

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**

**DIVERGÊNCIA DE ACESSOS DE FRUTEIRA PÃO (*Artocarpus incisa* L.)**  
**ATRAVÉS DE INTER-RELAÇÕES ENTRE OS DESCRITORES**  
**MORFOLÓGICOS**

**MICHAELLA FADINI**

Cruz das Almas- BA  
Outubro de 2014

MICHAELLA FADINI

DIVERGÊNCIA DE ACESSOS DE FRUTEIRA PÃO (*Artocarpus incisa* L.)  
ATRAVÉS DE INTER-RELAÇÕES ENTRE OS DESCRITORES  
MORFOLÓGICOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal.

**Orientadora: Prof. Dr. Ricardo franco cunha Moreira.**

**Co-orientadora: Thâmara Moura Lima (Mestranda no Programa de Recursos Genéticos Vegetais) - UFRB**

Cruz das Almas- BA

Outubro de 2014

i

DIVERGÊNCIA DE ACESSOS DE FRUTEIRA PÃO (*Artocarpus incisa L.*)  
ATRAVÉS DE INTER-RELAÇÕES ENTRE OS DESCRITORES  
MORFOLÓGICOS

MICHAELLA FADINI

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Florestal.

Aprovado em 31 de Outubro de 2014,

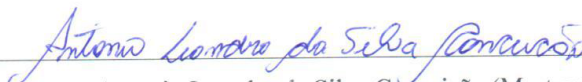
Comissão Examinadora:



Prof. Ricardo Franco Cunha Moreira (Doutor em Genética e melhoramento de Plantas) – UFRB  
Orientador



Engenheira Florestal Thâmara Moura Lima (Mestranda do Programa de Recursos Genéticos Vegetais) – UFRB



Engenheiro Agrônomo Antonio Leandro da Silva Conceição (Mestrando do Programa de Recursos Genéticos Vegetais) – UFRB

## AGRADECIMENTOS

“Você não sabe o quanto eu caminhei, pra chegar até aqui! Percorri milhas e milhas antes de dormir, não cochilei. A vida ensina e o tempo traz o tom pra nascer uma canção, com a FÉ no dia-a-dia, encontro a solução”.

Valeu a pena? Sim, valeu os dias de angústia, cansaço, tédio e exaustão. Valeu todos os passos pelo caminho traçado, cada momento vivido nessa louca correria pela formação. Deixaremos agora, para seguirem seus caminhos, os companheiros de longa data, pessoas que se tornaram nossa família nos momentos mais difíceis dessa estrada. Tenho muito que agradecer a Raquel Braga de Oliveira, por ter sido uma irmã, companheira, em 5 anos de faculdade. Meu amor por ti, Amiga, é, e será incondicional.

Obrigada as meninas Flávia, Mili, Lú, Catha, Quel, Tati, Jabu, Karine, Lana, Karol, Paulinha, Poly, Alicinha, Dani.Maciel, enfim as muitas outras pessoas, por me aturarem durante todo esse processo estressante e desgastante, porém compensador. A turma de 2009.1, pelos choros e sorrisos compartilhados nos tornando pessoas diferentes, pois o riso e a lágrima têm a capacidade de unir, e ao nos separarmos levaremos um “cadim” um do outro. A Thamâra e ao professor Ricardo Franco, pela ajuda e compreensão.

As minhas vidas: pai, irmão e avos, que me passam toda a tranquilidade e segurança, de que no final tudo dará certo, amo vocês. A minha rainha (Mãe), com sua paciência e amor, me colocou no teu colo, novamente, e enxugou todas as lágrimas de tristeza, quando pensava em desistir. A família FADINI e CALIARI, que é a base de toda minha conquista. E a Deus, soberano pai eterno, que sinto sua presença sempre me protegente e cuidando de mim.

“Aprendi a construir todas as estradas no hoje, porque o terreno do amanhã é incerto demais para os planos, e o futuro tem o costume de cair em meio ao vão.”

## SUMÁRIO

RESUMO .....	i
ABSTRACT .....	ii
INTRODUÇÃO.....	8
1. REVISÃO DE LITERATURA .....	10
2.1 Fruteira pão .....	10
2.2 Divergências Genéticas por caracteres morfológicos.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	17
CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS .....	24

## RESUMO

Os recursos genéticos devem ser devidamente caracterizados para permitir ganhos genéticos mais promissores no melhoramento e para o uso destes recursos pelo produtor, sendo uma das maneiras de avaliar a divergência entre acessos, a estatística multivariada, que proporciona uma caracterização resumida da afinidade genética entre matrizes e populações. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a diversidade genética de acessos de fruteira pão (*Artocarpus incisa L.*), através de inter-relações entre os descritores morfológicos. Será utilizada a técnica de análise multivariada para medir a divergência genética. Foi avaliado e caracterizado um total de 43 genótipos oriundos de sementes coletadas no fruto de matrizes de Fruteira-Pão localizada no município de Laje – BA. A semeadura ocorreu em sacos de polietileno preto (20 cm x 40 cm) com capacidade de 8 L. Foi feito delineamento em blocos, as plantas foram cultivadas em condições de campo, sob manejo orgânico, na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no município de Cruz das Almas, BA. Foram avaliadas 10 variáveis quantitativas: Altura, Quantidade de fuste, Largura da copa, Diâmetro a altura do peito, Média do comprimento das folhas, Média da largura das folhas, Quantidade de Inflorescência, Comprimento da Inflorescência, Largura da Inflorescência. Existe variabilidade genética entre os genótipos estudados os quais, apresentaram potencial significativo para programas de melhoramento genético da cultura da Fruteira- Pão.

