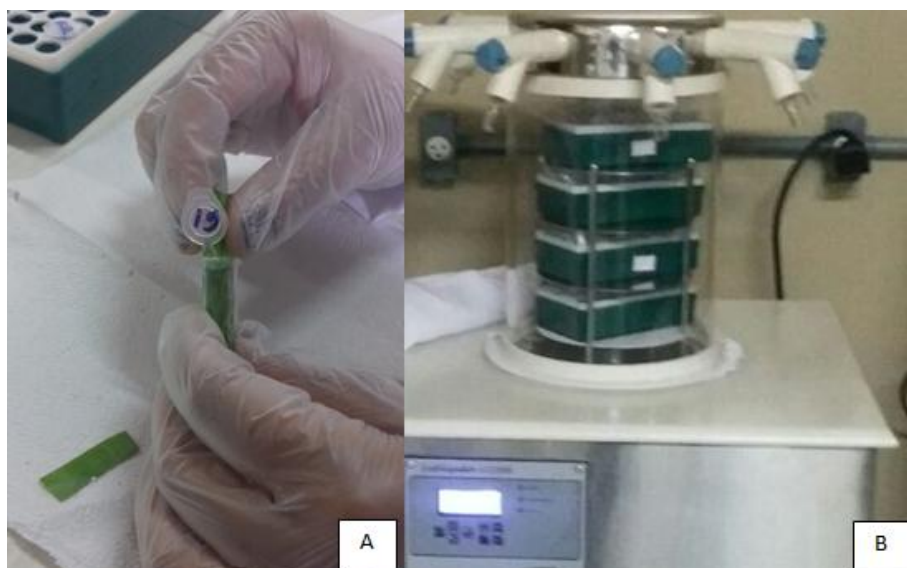


Figura 3. Armazenamento de tiras das folhas de fruteira-pão em micro tubo (A) e liofilização do material, para extração do DNA (B).

Após a liofilização, as folhas foram trituradas com o auxílio de bastões de vidro pontiagudos e armazenadas em freezer para posterior extração do DNA. A extração do DNA (Figura 4) foi realizada seguindo o protocolo de Murray e Thompson (1980) modificado, com visualização do DNA em gel de agarose 1%, corado com brometo de etídio. A quantificação do DNA foi feita por meio de análise visual comparativa das amostras com o DNA Lâmbda. Os melhores resultados foram observados com o uso das folhas no estágio dois (E2) (Figura 5).



Figura 4. Extração de DNA de fruteira-pão seguindo protocolo de Murray e Thompson (1980) modificado.

Definido o melhor tipo de folha para extração de DNA, foram coletadas folhas de 63 plantas de fruteira-pão, sendo 56 propagadas por enxertia e sete obtidas por estaquia cultivadas na UFRB (Tabela 1). Após a coleta, prosseguiu-se com todas as etapas descritas para o preparo das folhas, liofilização e extração de DNA, seguindo o protocolo de Murray e Thompson (1980) modificado. O DNA extraído das 63 plantas foi diluído à concentração de 10 ng/μL e estocado à freezer - 20°C.

Foi avaliado um total de 20 primers microssatélites (WITHERUP et al., 2013). (Tabela 2), com a finalidade de selecionar aqueles com maior polimorfismo, maior número e melhor resolução de bandas para serem utilizados na caracterização molecular das plantas.

Tabela 1. Identificação e localização dos 63 plantas de fruta-pão presentes na coleção da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Cruz das Almas, 2017.

GENÓTIPO	LOCAL	GENÓTIPO	LOCAL	GENÓTIPO	LOCAL
UFRB-01	L1P1	UFRB-22	L4P5	UFRB-43	L6P5
UFRB-02	L1P10	UFRB-23	L4P7	UFRB-44	L6P6
UFRB-03	L2P1	UFRB-24	L4P8	UFRB-45	L6P7
UFRB-04	L2P4	UFRB-25	L4P9	UFRB-46	L6P10
UFRB-05	L2P5	UFRB-26	L4P10	UFRB-47	L6P11
UFRB-06	L2P10	UFRB-27	L4P11	UFRB-48	L6P12
UFRB-07	L2P11	UFRB-28	L5P1	UFRB-49	L7P1
UFRB-08	L3P1	UFRB-29	L5P2	UFRB-50	L7P2
UFRB-09	L3P2	UFRB-30	L5P3	UFRB-51	L7P3
UFRB-10	L3P4	UFRB-31	L5P4	UFRB-52	L7P4
UFRB-11	L3P5	UFRB-32	L5P6	UFRB-53	L7P5
UFRB-12	L3P6	UFRB-33	L5P7	UFRB-54	L7P6
UFRB-13	L3P7	UFRB-34	L5P8	UFRB-55	L7P7
UFRB-14	L3P8	UFRB-35	L5P9	UFRB-56	L7P8
UFRB-15	L3P9	UFRB-36	L5P10	UFRB-57	L7P9
UFRB-16	L3P10	UFRB-37	L5P11	UFRB-58*	L7P19
UFRB-17	L3P11	UFRB-38	L5P12	UFRB-59*	L7P20
UFRB-18	L3P12	UFRB-39	L5P25*	UFRB-60*	L7P21
UFRB-19	L4P1	UFRB-40	L6P1	UFRB-61*	L7P22
UFRB-20	L4P2	UFRB-41	L6P2	UFRB-62*	L7P23
UFRB-21	L4P4	UFRB-42	L6P3	UFRB-63*	L7P24

*= Plantas propagadas por estaca de raiz; L= Número da linha; P= Número da planta.

Tabela 2. Primers* testados em 63 plantas de fruta-pão (*Artocarpus altilis* (Park) Fosberg) var. *apyrena*. Cruz das Almas, 2017.

