

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

**CLEMILTON ALVES DA SILVA**

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE  
MAMOEIRO E CORRELAÇÕES ENTRE SUAS  
CARACTERÍSTICAS NO NORTE DO ESPÍRITO  
SANTO**

**São Mateus, ES  
Fevereiro de 2013**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE  
MAMOEIRO E CORRELAÇÕES ENTRE SUAS  
CARACTERÍSTICAS NO NORTE DO ESPÍRITO  
SANTO**

**CLEMILTON ALVES DA SILVA**

Dissertação apresentado à Universidade Federal do Espírito Santo como partes das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical para obtenção do título de mestre em Agricultura Tropical.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Romais Schmidt

**São Mateus, ES  
Fevereiro de 2013**

# DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE MAMOEIRO E CORRELAÇÕES ENTRE SUAS CARACTERÍSTICAS NO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

**CLEMILTON ALVES DA SILVA**

Dissertação apresentado à Universidade Federal do Espírito Santo como partes das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical para obtenção do título de mestre em Agricultura Tropical

Aprovada: 22 de Fevereiro de 2013.



---

Prof. Dr. Omar Schmildt  
Universidade Federal do Espírito Santo  
(Co-orientador)



---

Prof. Dr. Laercio Francisco Cattaneo  
Instituto Capixaba de Pesquisa,  
Assistência Técnica e Extensão Rural  
(Co-orientador)



---

Prof. Dr. Edilson Romais Schmildt  
Universidade Federal do Espírito Santo  
(Orientador)

Meu reconhecimento e gratidão aos queridos Jose Maria e Maria de Lourdes, Alves da Silva amados pais e Michelly Alves da Silva e Cleomar Alves da Silva, amados e queridos irmãos que espero continuar me assistindo e guardando até o fim dos dias.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pelas alegrias proporcionadas e por estar sempre presente, me auxiliando na superação dos momentos mais difíceis e por mais uma dádiva alcançada em minha vida;

Ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical da Universidade Federal do Espírito Santo, por ter concedido a oportunidade de cursar o mestrado e desenvolver este trabalho;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

À Caliman Agrícola S.A, pela concessão da área para realização dos experimentos e apoio técnico na realização desse projeto, em especial aos engenheiros agrônomos Geraldo Fereguetti e Welton, e ao técnico Aiton pela atenção e disponibilidade;

Ao professor Edilson Romais Schmildt pelos ensinamentos, preciosas orientações, oportunidade, confiança, paciência e efetiva participação no decorrer do curso;

Aos meus Co-orientadores: Omar Schmildt, Rodrigo Sobreira Alexandre e Laércio Francisco Cattaneo pelas valiosas contribuições;

À coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical na pessoa do professor Fabio Ribeiro Pires e aos demais professores, pela amizade e ensinamentos;

À Alessandra Ferreira Belo pela sua amizade confiança e pelos momentos de alegria, parceria e boa convivência no decorrer dessa jornada;

Aos amigos Antonia Francilene Alves, Ricardo Valadares, Kennedy Magalhães, Ivan Hudson Cassimiro, Camila Vieira, Francisco Charles Silva, que ainda que distante não deixaram de estar presente em nenhum momento em minha vida;

Aos amigos do curso de mestrado em especial Jamile Lenhaus Detoni, Mariana Ferraço, Poliana Rangel, João Martins, Joabe Martins, Gisele Magevsky, Gisele Taufner, Alex Favaro, Adriel Nascimento e Jeferson Ferreira pelos momentos de alegrias, bom convívio e respeito;

Aos colegas Adriel Nascimento e Jeferson Ferreira pela efetiva participação no desenvolvimento desse projeto;

À secretaria do programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical na pessoa da Bernadeth Seixas dos Santos, pela sua dedicação;