**Palavras- chaves: Melhoramento genético, dissimilaridade, critérios de seleção.**

## ABSTRACT

Genetic resources must be properly characterized to allow most promising genetic gains in breeding and for the use of these resources by the producer, one of the ways to evaluate the divergence among cites the multivariate statistic, which provides a brief characterization of the genetic affinity between accessions and populations. The aim of this study was to characterize the genetic diversity of accessions of bread fruit tree (*Artocarpus incisa* L.) via inter-relationships between morphological traits. The multivariate analysis technique to measure the genetic divergence is used. Was evaluated and characterized a total of 43 genotypes from seeds collected in the fruit matrix of Bread Fruit-localized in Slab - BA. Sowing in black polyethylene bags (20 cm x 40 cm) with a capacity of 8 L .It done block design, the plants were grown in field conditions under organic management, the Federal University of Reconcavo of Bahia, in the municipality Cruz das Almas, BA. Height, Number of bole, crown width, diameter at breast height, average leaf length, average width of leaves, number of inflorescences, inflorescence length, inflorescence width: 10 quantitative variables were evaluated. There is genetic variability among the genotypes which showed significant genetic improvement programs of the culture of Fruteira- Bread potential.

**Key-words: Breeding, dissimilarity selection criteria**

## INTRODUÇÃO

A fruta-pão (*Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg) é uma planta exótica cultivada nas regiões tropicais do mundo, que se adéqua efetivamente ao sistema produtivo da pequena propriedade rural (SANTANA, 2010). Segundo Cavalcante (1991), é uma das mais importantes frutas alimentares do mundo, em virtude de seu valor nutricional, principalmente pelo seu alto conteúdo de carboidratos.

Em valores nutricionais, a fruta-pão se compara positivamente com diferentes fontes de carboidratos que são usadas para consumo nos trópicos. Em relação a mandioca, a mais usada e a mais barata fonte de carboidratos nos trópicos, a fruta-pão é completamente livre de toxinas. Além disso, devido à natureza perene e longevidade da planta, não é necessário fazer frequentes replantios. O conteúdo de proteínas da polpa de 3,8 a 4,1% é mais elevado do que na mandioca e é uma excelente fonte de potássio, ferro e niacina, quando comparado com outros alimentos amiláceos (MANICA, 2002)

Árvores de fruta-pão também fornecem medicamentos, inseticidas, adesivos e sua madeira pode ser utilizada para construção de casas, canoas, pranchas de surf, e tambores (McCOY et al., 2010). As folhas e as infrutescências têm certo valor forrageiro, as folhas também são usadas para envolver alimentos para cozinhar em fornos a lenha.

Apesar da importância demonstrada da cultura, pesquisas referente a fruteira-pão principalmente, em relação ao melhoramento e a obtenção de variedades produtivas ainda são escassos.

Via de regra, os programas de melhoramento genético contam com grande número de variabilidade de genótipos. Assim, as caracterizações morfológicas e/ou agronômicas desses genótipos e o estudo da diversidade genética entre eles, bem como as estimativas de seus valores genotípicos, constituem valor prático de grande ordem, no processo de escolha de genitores a serem avançados e/ou cruzados, para a obtenção de genótipos superiores (RESENDE et al., 2014).

Nesse sentido estudos envolvendo a caracterização da variabilidade genética da Fruteira-Pão se faz necessário. Uma vez que a diversidade genética pode ser observada pela estimação da heterose expressada nos cruzamentos ou por procedimentos fundamentos nas diferenças agronômicas, morfológicas e fisiológicas entre os genótipos.



Estudos que envolvem a divergência em plantas têm sido realizados frequentemente, com base em descritores botânicos, morfológicos e agronômicos, por não apresentarem custos elevados de acordo com Dias et al., (1997).

Diante deste contexto o presente trabalho teve como objetivo avaliar e comparar a variabilidade genética entre 43 genótipos por meio da análise de agrupamento com a utilização de dados quantitativos.

# 1. REVISÃO DE LITERATURA

## 2.1 Fruta Pão

A fruta-pão é uma espécie de origem Asiática, especificamente das regiões das ilhas de Java e de Sumatra. Seu cultivo é realizado em todas as ilhas do arquipélago deste mesmo continente e regiões tropicais de todo o mundo. Ela 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 (no Brasil) (FREITAS, 2012). O fruto maduro chega a pesar em torno de três quilos (PATRO, 2012).

Os relatos históricos mostram que dentre as plantas de interesse para o consumo que impressionaram os europeus durante as suas primeiras expedições para os trópicos foi a fruteira-pão. Segundo Manica (2002) ela é utilizada na alimentação humana como fonte de carboidratos em alguns países da Ásia e da Polinésia. Na Jamaica os frutos são enlatados (no sal) e exportados para imigrantes que habitam em Nova Iorque, este fato também ocorre na Dinamarca que também exporta para os Estados Unidos.

A inserção da fruta-pão no Brasil foi realizada por D. Francisco de Souza Coutinho, o Governador do Pará no ano de 1801. A aquisição de sementes e mudas feitas por ele ocorreu em Caiena, na Guiana Francesa. Neste mesmo ano também foi enviada sementes e mudas para o Estado do Maranhão, originado assim a sua dispersão no País (PIMENTEL, 1972). De acordo Santana (2010) a referida espécie é encontrada desde o Estado do Pará até o norte do Estado de São Paulo, sendo frequente em quintais agroflorestais da Amazônia, em pomares domésticos da faixa litorânea dos Estados da Bahia, Paraíba, Alagoas, Sergipe, Pernambuco e nas serras úmidas do Estado do Ceará.

A *Artocarpus altilis* é pertencente à família Moraceae que é constituída por 37 gêneros distribuídos nas regiões tropicais do planeta (DATWYLER & WEIBLEN, 2004). O referido gênero dessa espécie possui hábito arbóreo contendo cerca de 50 espécies (NOMURA et al., 1998).

A presente espécie possui rápido crescimento e apresenta uma copa frondosa de grande beleza, podendo alcançar uma altura de até 30 m, com mais de 1,5 m de diâmetro. O sistema radicular é bastante desenvolvido e constituído de raízes vigorosas, que penetram profundamente no terreno, enquanto outras raízes desenvolvem na camada superficial do

terreno, estendendo-se horizontalmente por mais de 10 m (SACRAMENTO et al., 2009; MANICA, 2002).