LOCUS	SEQUENCIA DO PRIMER (5' - 3')	REPETIÇÕES	T ¹ (°C)	T ² (°C)
SSR-01	F: TGTTCTAGCTGCACGAATTATG R: CTTGAATCAAACAGGCCAATTA	(TA)5	59,8	55,0
SSR-02	F: AACAGGGTAAAATCCCTTCAC R: GTTCCCGTTTTGTTCAAAGAG	(CA)15	59,8	55,0
SSR-03	F: AGCATTTCAGGTTGGTGAC R: GTTGTCTGTTTGCCTCATC	(TG)16	59,8	55,0
SSR-04	F: AACCTCCAAACACTAGGACAAC R: AGCTACTTCCAAAACGTGACA	(CA)5, (AT)4	59,8	55,0
SSR-05	F: AACCTCCAAACACTAGGACAAC R: AGCTACTTCCAAAACGTGACA	(AT)9, (CA)6, (AT) 4	59,8	55,0
SSR-06	F: TTCCTATTTCTTGCAGATTCTC R: AGTGGTGGTAAGATTCAAAGTG	(CT)11, (CA)19	59,8	55,0
SSR-07	F: TCAGGGTGTAGCGAAGACA R: AGGGCTCCTTTGATGGAA	(CA)11	59,8	55,0
SSR-08	F: GGACCTCAAGGATGTGATCTC R: ACACGGTCTTCTTTGGATAGC	(CA)14, (TA)7, (TG)3	59,8	55,0
SSR-09	F: CTGGCCTTCAGTTTTGTCAAC R: CACCAGGCTTCAAGATGAAA	(GT)11, (GA)4, (GA)11	59,8	55,0
SSR-10	F: TGCATCATAAGGTTGCTCTG R: TGGGCTTTTTCTGGAAAC	(AG)22	59,8	55,0
SSR-11	F: CCATCCCCCATCTTTCCT R: TCCTCGTTTGCCACAGTG	(CT)25	59,8	55,0
SSR-12	F: CCAACGCATAGCCAAATC R: AAATCCCAAACCCAACGT	(CTT)9, (GA)14, (GA)8	59,8	55,0
SSR-13	F: CTGGTGCTTCAGCCTAATG R: TCAGCGTCAAAGATAACTCG	(GA)3, (GA)5, (GA)8, (GA)13	59,8	55,0
SSR-14	F: GATGGAGACACTTTGAACTAGC R: CACCAGGGTTAAGATGAAAC	(GT)3, (GT)6, (GT)3, (GA)3, (GA)10	59,8	55,0
SSR-15	F: GATGGAGACACTTTGAACTAGC R: CACCAGGGTTAAGATGAAAC	(GT)3, (GT)3, (GA)3, (GA)11	59,8	55,0
SSR-16	F: TACTGGGTCTGAAAAGATGTCT R: CGTTTGCGTTTGGATAAAT	(CT)19	59,8	55,0
SSR-17	F: GGTTCAATTCACACATACAGG R: TTGAGGCTAAAAGAATATGAGG	(GA)15	59,8	55,0
SSR-18	F: ATTTGCATCATGTAGGACA R: GGACACAACGACATTGAC	(CAT)8	59,8	55,0
SSR-19	F: CTTCCCACTAAATGTAAACG R: TCTCAAACAATGGAGTGATC	(TCTA)5	59,8	55,0
SSR-20	F: TCCCCTTCACTTTCCGGAT R: CGATTTGACCCACCATTC	(CTAT)6	59,8	55,0

T¹= Temperatura de anelamento primeiro PCR; T²= Temperatura de anelamento segundo PCR;

SSR= Sequências Simples Repetidas. * Witherup et al. (2013).

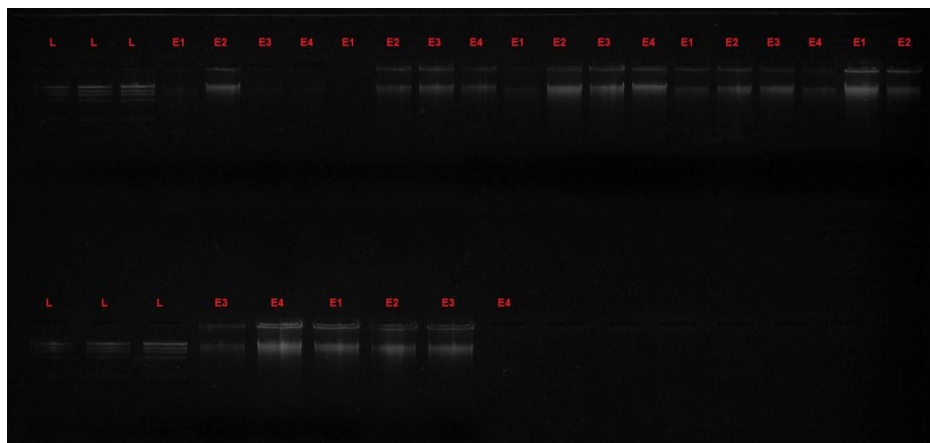


Figura 5. Padrão eletroforético obtido pela quantificação de DNA em 24 amostras de fruteira-pão. L = Marcador Lambda; E = Estádio.