Finalmente, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o sucesso deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	4
2.1. Origem, aspectos botânicos e morfológicos do mamoeiro.....	4
2.2. Aspectos sócios econômicos do mamoeiro.....	5
2.3. Melhoramento genético da cultura do mamão.....	6
2.4. Estudos de divergência genética.....	8
2.5. Estudos de correlações.....	10
2.6. Análise de trilha.....	11
<b>3. CAPÍTULOS</b> .....	13
<b>3.1. DIVERSIDADE GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE MAMOEIRO (<i>Carica papaya</i> L.) NA REGIÃO NORTE DO ESPÍRITO SANTO</b> .....	14
Resumo.....	14
Abstract.....	15
Introdução.....	16
Material e Métodos.....	17
Resultados e discussão.....	20
Conclusões.....	37
Referências bibliográficas.....	37

<b>3.2. CORRELAÇÕES FENOTÍPICAS E ANÁLISE DE TRILHA ENTRE CARACTERES MORFOAGRONOMICOS DE MAMOEIRO.....</b>	<b>41</b>
Resumo.....	41
Abstract.....	42
Introdução.....	42
Material e Métodos.....	44
Resultados e discussão.....	46
Conclusões.....	58
Referências bibliográficas.....	58
<b>4. CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>61</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>62</b>



## RESUMO

SILVA, Clemliton Alves da; M.sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; Fevereiro de 2013; **Divergência genética entre acessos de mamoeiro e correlações entre suas características no Norte do Espírito Santo**; Orientador: Edilson Romais Schildt, Co-orientadores: Omar Schildt, Rodrigo Sobreira Alexandre e Laercio Francisco Cattaneo.

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é atualmente uma das fruteiras de maior importância econômica, sendo cultivada e consumida nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. O Brasil é o segundo produtor mundial dessa fruta, seu cultivo se configura em atividade agrícola de alta rentabilidade e de grande relevância econômica para o país. Os trabalhos de melhoramento na cultura do mamão têm se tornando ferramentas importantes, visando à manutenção e aumento dos índices produtivos dessa fruteira. Nesse contexto desenvolveram-se dois trabalhos distintos com os seguintes propósitos: no primeiro avaliou-se, o grau de variabilidade genética entre cinquenta e nove acessos de mamoeiro por meio de características morfoagronômicas. Para tanto a divergência genética foi quantificada pelos seguintes procedimentos multivariados: distância generalizada de Mahalanobis, técnicas de agrupamento de otimização de Tocher e hierárquico com base no método aglomerativo da média entre pares não ponderados. Houve diferença significativa para todas as características avaliadas, mostrando a existência de variabilidade entre os acessos. As características altura de planta, altura de inserção do primeiro fruto, espessura maior de polpa de fruto, diâmetro de fruto e

comprimento de fruto apresentaram valores de herdabilidade superiores a 80%, resultados que pode indicar ganhos expressivos no processo simples de seleção. Existe variabilidade genética entre os acessos, sendo o Americano, STZ 03-Pecíolo curto e Calíflora 209 os mais divergentes. Os métodos de otimização de Tocher e hierárquico foram parcialmente concordantes quanto à formação dos grupos heteróticos de acessos de mamoeiro no Norte do Espírito Santo. As características massa de fruto, diâmetro de fruto e altura de planta foram as de maior contribuição para a diversidade genética. O segundo trabalho teve como finalidade obter as estimativas de correlações fenotípicas entre características morfológicas e de frutos de mamoeiro, bem como analisar a relação entre essas características e seus desdobramentos em efeitos diretos e indiretos dos componentes primários e secundários sobre a produção por planta. As correlações fenotípicas foram superiores às genotípicas. Não houve correlação significativa entre os caracteres avaliados e a variável principal produção por planta. Os componentes primários número e massa de fruto explicam quase que totalmente as variações ocorridas na produção por planta. Espessura menor de polpa de fruto foi o componente secundário que apresentou maiores efeitos diretos e indiretos sobre a variável primária massa de fruto.