A sua adaptabilidade está condicionada a clima de baixa altitude, com índice pluviométrico superior a 1.200 mm com distribuição contínua no ano, temperatura média de 25 °C, sem ocorrência de geadas e umidade relativa acima de 70% (SACRAMENTO et al., 2009). Os solos devem ser férteis, argilosos ou argilo-arenosos bem drenados, porém com boa retenção de umidade (CALZAVARA, 1987).

O tronco da planta de fruta-pão é provido de canais que contêm um leite branco, o qual está presente nas folhas e na infrutescência. As folhas apresentam de 40 a 75 cm de comprimento e 26 a 45 cm de largura. É uma planta monóica, isto é, com os dois sexos na mesma planta e em flores separadas. As inflorescências ocorrem em racemos axilares, a masculina é pendente e esponjosa e a feminina, globosa e ereta. As flores masculinas (estaminadas) crescem dentro de uma espécie de clava flexível, de 20 a 30 cm de comprimento, de coloração amarelada, enquanto as femininas (pistiladas) agrupam-se formando capítulos de conformação subglobosa ou ovóide. (SACRAMENTO, 2009; MANICA, 2002).

A diversidade do tipo de muda, circunstâncias edafoclimáticas e os tratos culturais que irá definir o início do florescimento e frutificação da fruta-pão. E a produção de frutos por planta é condicionado pelos tratos culturais que são efetuados. As árvores adultas podem produzir anualmente de 50 a 80 frutos (FALCÃO et al., 2001; CALZAVARA, 1987).

Em relação à rentabilidade financeira das espécies de *Artocarpus* sabe-se que tais são bastante apreciadas devido aos seus frutos, cuja estrutura comestível corresponde às paredes desenvolvidas dos ovários (PEIXOTO & TOLEDO, 2002). Além disso, segundo Pereira & Kaplan, (2013) essas espécies são ricas em substâncias fenólicas, servindo para amenizar o estresse oxidativo a que são submetidas, ou ainda como defesas contra herbívoros ou agentes patogênicos (PEREIRA & KAPLAN 2013).

Em valores nutricionais, a fruta-pão detém característica favorável quando ocorre analogia com as demais fontes de carboidratos utilizadas nos trópicos. Fator positivo é que a fruta-pão é completamente livre de toxinas. Um outro aspecto relevante é que devido a longevidade da planta, não é necessário fazer constantes replantios. Além disso, farinha de fruta-pão para consumo humano representa uma forma alternativa de aproveitamento e conservação das características nutritivas do fruto, podendo ser estocada por maior período, sendo leve e de fácil manuseio (MANICA, 2002; MOREIRA et al., 2006).

## 2.2 Divergências Genéticas por caracteres morfológicos

A variabilidade genética pode ser compreendida como a capacidade de uma espécie, de uma população ou de uma progênie para expressar diferentes fenótipos (RAMALHO et al., 2012), enquanto a divergência genética pode ser medida entre indivíduos, progênies, populações, espécies, cultivares ou qualquer outro tipo de unidade amostral e corresponde a diferenças nas frequências alélicas entre as unidades consideradas. Assim, a variabilidade está diretamente relacionada com a divergência genética, uma vez que a amplitude da variabilidade em uma população segregante é função da divergência genética entre os pais envolvidos (FALCONER, 1987).

O estudo da diversidade genética entre genótipos provê informações de genitores que possivelmente podem ser utilizados em programas de melhoramento, além disso, a caracterização dos acessos permite a identificação de duplicatas e o intercâmbio de germoplasma entre pesquisadores. Outro fator relevante que torna os estudos de divergência vantajosos é a possibilidade de identificação de novas fontes de genes de interesse (COIMBRA et al., 2001; AMARAL JÚNIOR & THIÉBAUT, 1999).

De acordo Santos (2010) a efetividade de um programa de melhoramento consiste na existência de diversidade e para isso é aconselhável a formação de população-base oriunda do inter cruzamento entre genótipos superiores e divergentes. A variabilidade pode ser avaliada a partir de características agronômicas, morfológicas, moleculares, entre outras. As informações múltiplas de cada cultivar são expressas em medidas de dissimilaridade, que representam a diversidade que há no conjunto de genótipos estudados.

É importante ressaltar que apenas obter informações da diversidade genética não é suficiente para o bom desempenho dos programas de melhoramento, sendo fundamental determinar a variabilidade existente em relação aos caracteres morfoagronômicos de interesse. Dessa forma, é necessário que se tenha informações fenotípicas confiáveis avaliadas nos genótipos existentes (LAVIOLA, 2010).

Os caracteres morfológicos têm sido utilizados desde os tempos de Mendel. As principais, limitações do uso deste tipo de caracteres para caracterização são os efeitos do ambiente e a ação gênica que podem dificultar a avaliação. Apesar disso, diversos autores têm utilizado aspectos fenotípicos para caracterizar germoplasma de diferentes espécies (SANTOS, 2002).

Segundo Rufino (2008) as estimativas de correlações fenotípicas e genotípicas entre caracteres são úteis no planejamento e na avaliação de programas de melhoramento. O conhecimento de correlações que existem entre importantes caracteres pode facilitar a interpretação dos resultados e prover a base para o planejamento de programas mais eficientes no futuro.

Quanto uma das maneiras de avaliar a divergência entre acessos cita-se a estatística multivariada, que proporciona uma caracterização resumida da afinidade genética entre acessos e populações. Com isso a quantificação da dissimilaridade genética é um dos mais significantes parâmetros estimados pelos melhoristas de plantas (DIAS et al., 1997).