As reações de PCR (Reação em Cadeia da Polimerase) usaram um processo em duas etapas. Em primeiro lugar, as reações de 10 μ l continham: 2,17 μ l de tampão 10x, 1,08 μ l de MgCl₂ 50 mM, 1,74 μ l de DNTP 2,5 mM, 0,5 μ l de Taq DNA polymerase (5U/ μ l), 0,25 μ l de primer forward de 10 μ M, 0,25 μ l de primer reverso 10 μ M, 3 μ l de H₂O e 1 μ l de DNA 10 ng/ μ l. As condições de PCR para o primeiro passo foram 94°C durante 3 min; 13 ciclos a 94°C durante 30 s, temperatura de anelamento de 59,8°C durante 30s e 72°C durante 1 minuto e uma extensão final de 72°C durante 10 min. Ao final dessa primeira etapa a cada reação de PCR de 10 μ l, adicionou-se 1,08 μ l de tampão 10x, 0,665 μ l de MgCl₂ 50 mM, 0,87 μ l de DNTP 2,5 mM, 0,25 μ l de Taq DNA polymerase (5U/ μ l), 0,25 μ l de primer forward de 10 μ M, 0,25 μ l de primer reverso 10 μ M, 1,875 μ l de H₂O ultrapura. As condições de PCR para o segundo passo foram 94°C durante 3 min; 27 ciclos a 94°C durante 30 s, temperatura de anelamento de 55°C durante 30 s e 72°C durante 1 minuto e uma extensão final de 72°C durante 10 min.

Os produtos de PCR foram visualizados em gel de agarose a 3% em tampão TBE 0,5 x conduzido a 100 V por 2 horas e corado com brometo de etídio, para visualização dos fragmentos obtidos. Os tamanhos dos fragmentos amplificados foram definidos pelo marcador DNA Ladder (Promega) de peso molecular 100 pb (Promega), sendo visualizados em transiluminador UV e fotodocumentados.

Foi gerada uma matriz de dados a partir do peso das bandas polimórficas dos marcadores moleculares utilizados, construindo-se uma matriz de dissimilaridade genética, com os recursos computacionais do programa DARwin 6 (PERRIER &

JACQUEMOUD-COLLET, 2006). O conteúdo de informação polimórfica (PIC) foi obtido por meio do programa MolKin v3.0 (Gutiérrez et al., 2005), as frequências alélicas e as heterozigosidades foram calculadas utilizando o programa Genetix (BELKHIR et al., 2001). Para a construção dos dendrogramas, foi utilizado o método de agrupamento UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Average*) por meio do Programa MEGA 7 (KUMAR et al., 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 20 pares de iniciadores testados, 19 forneceram produtos de amplificação nítidos e de boa repetibilidade (Tabela 3). Todos os loci foram polimórficos para pelo menos um genótipo, o padrão eletroforético obtido com os SSR é ilustrado na Figura 6. Teeluck et al. (2016), avaliando a fidelidade genética de fruta-pão, testaram 50 primers Repetição de sequência Inter-Simples (ISSR) e verificaram que apenas 10 produziram bandas claras e reprodutíveis, sendo que seis revelaram 100% de monomorfismo.

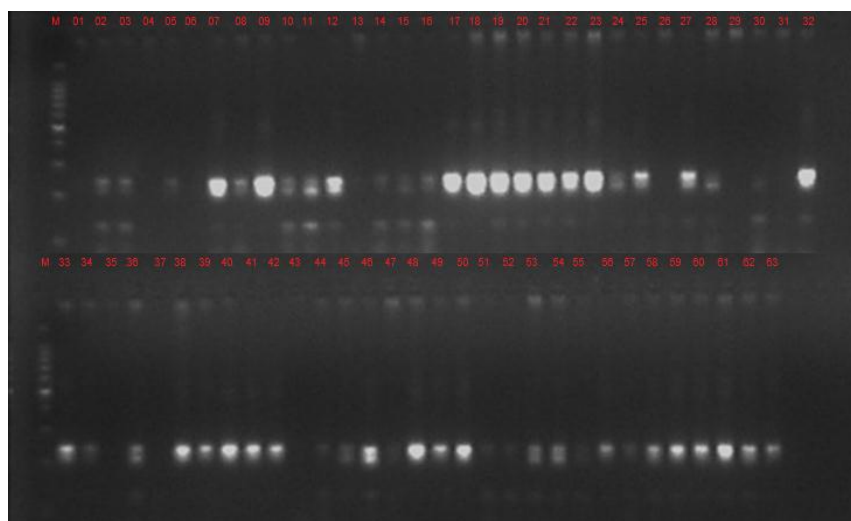


Figura 6. Padrão eletroforético obtido pela amplificação do DNA em 63 genótipos de *Artocarpus altilis* var. *apyrena*, utilizando primer de microssatélite SSR-03. As amostras estão numeradas de acordo com a tabelas 1. M = Marcador Ladder 100 pb.

Nas plantas de fruta-pão avaliadas, encontrou-se um total de 72 alelos, com uma média de 3,79 alelos por locos (Tabela 3), valor médio inferior ao encontrado por Bellis et al. (2016), que descreveram valor médio de sete alelos por locos em seu estudo com fruteiras-pão provenientes de Vanuatu, Nova Caledônia, Polinésia Francesa, Tonga, Samoa e as Ilhas Marianas. A maior diversidade alélica observada foi nos locos SSR-13 e SSR-15, com oito alelos distintos, e a menor no locos SSR-02, com apenas um alelo. Amplitude inferior foi encontrada por Gardner et al., (2015), que obtiveram valores entre 2,0 e 2,5, trabalhando com microsátélites em seqüências de cloroplasto de quatro conjuntos de transcriptome de *Artocarpus*.

Foram encontrados 36 alelos privativos (alelos presentes em um único loco) com média de 1,89 (Tabela 3), resultado próximo ao encontrado por Witherup (2013), que observou 40 alelos privativos em estudos com diversidade genética de *Artocarpus heterophyllus*, com 13 locos de microsátélites. O loco SSR-13 apresentou o maior número de alelos exclusivos, seis no total, com exceção dos locos SSR-05 e SSR-18, todos os demais locos apresentaram alelos privativos (Tabela 3). A presença de alelos exclusivos indica que há fluxo gênico na população. Segundo Bellis et al. (2016), alelos privativos são úteis para detectar mistura entre espécies.