**Palavras-chave:** *Carica papaya* L., Parâmetros genéticos, Melhoramento vegetal, Biometria.

## ABSTRACT

SILVA, Clemliton Alves da; M. sc., Federal University of Espírito Santo; February 2013; **Genetic divergence among accessions of papaya and correlations between their characteristics in the northern of Espírito Santo**; Advisor: Edilson Romais Schmidt, Co-advisors: Omar Schmidt, Rodrigo Sobreira Alexandre and Laercio Francisco Cattaneo.

Papaya (*Carica papaya* L.) is currently one of the most economically important fruit crops being cultivated and consumed in tropical and subtropical regions of the world. Brazil is the second largest producer of the fruit, its cultivation is configured in high-yield agriculture and great economic importance to the country. The improvement works in papaya crop are becoming important tools in order to maintain and increase production indices of papaya tree. In this context developed two distinct works for the following purposes: the first was evaluated, the degree of genetic variability among accessions fifty-nine papaya through agronomic characteristics. For both the genetic divergence was quantified by multivariate following: Mahalanobis distance, clustering techniques and optimization Tocher hierarchical method agglomerative average peer unweighted. There were significant differences for all traits, showing the existence of variability among accessions. The characteristics plant height, height of insertion of the first fruit greater thickness of fruit pulp, fruit diameter and length of fruit provided heritability of more than 80%, results may indicate that significant gains in simple selection process. There is genetic variability among accessions, and the American, STZ 03-209 Petiole short and Califlora the most divergent. The methods of Tocher

and hierarchical partially agree on the formation of heterotic groups of accessions of papaya in northern Espírito Santo. The characteristics of fruit weight, fruit diameter and plant height were the most contribution to genetic diversity. The second study was aimed at obtaining estimates of phenotypic correlations between morphological and papaya fruits as well as analyze the relationship between these characteristics and its unfolding in direct and indirect effects of primary and secondary components on production by plants. The correlations were higher to genotypic. There was no significant correlation among traits and the main variable yield per plant. The primary components: number and weight of fruit almost entirely explain the variations in plant production. Smaller thickness of fruit pulp was the secondary component that showed higher direct and indirect effects on the primary variable fruit weight.

**Keywords:** *Carica papaya* L., Genetic parameters, Breeding, Biometrics.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A fruticultura é um ramo da agricultura que apresenta vantagens consideráveis, pois além de gerar elevado número de empregos diretos e indiretos, melhora a distribuição de renda, e gera produtos de alto valor agregado fixando os produtores no campo.

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é considerado uma das fruteiras mais cultivadas e consumidas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. Seus frutos excelentes fontes de cálcio, pró-vitamina A e vitamina C (ácido ascórbico) são amplamente utilizados em dietas alimentares (SERRANO & CATTANEO, 2010).

No Brasil, os estados da Bahia, Espírito Santo e Rio Grande do Norte são os principais produtores, responsáveis por 86% da produção nacional, estimada em 1,9 milhões de toneladas em uma área de cultivo de 36,6 mil hectares (AGRIANUAL, 2011).

Na região Norte do Estado do Espírito Santo, as condições edafoclimáticas possibilitam que a exploração da cultura do mamão se torne uma atividade agrícola de alta rentabilidade e de grande importância para essa região como geradora de empregos e divisas para o estado.

Um entrave à produção desta cultura consiste nos elevados preços das sementes híbridas geralmente importadas de Taiwan, levando os produtores a realizarem plantios sucessivos com as gerações desses híbridos acarretando inúmeros problemas, sobretudo a perda de vigor tendo como reflexos baixos índices produtivos da cultura.

Visando aumentar os índices produtivos bem como da qualidade dos frutos que possam atender as exigências dos mercados nacionais e internacionais, surge a necessidade de estudos que tem por finalidade ampliar a base genética da cultura do mamoeiro. Uma alternativa consiste no uso do melhoramento genético, por meio do estudo da diversidade genética da cultura.