A aplicação de técnicas multivariadas em estudos de diversidade genética tem permitido a potencialização da discriminação genotípica, mesmo quando são utilizados caracteres morfoagronômicos (CRUZ & REGAZZI, 2001)

Para Landim (2003) a técnica classificatória multivariada da análise de agrupamento pode ser empregada quando se tem interesse em explorar as similaridades entre indivíduos ou entre variáveis. Nesse sentido a análise de agrupamento é o nome dado para as técnicas multivariadas que têm por objetivo fazer grupos baseados em características de similaridade ou dissimilaridade entre observações. Compreende-se que a finalidade desta técnica de análise de dados é reunir, por algum critério de classificação, qualquer tipo de unidade amostral em vários grupos, de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos.

A análise multivariada é realizada por meio de técnicas biométricas, como as de natureza preditivas, onde são tomadas por base as diferenças morfológicas, fisiológicas, entre outras. Geralmente essa diversidade pode ser quantificada por uma medida de dissimilaridade que expressa o grau de diversidade genética entre os genótipos (CRUZ & CARNEIRO, 2006).

Vale salientar que as técnicas de análises multivariadas têm-se constituído em ferramenta de grande utilidade em estudos genéticos, por considerar simultaneamente um conjunto de caracteres de interesse. (CRUZ, 2001; FONSECA et al., 2006)

Para estudos de divergência genética, a técnica de análise multivariada tem sido aplicada tanto para características expressas por variáveis quantitativas quanto qualitativas. O critério utilizado para a escolha do método multivariado depende do conjunto de dados, da análise a ser realizada e qual a precisão requerida. Quando diversas características são avaliadas simultaneamente, por exemplo, as distâncias genéticas relativas podem ser estimadas por procedimentos multivariados como a distância D2 de Mahalanobis, distância

euclidiana, agrupamento pelo método de Tocher, variáveis canônicas, componentes principais e dispersão em eixos cartesianos, entre outros (CRUZ & REGAZZI, 2001).

Os métodos de agrupamentos classificam-se em dois tipos: hierárquicos e não hierárquicos. A diferença entre eles está no fato do primeiro envolver a construção de dendrograma. Nos hierárquicos, o agrupamento é realizado em  $n$  genótipos aos pares com  $n(n-1)/2$  combinações possíveis, porém, se o número de genótipos for grande, a identificação de grupos homogêneos apenas pela visualização da matriz é quase impraticável (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

Os hierárquicos se dividem em divisivos e aglomerativos. Nos aglomerativos, os genótipos mais similares são agrupados primeiro e, a partir deles, novos grupos são formados, de acordo com suas similaridades (FLAVIO, 2010).

CRUZ & CARNEIRO (2003) descrevem vários tipos de agrupamentos hierárquicos aglomerativos, podendo-se destacar o método UPGMA (Unweighted Pair Group Method Using Arithmetic Averages), que permite a construção de um diagrama de árvore denominado de dendrograma. Nele identificam-se os grupos homogêneos e a delimitação desses grupos ocorre nos pontos de alta mudança de nível.

Os métodos hierárquicos aglomerativos, especialmente o UPGMA, são os mais usados na visualização e interpretação da diversidade genética (MOURA, 2003).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi avaliado e caracterizado um total de 43 genótipos oriundos de sementes coletadas no fruto de matrizes de Fruteira-Pão localizada no município de Laje – BA. O experimento foi realizado em viveiro do campo experimental I do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no município de Cruz das Almas, BA. O clima é tropical quente e úmido, Aw a AM, segundo classificação de Koeppen, com temperaturas médias anuais de 24,5° C e umidade relativa de 80. A extração das sementes dos frutos foi realizada manualmente e posteriormente foram lavadas em água corrente e deixadas para secar a sombra por 24 horas.

A semeadura ocorreu em sacos de polietileno preto (20 cm x 40 cm) com capacidade de 8 L, contendo o substrato composto de duas partes de solo Latossolo Amarelo Álico Coeso (pH de 4,7, quantidade de fósforo de 13 mg dm<sup>3</sup>, potássio de 0,12 cmol dm<sup>-3</sup>, cálcio mais magnésio de 0,90 cmol dm<sup>-3</sup>, índice de saturação de base de 31% e teor de matéria orgânica de 11,28 g kg<sup>-1</sup> e uma parte de esterco curtido bovino, adicionando-se 50 g de KCl, 200 g de calcário dolomítico e 130 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. para cada m<sup>3</sup>).

Estas matrizes foram levadas a campo em 2010, após terem ficado seis meses em casa de vegetação, e as variáveis foram mensuradas com quatro anos de idade. A disposição dos sacos com as plantas em campo foi em fileiras duplas distanciadas por 1,20 m e o espaçamento dentro das parcelas foi de 0,40 m entre linha e 0,40 m entre plantas.

Foram avaliadas 10 variáveis quantitativas, sendo elas: Altura (ALT) em cm, Quantidade de fuste (QF), Largura da copa (LC) em cm, Diâmetro a altura do peito (DAP) em cm, Média do comprimento das folhas (MCF), Média da largura das folhas (MLF) em cm, Quantidade de Inflorescência (QLNF), Comprimento da Inflorescência (CLNF) em cm, Largura da Inflorescência (LLNF) em cm. As variáveis que requereram mensuração procederam-se medição com o auxílio do paquímetro.

Para todas essas variáveis citadas foram calculadas as estatísticas descritivas: valores mínimos e máximos, média, desvio padrão e coeficiente de variação (%). Foi realizado teste de normalidade de Shapiro-Wilks, calculados os coeficientes de correlação linear de Spearman e suas significâncias testadas pelo teste t de student a 5% de probabilidade. Foi realizado o diagnóstico de multicolinearidade para a matriz de correlação segundo o critério de Montgomery e Peck (1981). As análises foram realizadas pelo programa estatístico R (R CORE TEAM, 2014) e Genes (CRUZ, 2014).