As amplitudes de variação em pares de base (pb) para os loci selecionados foram de 100 a 305 pb, onde as maiores amplitudes encontradas foram para os loci SSR-15 (133 - 270 pb) e SSR-17 (146 - 283 pb), com variação de 137 pb em cada locos. A menor amplitude em pares de bases foi observada no locos SSR-11 (158-163) com apenas 5 pb de variação e o locos SSR-02 que não teve amplitude de variação em pares de base (Tabela 3). Zerega et al. (2015) obtiveram amplitudes de variação em pares de base inferiores, variando de 153 a 307 para indivíduos diploides e 152 a 328 para indivíduos triploides em seu estudo com diversidade de fruteira-pão proveniente da Oceania.

A heterozigosidade observada (H_o) apresentou uma média de 0,37 com variação de 0,000 a 1,000, enquanto a heterozigosidade esperada (H_e) variou de 0,000 a 0,809 com média 0,55. Para a maior parte dos loci, a heterozigosidade observada (H_o) foi menor que heterozigosidade esperada (H_e). Os maiores valores para H_o e H_e foram no locus SSR-15 ($H_o = 1,000$ e $H_e = 0,809$) (Tabela 3).

Trabalhando com marcadores microsátélites em jaca (*Artocarpus hypargyreus*) na China, Liu et al. (2016) obtiveram menor variação para

heterozigosidade observada (0,00 a 0,706) e valores semelhantes para heterozigosidade esperada (0,328 a 0,807).

O Conteúdo informativo de polimorfismo (PIC) estima a capacidade discriminatória do marcador, levando-se em conta o número de alelos identificados e as frequências relativas de cada alelo (MACHADO et al., 2016) e será maior quanto maior for o número de alelos e quanto mais equivalentes as frequências alélicas. O PIC é considerado pouco informativo quando apresenta valores inferiores a 0,25, medianamente informativo com valores entre 0,25 e 0,50 e muito informativo com valores superiores a 0,5 (BOTSTEIN et al., 1980).

Nos loci avaliados o PIC variou de 0,00 (SSR-02) a 0,785 (SSR-15) com uma média de 0,493 (Tabela 3), valor inferior ao estimado por Zerega et al. (2015), que, estudando diversidade em germoplasma de fruta-pão e seus parentes selvagens mais próximos, detectaram um valor médio de PIC de 0,627. De acordo com a classificação sugerida por Ghislain et al. (2004), nove loci dos 19 avaliados foram considerados altamente informativos, com conteúdo de informação de polimorfismo (PIC) superiores a 0,5.

A análise da matriz de dissimilaridade genética e do dendrograma obtido pelo método UPGMA permitiram identificar a formação de dois grupos distintos entre os 63 genótipos de fruteira-pão. O primeiro grupo foi formado por oito genótipos (UFRB-42, UFRB-43 UFRB-44, UFRB-45, UFRB-46, UFRB-47, UFRB-48, UFRB-49). Todos os demais 58 indivíduos ficaram agrupados no segundo grupo (Figura 7).

A maior distância genética observada foi de 0,92 entre os genótipos UFRB-06 (Grupo 2) e UFRB-41 (Grupo 2) e a menor distância observada foram entre os genótipos UFRB-57 (Grupo 2) e UFRB-60 (Grupo 2) com uma distância de 0,16.

Os resultados demonstram a ausência de divergência na coleção de fruteiras-pão da UFRB, e apontam para a necessidade de ampliação da coleção com genótipos divergentes, presentes em áreas da própria região do Recôncavo, bem como oriundos de outras regiões, de forma a introduzir acessos com características de interesse, tanto para consumo *in natura*, como para processamento.

Os iniciadores de sequências simples repetidas permitem a identificação confiável de linhas de clone, que são importantes em culturas propagadas vegetativamente como a fruteira-pão. Por meio dos resultados obtidos com o estudo, nota-se que os marcadores SSR podem ser empregados como ferramentas moleculares para avaliar a divergência genética de *Artocarpus altilis*.

Tabela 3. Produto de amplificação de sete iniciadores SSR, em 63 genótipos de *Artocarpus altilis* var. *apyrena* da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, 2017.

LOCOS	Nº A.	Nº A.p.	Am (pb)	Ho	He	PIC
SSR-01	6	2	200 - 250	0,00	0,78	0,750
SSR-02	1	1	178	0,00	0,00	0,000
SSR-03	4	3	100 - 236	1,00	0,75	0,703
SSR-04	7	2	182 - 230	1,00	0,8	0,771
SSR-05	2	0	200 - 230	1,00	0,50	0,375
SSR-06	2	1	171 - 186	1,00	0,51	0,396
SSR-07	3	2	150 - 175	0,00	0,46	0,427
SSR-08	3	2	119 - 150	0,00	0,64	0,571
SSR-09	2	2	273 - 282	0,00	0,49	0,371
SSR-10	2	1	271 - 283	0,00	0,42	0,329
SSR-11	2	2	158 - 163	0,00	0,44	0,346
SSR-12	2	2	279 - 292	0,00	0,41	0,326
SSR-13	8	6	256 - 305	0,00	0,77	0,748
SSR-14	7	1	196 - 230	1,00	0,76	0,734
SSR-15	8	4	133 - 270	1,00	0,80	0,785
SSR-16	5	1	184 - 210	0,00	0,59	0,551
SSR-17	2	1	146 - 283	1,00	0,50	0,375
SSR-18	2	0	192 - 200	0,00	0,30	0,262
SSR-19	4	3	169 - 185	0,00	0,61	0,542
MÉDIA	3,79	1.89	-	0,37	0,55	0,493

Nº A= Número de alelos; Nº Ap= Número de alelos privativos; Am= Amplitude do locus; Ho= Heterozigidade observada ($p \leq 0,001$); He= Heterozigidade esperada ($p \leq 0,001$); PIC= Conteúdo de informação polimórfica.