Segundo Cruz & Carneiro (2003), estudos de divergência genética têm grande importância em programas de melhoramento envolvendo hibridações, pois identificam progenitores que em futuros cruzamentos possibilitem maior efeito heterótico e que proporcione maior segregação e recombinação.

No estudo da diversidade genética de uma população ou indivíduos, os caracteres utilizados são submetidos às técnicas biométricas multivariadas, permitindo unificar múltiplas informações de um conjunto de caracteres e resultando em maior oportunidade na escolha de progenitores divergentes para programas de melhoramento (CRUZ et al., 2004).

A utilização de técnicas multivariadas para estimar a diversidade genética tem sido empregada em trabalhos envolvendo diversas culturas tais como feijão (COELHO et al., 2007), pimenta (MOURA et al., 2010), melão (NUNES et al., 2011) mamão (CASTELLEN et al., 2007; CARDOSO et al., 2009; QUINTAL et al., 2012).

Dentre as técnicas multivariadas, as mais empregadas são variáveis canônicas, componentes principais e os métodos de agrupamentos. A escolha da técnica mais adequada tem sido determinada de acordo com o objetivo do pesquisador, pela facilidade da análise e pela forma como os dados foram obtidos (CRUZ et al., 2004).

A análise de agrupamento procura discriminar geneticamente os indivíduos, separando-os em grupos pela análise de um conjunto de características inerentes a cada indivíduo, agrupando-os de forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos. Dentre estes métodos, os hierárquicos e os de otimização são empregados em grande escala pelos melhoristas de plantas (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

Os métodos hierárquicos são caracterizados pelo agrupamento de genótipos por um processo que se repete em vários níveis, sendo estabelecido um dendrograma, sem preocupação com o número ótimo de grupos. Nos métodos de otimização, por sua vez, os grupos são estabelecidos aperfeiçoando determinado

critério de agrupamento, diferindo dos métodos hierárquicos pelo fato de os grupos formados serem mutuamente exclusivos (CRUZ et al., 2004).

As análises de correlação entre características produtivas e componentes de produção têm sua importância na determinação dos critérios de seleção. Assim se pode selecionar de forma indireta um caractere produtivo que apresenta baixa herdabilidade ou dificuldade de mensuração, através de outro que apresente alta herdabilidade e de fácil avaliação desde que esteja altamente correlacionado.

A maioria dos programas de melhoramento vegetal levam em consideração muitas características simultaneamente. Desta forma o entendimento da associação genética entre as características pode contribuir para a escolha dos procedimentos de seleção mais apropriados visando maximizar o ganho genético por geração (SANTOS & VENCOVSKY, 1986).

Apesar de importante, o coeficiente de correlação simples pode produzir equívoco a respeito da relação que há entre duas variáveis, podendo não ser uma medida real de causa e efeito. Portanto o resultado de um alto ou baixo coeficiente de correlação entre duas variáveis pode ser causado pelo efeito que uma terceira variável ou um grupo de variáveis tem sobre essas duas variáveis, não dando a exata importância relativa dos efeitos diretos e indiretos destes fatores (CRUZ et al., 2004).

Para melhor compreender as causas envolvidas nas associações entre caracteres, Wright (1921, 1923) propôs metodologia de análise de trilha que desdobra as correlações estimadas em efeitos diretos e indiretos de caracteres sobre uma variável básica. Além disso, essa técnica mostra que o desdobramento de correlações é dependente do conjunto de caracteres estudados, que normalmente é estabelecido a partir do conhecimento prévio de sua importância pelo pesquisador e de possíveis inter-relações expressas em diagramas de trilha (CRUZ et al., 2004).