Após a padronização dos dados, calculou-se a distância Euclidiana segundo Cruz & Regazzi (2001). O Agrupamento hierárquico da análise a partir da matriz de distância genética foi obtido pelo método de UPGMA - Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (Sneath e Sokal, 1973). A validação dos agrupamentos foi determinada pelo coeficiente de correlação cofenético de acordo com Sokal & Rohlf (1962). Além disso, foi obtido a contribuição relativa das variáveis quantitativas para divergência entre os genótipos conforme Singh (1981). A significância dos coeficientes de correlação cofenético foi calculada pelo teste de Mantel (1967) com 10.000 permutações, utilizando o programa Genes (CRUZ, 2014), bem como, a obtenção das matrizes de distância genética e o cálculo dos coeficientes de correlação cofenético. O dendrograma foi obtido pelo programa Statistica (Statsoft, 2005).



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentadas as estatísticas descritivas dos descritores quantitativos utilizados na caracterização dos genótipos de Fruteira- Pão. A amplitude dos coeficientes de variação foi de 51,26% a 9,83%, respectivamente, para as variáveis: Quantidade de fuste versus Média do comprimento das folhas.

Para definir a extensão desses valores é necessário levar em consideração a cultura estudada, as variáveis em estudo, a heterogeneidade do solo, o tamanho da parcela, entre outros. Ou seja, é conveniente a realização de analogias com outros trabalhos que estudaram as mesmas variáveis nessa cultura e assim definir um determinado padrão de classificação. Como são escassos os trabalhos desse tipo com a Fruteira-Pão, estas estimações do coeficiente de variação, que variou de 9,83% da variável média do comprimento das folhas (MCF) a 51,26% da Quantidade de fuste(QF), podem ser considerada muito alta (51,26%) e baixa (9,83%) quando comparada com a classificação proposta por Pimentel Gomes (2009).

No geral observam-se grandes variações dentre as características quantitativas do presente estudo. É possível verificar que estas variáveis estão diretamente relacionadas com o manejo da cultura, visto que, embora não existam relatos de qual seria o ideal, sabe-se que, plantas mais alta, com diâmetro mais espesso e maior largura da copa são condicionados pelos tratos silviculturais adequados que por conseqüência promoverá melhores resultados na colheita (Tabela 1).

As menores variações ocorreram para as variáveis referentes às folhas da fruteira-pão, sendo elas: Média do comprimento das folhas (51,3 a 84,7cm) com média igual a 65,97 cm; Média da largura das folhas (35,2 a 59,2), com média 46,04 cm; Largura da inflorescência (3,0 a 7,0 cm), com média de 4,86.

Caracterização por meio de descrições das folhas é importante, uma vez que a mesma assume importantes funções nas plantas, tais como a interceptação e absorção da luz e capacidade fotossintética (LARCHER, 2000; TAIZ & ZEIGER, 2004; SEVERINO et. al., 2004).

**Tabela 1.** Teste de Shapiro- Wilk (SW) e estatística descritiva utilizada na caracterização de acessos de Fruta Pão.

Variavel	N	Mínimo	Maximo	Média	Desvio Padrão	CV %	SW
ALT	43	1,2	4,57	2,78	1.02	36.52	0.005*
QF	43	1.0	9.0	4.14	2.13	51.26	0.088 <sup>ns</sup>
LC	43	1.3	4.95	2.91	1.07	36.85	0.004*
DAP	43	1.46	16.97	9.81	4.65	47.38	0.003*
MCF	43	51.3	84.7	65.97	6.48	9.83	0.724 <sup>ns</sup>
MLF	43	35.2	59.2	46.04	5.20	11.30	0.299 <sup>ns</sup>
QLNF	43	3.0	32.0	14.33	6.19	43.26	0.495 <sup>ns</sup>
CLNF	43	13.0	42.0	22.4	6.67	29.77	0.017*
LLNF	43	3.0	7.0	4.86	0.95	19.61	0.024*

ALT: altura da planta (cm); QF: Quantidade de Fuste; LF: Largura da copa (cm); DAP: Diâmetro altura peito(cm); MCF: Média do comprimento das folhas (cm); MLF: Média da largura das folhas (cm); QLNF: Quantidade de inflorescência; CLNF: Comprimento da Inflorescência (cm); LLNF: Largura da Inflorescência (cm); n:Tamanho da amostra; ns e \* : Não significativo e significativo respectivamente a 5% de probabilidade.

Pode-se observar que para 36 correlações de caracteres em estudo, a magnitude do coeficiente de correlação de Spearman oscilou entre -0,33 ( $p \leq 0,05$ ) (Comprimento da Inflorescência e Diâmetro a altura do peito) e 0,83 ( $p \leq 0,05$ ) (Diâmetro a altura do peito e Altura da planta) o que revela, respectivamente, relação linear média negativa e relação linear alta positiva entre os caracteres. Das 36 correlações estudadas, 50% ou seja, metade das associações estudadas não foram significativas ( $p > 0,05$ ), sendo assim, não apresentaram relação entre si. Nas demais associações estudadas, cerca de 83,4% apresentou associação positiva ( $p \leq 0,05$ ) e 16,6% apresentou associação negativa ( $p \leq 0,05$ ) (Tabela 2).

O maior valor do coeficiente de relação atendeu aos resultados esperados. Já que segundo Finger (1992), a relação hipsométrica que é a associação entre a altura e o diâmetro é comumente utilizada para determinar funções matemáticas para descrever a altura como variável resposta a partir do diâmetro, sem perda significativa de precisão, trazendo grande vantagem pela diminuição do tempo gasto no levantamento de dados, com conseqüente redução de custos. Nesse sentido o presente resultado confirma mais ainda a efetividade das curvas da relação hipsométrica que podem fornecer alturas de árvores que tiveram somente o diâmetro medido, serem usadas na determinação de alturas dominantes, para o calculo de volumes de árvores ou de povoamentos, bem como do calculo de produtividade do sitio.

De acordo com MONTGOMERY & PECK (1982), a matriz de correlação entre as variáveis pode apresentar multicolinearidade fraca ( $NC < 100$ ), moderada a forte ( $100 < NC < 1.000$ ) ou severa ( $NC > 1.000$ ). No presente estudo o diagnóstico de multicolinearidade revelou número de condição (NC) igual a 41,70, o que classifica a matriz como de colinearidade fraca.