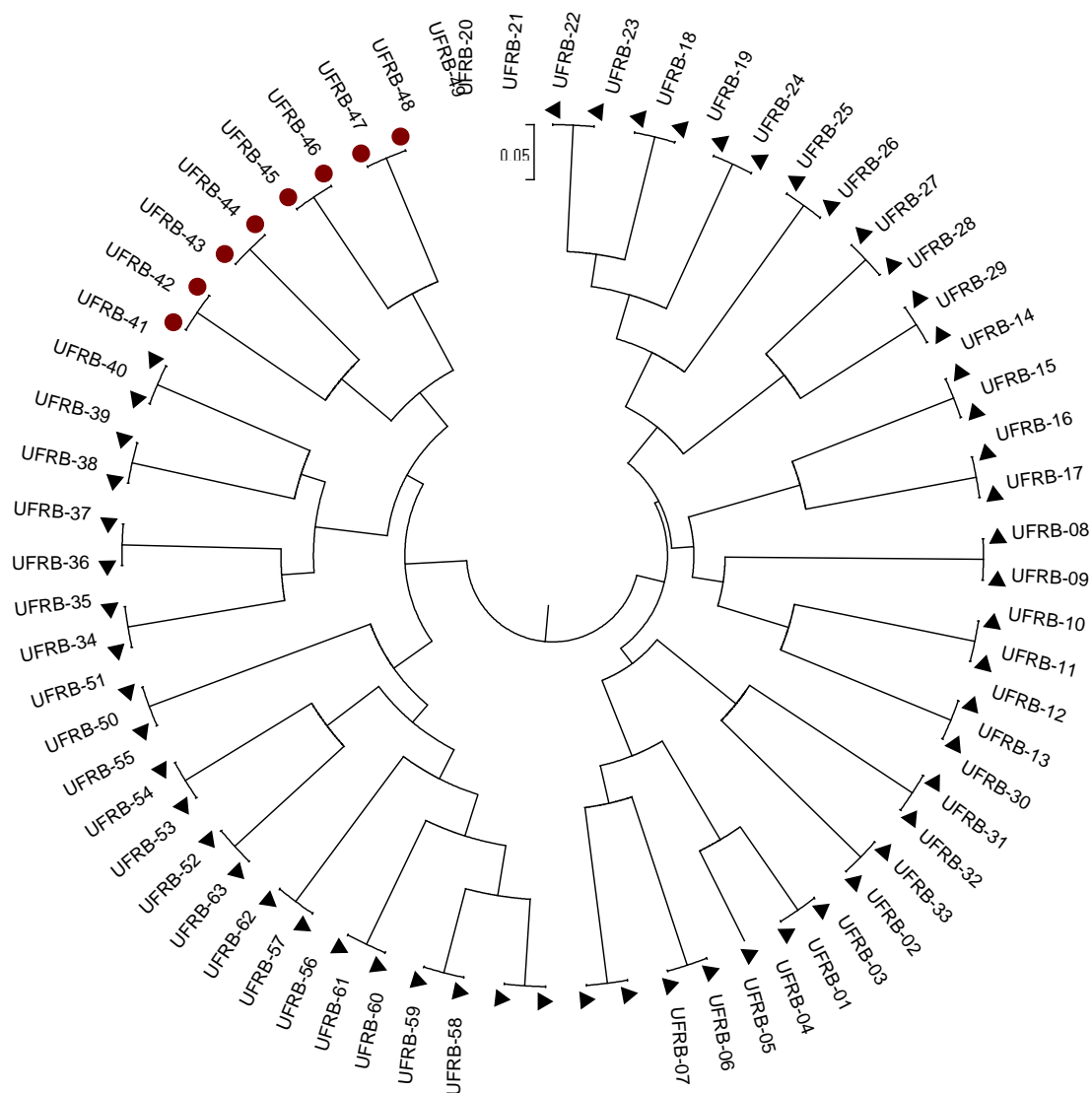


Figura 7. Dendrograma de 63 genótipos de *Artocarpus Atilis* var. *apyrena* da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, construído a partir dos produtos de amplificação de sete primers SSR, pelo método de agrupamentos UPGMA - (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Average). Cruz das Almas, 2017.

CONCLUSÕES

Os loci de microssatélites foram eficientes na caracterização das plantas e apresentaram polimorfismo para os *Artocarpus altilis* var. *apyrena* avaliados.

As fruteiras-pão da UFRB apresentam baixa diversidade genética, com a formação de dois grupos distintos entre as 63 plantas avaliadas.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, V. C. R. **Manual de curadores de germoplasma vegetal: caracterização molecular**. 314 ed. Brasília-DF, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. P.17.

BELKHIR K., BORSA P., CHIKHI L., RAUFASTE N., BONHOMME F. **Genetix 4.03 logiciel sous Windows pour la génétique des populations**. Laboratoire Génome, populations, Interactions, CNRS UMR 5171, Université de Montpellier II, Montpellier, France, 2001.

BELLIS, F. de.; MALAPA, R.; KAGY, V.; LEBEGIN, S.; BILLOT, C.; LABOUISSSE, J. P. New development and validation of 50 ssr markers in breadfruit (*Artocarpus altilis*, moraceae) by next-generation sequencing. **Applications in Plant Sciences**, v.4, n.8, 2016.

BORBA, R. DA S.; GARCIA, M. S.; KOVALLESKI, A.; OLIVEIRA, A. C.; ZIMMER, P. D.; BRANCO, J. S. C.; MALONE, G. Dissimilaridade genética de linhagens de *Trichogramma Westwood* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) através de marcadores moleculares ISSR. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.34, n.4, p.565-569, 2005.