Na cultura do mamoeiro estudos sobre correlações fenotípicas, genotípicas e análise de trilha tem envolvido caracteres relacionados a números de frutos comerciais, número de frutos e sólidos solúveis (MARIN, 2001; OLIVEIRA et al., 2010). Diante do exposto objetivou-se estudar a variabilidade genética entre acessos de mamoeiro e estimar as correlações fenotípicas e genotípicas entre os caracteres e realizar a análise de trilha entre produção por planta e seus componentes primários e secundários.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Origem, aspectos botânico e morfológico do mamoeiro

Segundo Lorenzi et al. (2006), o centro de origem e dispersão do mamoeiro é a America Tropical como um todo. Muito embora haja opiniões divergentes quanto à origem do *Carica papaya* L., na America Tropical, há relatos que esta espécie tenha se originado nas terras baixas da America Central Oriental do México ao Panamá (NAKASONE & PAULL, 1998 *apud* SILVA, 2006).

O mamoeiro cultivado comercialmente (*Carica papaya* L.) é uma planta herbácea pertence à classe *Eudicotyledoneae*, subclasse *Archichlamydeae*, ordem *Violales*, subordem *Caricineae*, família *Caricaceae* e gênero *Carica* (JOLY, 1993 *apud* SILVA, 2006).

Para efeitos práticos, os tipos de flores que ocorrem com maior frequência no mamoeiro são citados na sequencia, de acordo com citações de Badillo (1971), Couto & Nacif (1999) e Dantas & Castro Neto (2000).

Flor masculina, que ocorrem em pedúnculos longos, inseridos nas axilas das folhas da parte superior do mamoeiro, muito distantes da junção do pecíolo com o caule. É caracterizada pela ausência de estigma e pelo tubo da corola estreito e muito longo, terminando em cinco pétalas livres em sua extremidade. No interior deste, encontram-se os órgãos masculinos e femininos. O masculino é constituído por cinco pares de estames funcionais, soldados às pétalas e dispostos em duas séries de verticilos, sendo cinco superiores e cinco inferiores. O feminino possui



ovário muito rudimentar e, geralmente, estéril, sem estigma, incapacitando as plantas de produzirem frutos.

Os mamoeiros-macho produzem somente flores estaminadas durante todo o ano, porém, elas podem em determinadas épocas, produzir flores hermafroditas férteis geralmente alongatas possibilitando o desenvolvimento de frutos, denominados de “mamões-de-corda”, “mamões-machos” ou “mamões-de-cabo”.

A flor feminina, também conhecida como flor pistilada ou unissexual feminina, é grande, formada por pedúnculos curtos nas axilas das folhas, com frequência individual, mas também presentes em pequenos agrupamentos cimosos, composto por duas a três flores. A flor é do tipo pentâmero, com cálice gamossépalo e corola dialipétala. Internamente só apresenta o órgão feminino, que é constituído de um ovário grande e arredado, que se afunila para o ápice, onde se inserem cinco estigmas sésseis em forma de leque. As flores não têm estames, nem rudimentos de estames. Originam frutos arredondados, oblongos ou ligeiramente obovados, apresentando cavidade interna grande em relação à espessura da polpa.

A flor hermafrodita do mamoeiro não constitui um tipo único e definido, mas um grupo que inclui muitas formas, a exemplo da pentândrica, intermediária e alongata. As duas primeiras flores são formas anômalas e dão origem a frutos deformados, sem valor comercial e conhecidos, respectivamente, por fruto pentândrico e carpelóide (cara-de-gato). A flor hermafrodita alongata é a típica flor perfeita, de onde se origina o fruto de valor comercial. As flores hermafroditas ocorrem, normalmente, em pedicelos ou pedúnculos curtos, nas axilas foliares de mamoeiros hermafroditas ou, ocasionalmente, em pedúnculos longos originários das axilas de mamoeiros masculinos (DANTAS & CASTRO NETO, 2000).