Ainda sobre Multicolinearidade, vale ressaltar que esta pode ser definida como o grau em que qualquer efeito de variável pode ser previsto ou explicado por outras variáveis e é um pressuposto básico em análise de agrupamento. A multicolinearidade entre as variáveis pode alterar os padrões de agrupamento, pelo fato dessas variáveis multicolineares serem implicitamente ponderadas com maior peso (HAIR et al., 2005; CORRAR et al., 2007). A multicolinearidade pode afetar a análise. Sendo assim é necessário examinar as variáveis usadas em análise de agrupamento quanto à multicolinearidade (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

A sugestão para justificar a categorização das variáveis em um grau de multicolinearidade adequado reside no fato de que 50% dos pares de variáveis tiveram correlação não significativa ( $p > 0,05$ ) e as correlações significativas apresentaram coeficiente de correlação baixo.

**Tabela 2.** Matriz de Coeficientes de correlação de Spearman entre as variáveis de estudo

Variáveis	QF	LC	DAP	MCF	MLF	QLNF	CLNF	LLNF
ALT	0.65*	0.80*	0.83*	-0.11 <sup>ns</sup>	-0.04 <sup>ns</sup>	0.74*	-0.32*	-0.01 <sup>ns</sup>
QF		0.49*	0.60*	0.19 <sup>ns</sup>	0.25 <sup>ns</sup>	0.74*	-0.10 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>
LC			0.81*	-0.27 <sup>ns</sup>	-0.26 <sup>ns</sup>	0.63*	-0.46*	-0.10 <sup>ns</sup>
DAP				-0.09 <sup>ns</sup>	-0.11 <sup>ns</sup>	0.71*	-0.33*	-0.03 <sup>ns</sup>
MCF					0.82*	0.03 <sup>ns</sup>	0.59*	0.25 <sup>ns</sup>
MLF						0.07 <sup>ns</sup>	0.54*	0.43*
QLNF							-0.15 <sup>ns</sup>	-0.09 <sup>ns</sup>
CLNF								0.39*

ALT: altura da planta (cm); QF: Quantidade de Fuste; LF: Largura da copa (cm); DAP: Diâmetro altura peito(cm); MCF: Média do comprimento das folhas (cm); MLF: Média da largura das folhas (cm); QLNF: Quantidade de inflorescência; CLNF: Comprimento da Inflorescência (cm); LLNF: Largura da Inflorescência (cm); ns e \* : Não significativo e significativo respectivamente a 5% de probabilidade.

A análise das variáveis realizada com a distância Euclidiana média apresentou o coeficiente de correlação cofenético entre as matrizes de agrupamento, com valor de correlação de 0,67. Conforme sugerem Bussab et al. (1990), análises de agrupamento são aceitáveis se produzirem um coeficiente de correlação cofenético a partir de 0,80. Entretanto, outros autores como Rohlf & Fisher (1968), consideram como bons resultados para os coeficientes valores superiores a 0,91. Assim, infere-se que o resultado obtido pelo coeficiente de correlação cofenético para as variáveis quantitativas desse estudo foi o de menor fidedignidade de associação.

Segundo Santos, (2004) alguns autores justificam que coeficientes com valores compreendidos entre 0,60 e 0,80 são provenientes do pequeno número de variáveis utilizadas assim como às utilizadas para a caracterização dos genótipos de Fruteira Pão. O mesmo autor

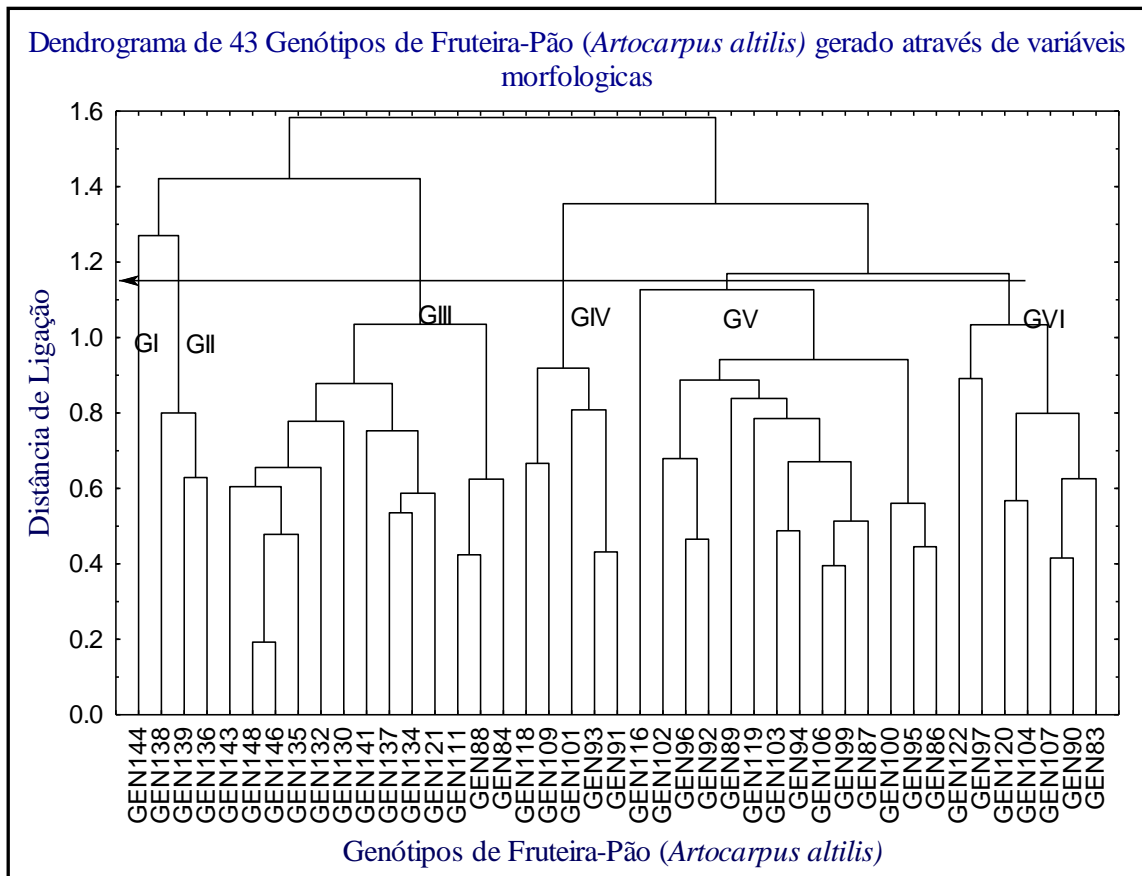
ênfatisa que existem outros fatores que também podem influenciar nos valores dos coeficientes como tipo e quantidade das variáveis e a qualidade dos dados obtidos. Deve-se ressaltar também, que não existe tão somente o coeficiente de correlação cofenético para avaliar a qualidade da análise de agrupamento, tais como os de Cormack (1971) que enumera as medidas de distorção de Sokal e Rohlf, Guttman, Gower, Jardine, Hartigan, Anderson, Shepard e Sammon. Barroso e Artes (2003), por sua vez exibem a utilização de métodos de avaliação que utilizam Gráfico de Silhueta, Gráfico de Perfil e Gráfico de Radar.