BOTSTEIN, D.; WHITE, R.L.; SKOLNICK, M.H.; DAVIES, R.W. Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. **American Journal of Human Genetics**, v.32, n.3, p.314-331, 1980.

CALZAVARA, B. B. G. **Fruticultura Tropical: a fruta-pão**. 6 ed. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 1987. p.279.

DECROOCQ, V.; FAVÉ, M.; HAGEN, L.; BORDENAVE, L.; DECROOCQ, S. Development and transferability of apricot and grape EST microsatellite markers across taxa. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.106, n.5, p. 912-922, 2003.

JONES, A. M.; KLUN, J. A.; CANTRELL, C. L.; ET AL. Isolation and identification of mosquito (*Aedes aegypti*) biting deterrent fatty acids from male inflorescences of breadfruit (*Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.60, n.15, p.3867-3873, 2012.

LIU, H.; TAN, W.; SUN, H.; LIU, YU.; MENG, K.; LIAO, W. Development and characterization of EST-SSR markers for *Artocarpus hypargyreus* (Moraceae). **Applications in Plant Sciences**, v.4, n.12, 2016.

KUMAR, S.; STECHER, G.; TAMURA, K. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets. **Molecular Biology and Evolution**, v.33, n.7, p.1870-1874, 2016.

GARDNER, E. M.; LARICCHIA, K. M.; MURPHY, M.; RAGONE, D.; SCHEFFLER, B. E.; SIMPSON, S.; WILLIAMS, E. W.; ZEREGA, N. J. C. Chloroplast microsatellite markers for *Artocarpus* (Moraceae) developed from transcriptome sequences. **Applications in Plant Sciences**, v.3, n.9, 2015.

GHISLAIN, M.; SPOONER, D. M.; RODRIGUEZ, F.; VILLAMON, F.; NUÑEZ, J.; VÁSQUEZ, C.; WAUGH, R.; BONIERBALE, M. Selection of highly informative and user-friendly microsatellites (SSRs) for genotyping of cultivated potato. **Theor Appl Genet**, v.108, n.5, p.881–890, 2004.

GUTIÉRREZ, J.P., ROYO, L.J., ÁLVAREZ, I., GOYACHE, F. MolKin v2.0: a computer program for genetic analysis of populations using molecular coancestry information. **Journal of Heredity**, v.96, p.718-721, 2005.

MACHADO, E.L; SILVA, S.A; FERNANDES, L.S; BRASILEIRO, H.S. Genetic variability and homozygosity in a F4 castor bean population by microsatellite markers. **Bragantia**, v.75, n.3, p.307-313, 2016.

MANICA, I. **Frutas nativas, silvestres e exóticas 2: técnicas de produção e mercado feijoa, figo-da-índia, fruta-pão, jaca, lichia, mangaba**. 2 ed. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2002. p.541.

MURRAY, M. G.; THOMPSON, W. F. Rapid isolation of highmolecular-weight plant DNA. **Nucleic Acids Research**, v.8, p.4321-4325, 1980.

PERRIER, X.; JACQUEMOUD-COLLET J. P. **DARwin Software: <http://darwin.cirad.fr/darwin>**. 2006.

RAGONE, D. *Artocarpus altilis* (breadfruit). In: ELEVITCH, C. R. **Traditional Tree Initiative: Species Profiles for Pacific Island Agroforestry**. 2 ed. Holualoa-Hawaii: Permanent Agriculture Resources, 2006. p.17.

RAGONE, D. **Breadfruit: *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg**. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops, 10. Roma: International Plant Genetic Resources Institute, 1997. p. 77.

SALLA, M. F. S.; RUAS, C. DE F.; RUAS, P. M.; PÍPOLO, V. C. Uso de marcadores moleculares na análise da variabilidade genética em acerola (*Malpighia emarginata* D.C.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.1, p.15 - 22, Jaboticabal, 2002.

TEELUCK, J. M.; KAUDEER, B. F.; RAMFUL, M.; BOODHRAM, I.; SANMUKHIYA, M. R.; SOULANGE, J. G. Genetic Fidelity of *in vitro* Propagated Breadfruit (*Artocarpus altilis*) using Inter Simple Sequence Repeat Markers. **Journal of Agriculture e Biology**, v.18, n.5, p.911-916, 2016.

WITHERUP, C.; RAGONE, D.; WIESNER-HANKS, T.; IRISH, B.; SCHEFFLER, B.; SIMPSON, S.; ZEE, F.; ZUBERI, M.I.; ZEREGA, N.J.C. Development of Microsatellite Loci in *Artocarpus altilis* (Moraceae) and Cross- Amplification in Congeneric Species. **Applications in Plant Sciences**, v.1, n.7, 2013.

WITHERUP, C. **Genetic diversity of Bangladeshi jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*, Moraceae)**. 2013. 73 f. Dissertação de Mestrado em Biologia e Conservação de Plantas - Northwestern University/ Chicago Botanic Garden, Chicago, 2013.

ZEREGA, N.; WIESNER-HANKS, T.; RAGONE, D.; IRISH, B.; SCHEFFLER, B.; SIMPSON, S.; ZEE, F. Diversity in the breadfruit complex (*Artocarpus*, Moraceae): Genetic characterization of critical germplasm. **Tree Genetics e Genomes**, v.11, n. 4, 2015.

ZEREGA, N. J. C. , D. RAGONE , AND T. J. MOTLEY. Complex origins of breadfruit (*Artocarpus altilis* , Moraceae): Implications for human migrations in Oceania. **American Journal of Botany**, v.91, n.5. p.760 - 766, 2004.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os riscos eminentes na agricultura em todo o mundo, devido aos problemas com condições climáticas desfavoráveis, incidência de pragas e doenças e a falta de recursos, a preservação e estudo dos recursos genéticos vêm se tornando fundamentais e de grande necessidade para garantir o aporte alimentar da população mundial.