## **2.2. Aspectos sócios econômicos do mamoeiro**

A fruticultura contribui de forma significativa para o crescimento da economia brasileira, sendo como fonte de alimentação, geradora de emprego de forma direta e indireta, além de gerar produtos de alto valor comercial e excelentes perspectivas de mercado interno e externo (ALMEIDA, 2008).

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma das fruteiras mais comuns em quase todos os países da América Tropical e caracterizado por apresentar polpa saborosa, cujas características químicas e digestivas, fazem dessa fruta um alimento ideal e saudável para pessoas de todas as idades. Os frutos apresentam componentes como açúcares e vitaminas A, B1, C e niacina e baixa acidez se comparada a outras frutas tropicais, podendo ser consumido por pessoas sensíveis a frutos ácidos. Além do consumo *in natura*, sua industrialização por meio do aproveitamento integral do fruto oferece extensa gama de produtos e subprodutos, que podem ser utilizados na indústria de alimentos, farmacêutica e até na ração de animais (HINOJOSA & MONTGOMERY, 1988).

Segundo dados da FAO (2012), em 2010 a produção mundial de mamão representou 10% da produção mundial de frutas tropicais, girando em torno de oito milhões de toneladas, das quais 39% foram produzidas na América Latina e Caribe. Os principais produtores mundiais são a Índia, Brasil, México, Nigéria, e Indonésia, enquanto os maiores exportadores são o México e a Malásia.

Em 2008, o Brasil produziu 1,9 milhão de toneladas em 36,5 mil hectares, com um valor da produção estimado em um bilhão de reais. Os principais estados produtores foram Bahia (902 mil toneladas), Espírito Santo (630 mil toneladas), Rio Grande do Norte (106 mil toneladas) e Ceará (100 mil toneladas). No quesito exportações, o Estado do Espírito Santo respondeu por 50% do total (IBGE, 2010).

O cultivo do mamoeiro no Brasil, além da grande importância econômica apresenta aspecto social, como gerador de emprego e renda absorvendo um elevado contingente de mão-de-obra durante o ano todo pela constante necessidade no manejo e comercialização, efetuada de maneira contínua nas lavouras, além da renovação dos plantios, em média, a cada três anos (BENASSI, 2006).

### **2.3. Melhoramento Genético na cultura do mamão**

Com uma população em crescimento progressivo, principalmente em países em desenvolvimento, é necessário o aumento da produção de alimento que atenda

um mercado consumidor cada vez mais exigente. Isso pode ser alcançado com auxílio do melhoramento genético de diversas culturas agrícolas.

O mamoeiro cultivado atualmente pertence a dois grupos heteróticos as variedades 'Solo' e 'Formosa'. O primeiro caracterizado por produzir frutos menores. Os cultivares do grupo Formosa apresentam frutos maiores e geralmente são híbridos comerciais, o que tem conquistado o mercado interno e externo, principalmente a Europa, Canadá e Estados Unidos (DANTAS & OLIVEIRA, 2009).

A cultura do mamoeiro sustenta-se em uma estreita base genética, sendo limitado o número de cultivares plantadas nas principais regiões produtoras, ocasionando um aumento na vulnerabilidade da cultura ao ataque de pragas e doenças, além da dificuldade de produção de frutos com alta qualidade. Evidencia-se, portanto, a necessidade de fortalecer os programas de melhoramento genético da cultura. A necessidade de lançamento de novas cultivares de mamão para o mercado interno e externo tem sido apontado recentemente por vários pesquisadores (DANTAS & LIMA, 2001; FRAIRE FILHO et al., 2001; PEREIRA, 2003; MARIN et al., 2006a,b; CASTELLEN et al., 2007; IDE et al., 2009).

Atualmente, as instituições de maior expressão de pesquisa no Brasil onde se trabalha com melhoramento genético do mamoeiro são a Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), no Rio de Janeiro, o Centro Nacional de Pesquisa Mandioca e Fruticultura (EMBRAPA/CNPMPF) na Bahia e o Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (INCAPER) no Espírito Santo.