O ponto de corte, definido pelo índice Pseudot2 do pacote Nb Clust do programa R, promoveu a formação de seis grupos apresentados na Figura 1. No ponto de corte com base na média das distâncias da matriz de agrupamento dos dados quantitativos foi definida a formação de grupos apresentados na Tabela 3.

**Tabela3.** Relação dos grupos definidos pela matriz de agrupamento dos dados quantitativos

GRUPOS					
I	II	III	IV	V	VI
GEN 144	GEN138	GEN143	GEN118	GEN116	GEN122
	GEN139	GEN148	GEN109	GEN102	GEN97
	GEN136	GEN146	GEN101	GEN96	GEN120
		GEN135	GEN93	GEN92	GEN104
		GEN132	GEN91	GEN89	GEN107
		GEN130		GEN119	GEN90
		GEN141		GEN103	GEN83
		GEN137		GEN94	
		GEN134		GEN106	
		GEN121		GEN99	
		GEN111		GEN87	
		GEN88		GEN100	
		GEN84		GEN95	
				GEN86	

Com base na Figura 1, é possível inferir que dentre os genótipos avaliados, o GEN144 apresentou maior dissimilaridade. Esta divergência pode estar associada à diferença significativa entre os valores dos dados obtidos das variáveis quantitativas: Comprimento da Inflorescência e Largura da Inflorescência. Já que na coleta de dados foi possível perceber considerável diferença quando comparado com os outros genótipos com essas variáveis.



**Figura 1.** Dendrograma de dissimilaridades genéticas de dados quantitativos de 43 genótipos obtidos pelo método UPGMA fundamentado na distância Euclidiana.

Outra inferência a ser feita é que houve uma formação relevante no número de grupos, considerando o número de indivíduos caracterizados. Essa formação de agrupamento permite a possibilidade futura de separação e seleção de genótipos.

Na Tabela 4, verifica-se que as variáveis: Comprimento da Inflorescência, Média do comprimento das folhas e Quantidade de inflorescência foram as que mais contribuíram para divergência genética entre os genótipos. Neste sentido, é notória a relevância dos resultados obtidos em programas de melhoramento genéticos da cultura.

Diante dos resultados, as variáveis com referência aos dados das folhas e inflorescências tornam-se importantes para detecção da variabilidade. O que percebe-se é que nos estudos envolvendo aspectos relacionados com a reprodução, crescimento e desenvolvimento vegetal, exigências nutricionais, entre outros, à fatores, à determinação da área foliar tem grande importância, por ser um dos principais parâmetros utilizados na avaliação do crescimento vegetal.

**Tabela4.** Contribuição de Singh relativa às variáveis avaliadas para a dissimilaridade apresentada entre os genótipos.

Variável	S. j	Valor (%)
ALT	1859.94	0.57
QF	8143	2.49
LC	2090.03	0.64
DAP	39027.27	11.93
MCF	75969.9	23.22
MLF	48858.62	14.93
QLNF	69378	21.20
CLNF	80329.58	24.55
LLNF	1641	0.50

ALT: altura da planta (cm); QF: Quantidade de Fuste; LF: Largura da copa (cm); DAP: Diâmetro altura peito(cm); MCF: Média do comprimento das folhas (cm); MLF: Média da largura das folhas (cm); QLNF: Quantidade de inflorescência; CLNF: Comprimento da Inflorescência (cm); LLNF: Largura da Inflorescência (cm)