A fruteira-pão é uma planta multiuso, pois além de servir para alimentação humana, ela também fornece madeira para construção, matéria prima na fabricação de remédios, tecidos, repelente de insetos e na alimentação animal. É uma cultura que se adaptou muito bem às condições edafoclimáticas do Brasil e apesar de ser bem distribuída no país é negligenciada, mesmo sendo uma cultura de baixo custo, com alto potencial para uso na alimentação da população de baixa renda. A

importância da cultura foi recentemente reafirmada pela sua inclusão no Tratado Internacional da FAO sobre os Recursos Genéticos Vegetais para Alimentação e Agricultura.

A caracterização morfoagronômica e molecular de plantas são de suma importância na conservação dos recursos genéticos vegetais, uma vez que os bancos ativos de germoplasmas necessitam das informações obtidas através desses estudos para acessar esses recursos em programas de melhoramento de plantas.

A caracterização agronômica e molecular das fruteiras-pão presentes na coleção da UFRB foi um primeiro passo para conhecimento da diversidade e desempenho da cultura nas condições edafoclimáticas de Cruz das Almas. A inclusão de materiais promissores, além de enriquecer a coleção, permitirão maiores estudos sobre o manejo, pós-colheita, controle de pragas e doenças, entre outros, visando a valoração e difusão da cultura no Brasil.

ANEXOS

Anexo 1. Medidas de altura (ALT.), diâmetro da copa (D. COPA), diâmetro do enxerto (D. ENX.) e diâmetro do porta enxerto (D. P. ENX.), avaliadas em 80 plantas de fruta-pão (*Artocarpus altilis* (Park) Fosberg) variedade *Apyrena*, propagadas por enxertia, proveniente da coleção de trabalho da UFRB. Cruz das Almas, 2017.

Nº	PLANTA	ALT. (m)	D. COPA (m)	D. ENX. (cm)	D. P. ENX. (cm)
1	L1P1	4,27	4,47	18,09	23,37
2	L1P2	3,36	3,25	11,78	20,12
3	L1P3	4,27	3,60	13,50	21,59
4	L1P4	2,66	2,12	8,02	14,26
5	L1P5	3,33	2,16	8,79	11,91
6	L1P6	3,31	3,01	11,46	15,47
7	L1P7	3,27	3,35	10,22	18,82
8	L1P8	2,62	2,55	9,10	10,63
9	L1P9	3,87	2,95	11,84	16,62
10	L1P10	3,54	4,14	13,82	22,42
11	L1P11	3,94	4,63	17,07	24,39
12	L2P1	4,55	4,36	12,64	23,88
13	L2P2	3,26	3,06	13,50	19,68
14	L2P3	4,39	3,12	11,78	17,89
15	L2P4	3,36	3,52	11,65	21,46
16	L2P5	3,56	3,49	13,63	21,72
17	L2P6	3,29	4,03	11,08	15,41
18	L2P7	4,41	3,95	17,07	22,10
19	L2P8	4,27	4,35	16,37	26,88
20	L2P9	4,39	4,05	15,22	25,03
21	L2P10	4,44	3,91	15,03	25,76
22	L2P11	3,49	2,99	11,21	15,86
23	L3P1	3,89	3,80	11,46	24,65
24	L3P2	3,35	2,95	9,68	16,11
25	L3P3	3,17	3,15	11,52	16,30
26	L3P4	4,31	4,75	17,58	27,90
27	L3P5	3,98	3,45	14,07	25,41
28	L3P6	4,22	3,42	12,03	19,55
29	L3P7	4,89	4,37	13,08	21,65
30	L3P8	3,96	4,15	13,12	23,25
31	L3P9	4,61	4,37	17,51	28,40
32	L3P10	4,46	4,31	15,28	28,34
33	L3P11	4,48	3,23	17,70	18,79
34	L3P12	4,03	3,89	16,33	17,83
35	L4P1	3,99	4,28	12,45	21,72
36	L4P2	2,65	2,55	7,83	13,56
37	L4P3	3,30	3,15	13,47	24,64
38	L4P4	4,01	4,37	11,97	24,45
39	L4P5	4,33	4,07	7,26	11,27
40	L4P7	4,33	3,72	14,07	18,98
41	L4P8	4,59	4,35	18,00	26,05
42	L4P9	4,71	4,22	15,70	23,12

Continua...

... continuação

Nº	PLANTA	ALT. (m)	D. COPA (m)	D. ENX. (cm)	D. P. ENX. (cm)
43	L4P9	4,71	4,22	15,70	23,12
44	L4P11	4,47	5,06	16,88	26,56
45	L4P12	4,25	4,10	14,52	18,24
46	L5P1	4,42	4,07	13,05	26,26
47	L5P2	4,36	5,20	14,64	26,75
48	L5P3	4,58	4,95	15,28	21,78
49	L5P4	4,71	4,68	13,50	25,41
50	L5P5	2,39	2,12	17,07	27,45
51	L5P6	4,22	4,28	18,53	26,24
52	L5P7	4,35	4,55	16,52	25,41
53	L5P8	4,80	4,70	20,50	28,09
54	L5P9	4,17	4,28	14,49	25,79
55	L5P10	4,36	4,65	15,57	24,17
56	L5P11	4,79	4,99	20,16	25,70
57	L5P12	5,66	4,12	18,43	20,44
58	L6P1	3,68	3,35	12,19	19,80
59	L6P2	4,8	4,48	14,84	24,96
60	L6P3	4,14	4,12	10,50	24,07
61	L6P4	3,42	4,03	11,08	15,92
62	L6P5	4,50	5,00	17,10	27,90
63	L6P6	3,87	3,77	10,85	20,82
64	L6P7	4,27	4,32	10,82	17,77
65	L6P8	3,3	2,77	9,30	11,72
66	L6P9	3,25	2,79	9,87	13,44
67	L6P10	4,29	4,15	13,82	22,00
68	L6P11	4,72	4,63	14,87	23,05
69	L6P12	4,72	4,58	16,56	25,73
70	L7P1	3,92	3,82	13,02	20,60
71	L7P2	3,81	3,10	10,50	18,28
72	L7P3	3,63	3,32	11,72	19,68
73	L7P4	3,70	3,51	10,19	18,47
74	L7P5	4,12	3,78	14,14	20,38
75	L7P6	3,62	3,68	11,84	17,26
76	L7P7	4,06	3,40	11,21	18,66
77	L7P8	4,14	3,30	12,80	15,10
78	L7P9	4,66	4,17	16,17	21,46
79	L7P11	4,31	3,96	13,05	21,84
80	L7P12	4,47	4,14	17,07	18,40