A parceria entre a Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) e a Empresa Caliman Agrícola S.A, empresa sediada em Linhares-Espírito Santo desenvolveram o primeiro híbrido de mamão no Brasil, denominado de Caliman/UENF01 e comercialmente conhecido como Calimosa. Este híbrido constitui-se numa alternativa para o cultivo do mamoeiro no país. Porém, ainda existe uma lacuna a ser preenchida em termos de opções de variedades e híbridos que atendam todas as exigências do mercado (DANTAS & OLIVEIRA, 2009). Mais recente, em 2010, foi lançado o mamão 'Rubi Incaper 511', fruto de vários anos de pesquisa conduzida no Incaper (SERRANO & CATTANEO, 2010).

O melhoramento convencional do mamoeiro vem sendo amplamente praticado podendo citar como estratégias mais utilizadas, caracterização, avaliação de acessos, coleta de germoplasma, produção de linhagem através da fixação de alelos via autofecundação, capacidade combinatória visando a produção de híbridos

(MARIN et al., 2006), retrocruzamentos (RAMOS et al., 2011) e avaliação da divergência genética, de médias de variâncias e parâmetros genéticos (CATTANEO, 2001).

As ferramentas biotecnológicas têm contribuído para a solução alguns problemas da cultura do mamoeiro (DAVIS & YING, 2004). O uso dos marcadores moleculares também apresenta novas possibilidades para o melhoramento, como no auxílio para a predição do sexo (OLIVEIRA et al., 2007), caracterização molecular de genótipos (OLIVEIRA et al., 2011). Assim, o uso dos marcadores moleculares pode aumentar a dinâmica e a capacidade de resposta dos programas de melhoramento frente aos constantes desafios impostos ao desenvolvimento de cultivares de mamão (DANTAS & OLIVEIRA, 2009).

#### **2.4. Estudos de divergência genética**

A diversidade genética pode ser definida como a distância genética existente entre populações, indivíduos ou organismos, baseada em características morfoagronômicas, fisiológicas, bioquímicas e moleculares (CRUZ et al., 2004).

Os estudos de divergência genética são importantes parâmetros avaliados por melhoristas de plantas na fase inicial de um programa de melhoramento, pois fornecem informações relevantes para identificação de progenitores que em futuros cruzamentos possibilitem maior efeito heterótico e que proporcione maior segregação e recombinação (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

De acordo com Sudré et al. (2005), a avaliação da diversidade genética pode ser realizado por meio de técnicas biométricas, com base na quantificação da heterose (ex.: análises dialélicas), ou por processos preditivos (ex.: métodos multivariados), baseados em diferenças morfológicas, fisiológicas ou moleculares, quantificando-as em medidas de dissimilaridade ou similaridade.

Para determinar a divergência genética de uma população ou linhas, vários métodos multivariados podem ser aplicados, dentre eles, as técnicas de agrupamentos. Estas dependem de medidas de dissimilaridade estimadas previamente (CRUZ et al., 2004). Para esses tipos de análises, o procedimento

estatístico mais utilizado para estimar a distância genética, com base em caracteres morfológicos, é a distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ) o qual considera as correlações existentes entre os caracteres analisados, sendo feita a partir de dados com repetições (CRUZ et al., 2004).

De posse das estimativas de distância, os dados são apresentados em uma matriz simétrica, e a interpretação facilitada pela utilização de um método de agrupamento que possui por finalidade separar um grupo original de observações em vários subgrupos, de forma a obter homogeneidade dentro e heterogeneidade entre os subgrupos (BERTAN et al., 2006). Dentre estes métodos de agrupamento, podem-se utilizar os hierárquicos e os de otimização. No primeiro caso, os genótipos são agrupados por um processo que se repete em vários níveis, sendo estabelecido um dendrograma, sem preocupação com o número ótimo de grupos. Neste caso destaca-se o método hierárquico com base no método aglomerativo da média entre pares não ponderados, o UPGMA (Unweighted Pair-Group Method Using an Arithmetic Average), que utiliza médias aritméticas das medidas de dissimilaridade, evitando caracterizar a dissimilaridade por valores extremos entre os genótipos (CRUZ et al., 2004).