## CONCLUSÃO

Com base nas análises de agrupamento para caracteres morfológicos, pode-se afirmar que existe variabilidade genética entre os genótipos estudados os quais, apresentaram potencial significativo para programas de melhoramento genético da cultura da Fruteira- Pão. As variáveis quantitativas que mais contribuíram para divergência genética entre os acessos foram: Comprimento da Inflorescência, Média do comprimento das folhas e Quantidade de inflorescência.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL JÚNIOR, A.T.; THIÉBAUT, J.T.L. Análise multivariada na avaliação da diversidade em recursos genéticos vegetais. Campos dos Goytacazes - Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, CCTA, 55 p., 1999.
- BUSSAB, W. O.; MIAZAKI, E. S.; ANDRADE, D. F. Introdução à Análise de Agrupamentos. In: 9º Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística, São Paulo. Associação Brasileira de Estatística, 105p.,1990 .
- CALZAVARA, B. B. Fruticultura Tropical: a fruta-pão. 6 ed. Belém: Museu Paranaense Emilio Goeldi, 1987. 279p Campinas, 2008.
- COIMBRA, R.R., MIRANDA, G.V., MOREIRA, G.R., SILVA, D.J.H., CRUZ, C.D., CARNEIRO, P.C.S., SOUZA, L.V., GUIMARÃES, L.J.M., MARCASSO, R.C., CANIATO, F.F. Divergência genética de cultivares de milho baseada em descritores qualitativos. In: Simpósio de Recursos Genéticos para América Latina e Caribe, 3., 2001, Londrina. Anais..., Londrina:Sirgealc. 2001. p. 401-402.
- CRUZ, C. D; CARNEIRO, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 2006, p. 480p.
- CRUZ, C.D. Programa Genes - Aplicativo computacional em genética e estatística. 2014. Disponível em: [www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm](http://www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm)
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 2003. 585p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A. J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2. Ed. Rev. Viçosa: UFV, 2001.
- CRUZ, E. D.; CARVALHO, J. E. U. Biometria de frutos e sementes e germinação de curupixá (*Micropholis cf. venulosa* Mart. & Eichler – Sapotaceae). Acta Amazônica, Manaus, v.33, n.3, p.389-398, 2003.
- DATWYLER SL, WEIBLEN GD. On the origin of the fig: phylogenetic relationships of Moraceae from ndhF sequences. American Journal of Botany 2004; 91: 767-777. PMID:21653431. [http:// dx.doi.org/10.3732/ajb.91.5.767](http://dx.doi.org/10.3732/ajb.91.5.767).
- DIAS, L. A. dos S.; KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, G. C. T. Divergência genética multivariada na preservação de germoplasma de cacau (*Theobroma cacao* L.) Agrotrópica, v. 9, p. 29 - 40, 1997.
- FALCÃO, M. A.; CLEMENT, C. R.; Moreira Gomes, J. B.; Chávez Flores, W.B.; Santiago, F.F.; Freitas, Vilma Pereira. Fenologia e produtividade da fruta-pão (*Artocarpus altilis*) e da jaca (*A. heterophyllus*) na Amazônia Central. Acta Amazonica, v. 31, n. 2, p. 179-191, 2001.
- FALCONER, D. S. Introdução à genética quantitativa. Tradução por SILVA, M. A. ; SILVA.J. C. Viçosa: UFV, 1987. 279p.



- HAIR, J.F. et al. Análise multivariada de dados. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593p.
- LANDIM, P.M.B. Análise estatística de dados geológicos. 2.ed. São Paulo: Fundação Editora da UNESP/FEU, 2003. 253p.
- LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.
- LAVIOLA, B. G. Diretrizes para o melhoramento de pinhão-manso visando a produção de biocombustíveis. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2010\\_1/DiretrizesPinhaoManso/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2010_1/DiretrizesPinhaoManso/index.htm)> Acesso em 09 de Agosto de 2014.
- MONTGOMERY, D.C.; PECK, E.A. Introduction to linear regression analysis. New York: John Wiley & Sons, 1981. 504p
- MONTGOMERY, D.C.; PECK, E.A. **Introduction to linear regression analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1981. 504p.
- MOREIRA, D. K. T.; CARVALHO A. V.; VASCONCELOS, M. A. M. Aproveitamento tecnológico da farinha de fruta-pão. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico 187. Dez. 2006. 5p
- MOURA, E. F. Divergência genética entre acessos de jaborandi (*Pilocarpus microphyllus*). 2003. 75p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- NOMURA T, HANO Y, AIDA M. Isoprenoid-substituted flavonoids from *Artocarpus* plants (Moraceae). *Heterocycles* 1998; 47: 1179-1205. [http://dx.doi.org/10.3987/REV-97-SR\(N\)9](http://dx.doi.org/10.3987/REV-97-SR(N)9).
- PATRO, R.. Fruta-pão - *Artocarpus altilis*. Jardineiro.net, Disponível em: <[http://www.jardineiro.net/br/banco/artocarpus\\_aitilis.php](http://www.jardineiro.net/br/banco/artocarpus_aitilis.php)>. Acesso em: 09 Abril de 2012.
- PEIXOTO AM, TOLEDO FF. Enciclopédia agrícola brasileira. São Paulo: Edusp: FAPESP; 2002.
- PEREIRA, V.J., KAPLAN, M.A.C. *Artocarpus*: Um Gênero exótico de Grande Bioatividade. *Floresta e Ambiente*, v. 20, n. 1, p. 1-15, 2013.
- PIMENTEL, G. Fruticultura Brasileira. Nobel, São Paulo, 13<sup>o</sup> ed. p. 236-237, 1972.
- PIMENTEL-GOMES, F. Curso de estatística experimental. 15<sup>a</sup> Ed. Piracicaba: FEALQ, 2009, 451p.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2014. Disponível em: <http://www.R-project.org/>
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. Genética na agropecuária. Lavras, UFLA. 2012. 472p.

ROHLF, F. J.; FISHER D. L. Test for hierarchical structure in random data sets. *Systematic Zoology*, v.17, p. 407 - 412. 1968

RUFINO, E.R. Estimativas de parâmetros genéticos e seleção de clones linalol em .

SACRAMENTO, C. K. do; LEITE, J. B. V.; CARVALHO, J. E. U. de; NASCIMENTO, W. M. O. do. Fruta-pão. In: SANTOS-SEREJO, J. A. dos, DANTAS, J. L. L.; SAMPAIO, C. V.; COELHO, Y. da S. (Eds.) *Fruticultura tropical: espécies regionais e exóticas*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 509 p.

SANTOS, M. **Caracterização Fenotípica e Molecular de Genótipos de Fumo utilizados no Sul do Brasil**. 112 f. 2002. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Caracterização Fenotípica e Molecular de Genótipos de Fumo utilizados no Sul do Brasil – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.

SEVERINO, L.S.; CARDOSOS, G.D.; VALE, L.S.; SANTOS, J.W. Método para determinação da área foliar da momoneira. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras*, v. 8, n.1, p. 753-762, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.