L= Número da linha; P= Planta.

Anexo 2. Medidas de altura (ALT.), diâmetro da copa (D. COPA) e diâmetro do caule (D. CAULE), para 37 plantas de fruta-pão (*Artocarpus altilis* (Park) Fosberg) var. *Seminífera*, propagadas por sementes, proveniente da coleção de trabalho da UFRB. Cruz das Almas, 2017.

Nº	PLANTA	ALT. (m)	D. COPA (m)	D. CAULE (cm)
1	L1P12	4,45	3,80	24,39
2	L1P13	3,13	2,45	8,34
3	L1P14	6,02	5,99	20,57
4	L1P15	5,82	4,60	21,59
5	L2P12	6,1	5,86	16,56
6	L2P13	6,12	4,50	21,33
7	L2P14	6,08	5,47	27,57
8	L2P15	6,00	4,71	22,48
9	L2P16	4,70	3,42	15,03
10	L2P17	3,78	2,58	10,00
11	L3P13	5,00	5,37	23,75
12	L3P14	5,75	3,91	17,64
13	L3P15	5,90	6,02	24,96
14	L3P16	2,55	1,39	6,68
15	L3P17	4,28	3,48	12,99
16	L4P13	4,14	5,45	12,48
17	L4P14	6,29	5,11	24,77
18	L4P15	6,02	4,90	22,35
19	L4P16	4,78	5,22	23,50
20	L4P17	5,20	5,28	25,41
21	L5P13	6,31	5,21	22,42
22	L5P14	6,15	6,09	24,43
23	L5P15	5,62	5,48	26,17
24	L5P17	4,00	2,71	12,29
25	L5P18	5,00	4,90	20,82
26	L6P13	5,92	5,35	25,66
27	L6P14	5,97	5,62	25,35
28	L6P15	5,93	5,58	26,81
29	L6P16	5,53	6,14	25,60
30	L6P17	5,56	4,80	25,03
31	L6P18	4,14	3,92	14,49
32	L7P13	5,95	5,77	24,39
33	L7P14	5,58	4,71	24,07
34	L7P15	2,92	1,76	9,23
35	L7P16	5,58	4,92	21,46
36	L7P17	5,55	5,20	23,37
37	L7P18	5,30	4,74	20,70

L= Número da linhas; P= Planta.

Anexo 3. Medidas de altura (ALT.), diâmetro da copa (D. COPA) e diâmetro do caule (D. CAULE), avaliadas em 43 plantas de fruta-pão (*Artocarpus altilis* (Park) Fosberg) var. *Apyrena*, propagadas por estaca de raiz proveniente da coleção de trabalho da UFRB. Cruz das Almas, 2017.

Nº	PLANTA	ALT. (m)	D. COPA (m)	D. CAULE (cm)
1	L1P19	2,78	1,52	6,30
2	L1P20	3,11	1,77	8,15
3	L1P21	3,27	2,22	7,96
4	L1P23	3,72	2,73	10,70
5	L1P24	3,67	2,97	10,95
6	L1P25	3,79	3,35	12,73
7	L2P19	3,84	3,11	13,24
8	L2P20	4,52	4,00	19,87
9	L2P21	4,08	3,07	11,91
10	L2P22	3,62	3,36	11,40
11	L2P23	3,62	3,46	11,21
12	L2P24	3,85	3,62	11,65
13	L2P25	2,4	0,70	8,15
14	L3P19	4,45	3,50	12,92
15	L3P20	4,50	3,59	13,88
16	L3P21	3,46	2,82	13,56
17	L3P22	3,03	2,58	7,89
18	L3P23	3,12	2,11	7,38
19	L3P24	3,83	2,88	12,03
20	L3P25	3,35	3,10	11,97
21	L4P19	4,67	3,97	13,92
22	L4P20	3,98	3,21	12,35
23	L4P21	4,14	2,77	11,59
24	L4P22	1,44	0,73	3,63
25	L4P23	2,44	2,91	10,06
26	L4P24	4,15	3,28	13,24
27	L4P25	4,15	3,27	13,82
28	L5P16	3,29	3,57	17,13
29	L5P19	4,32	3,30	13,05
30	L5P20	4,67	3,58	13,69
31	L5P21	2,35	1,54	6,94
32	L5P25	4,07	3,58	14,84
33	L6P19	4,33	3,82	20,70
34	L6P20	4,28	3,63	21,59
35	L6P21	4,59	4,37	14,39
36	L6P24	3,79	3,57	14,26
37	L6P25	3,47	2,48	11,40
38	L7P19	4,36	3,48	13,12
39	L7P20	4,01	3,77	12,22
40	L7P21	3,99	3,97	14,01
41	L7P22	3,78	3,43	12,03
42	L7P23	3,85	3,45	12,16
43	L7P24	4,16	3,68	15,54

L= Número da linha; P= Planta.