Já nos métodos de otimização, os grupos são estabelecidos aperfeiçoando determinado critério de agrupamento, sendo que os grupos formados são mutuamente exclusivos. Neste caso destaca-se o método de Tocher onde mantém o critério de que as distâncias dentro de cada grupo sejam sempre menores do que as de intergrupo (CRUZ & CARNEIRO, 2003; CRUZ et al., 2004).

O estudo da divergência genética tem auxiliado em programas de melhoramento genético de diversas culturas agrícolas, podendo citar cupuaçuzeiro (ARAUJO et al., 2002), alface (OLIVEIRA et al., 2004), açaizeiro (COSTA et al., 2004), feijão-vagem (ABREU et al., 2004), pimenta e pimentão (SUDRÉ et al., 2005), maracujazeiro-amarelo (NEGREIROS et al., 2008) e tomate (GONÇALVES et al., 2008b).

Cardoso et al. (2009), avaliando a diversidade genética em germoplasma de mamoeiro averiguaram que a dissimilaridade genética foi elevada para atributos relacionados à qualidade fisiológica de sementes, o que, em programas de melhoramento genético, pode subsidiar a escolha de progenitores visando à obtenção de genótipos superiores. Oliveira et al. (2010) também verificaram alta diversidade genética entre acessos de mamoeiro o que permitiu a seleção de

acessos com tipos diferenciados de plantas e frutos, para uso comercial ou em programas de melhoramento genético.

Damasceno Junior et al. (2008), em estudo da divergência genética entre três espécies de Caricaceae, via marcadores RAPD verificaram que a espécie *Jaracatia spinosa* apresentou ampla diversidade genética em todos os locais de coleta, enquanto a *Vasconcellea monoica* maior diversidade genética em só lugar.

Alguns métodos estatísticos de análises podem ser empregados para aumentar a confiabilidade das conclusões frente à interpretação dos dendrogramas. Dentre estes, a análise de correlação cofenética preconizada por Sokal & Rohlf, (1962), estabelece uma correlação entre a matriz de similaridade ou dissimilaridade com o dendrograma gerado através desta, ou seja, compara as reais distâncias obtidas entre os acessos com as distâncias representadas graficamente.

## 2.5. Estudos de Correlações

As correlações existentes entre variáveis envolvendo genótipos podem ser fenotípicas, genotípicas ou ambientais, porém somente as correlações genotípicas, são de natureza herdável, sendo de grande relevância para o melhoramento.

O conhecimento da associação entre as características é importante para sucesso de um programa de melhoramento, uma vez que as correlações são levadas em consideração na escolha dos métodos de melhoramento quando se formulam estratégias de seleção simultânea para as várias características estudadas, predizendo a alteração na média de uma característica quando se seleciona em outra (GONÇALVES et al., 2008a).

A importância da correlação entre características reside na possibilidade de se avaliar o quanto a alteração em um caráter pode afetar os demais. Se a seleção de um caráter é dificultada pela baixa herdabilidade ou por problemas de mensuração e identificação, esse tipo de conhecimento se torna importante nas diferentes etapas dos programas de melhoramento (CRUZ et al., 2004).

Segundo Cruz et al. (2004) as correlações fenotípicas são correlações simples que podem ser medidas diretamente entre duas características de um

determinado número de indivíduos de uma população. As correlações fenotípicas são influenciadas por causas genéticas ou fatores ambientais.

A correlação genética é responsável pela fração herdável dos genitores para a progênie e neste caso, se dois caracteres apresentam correlação genética significativa, é possível obter ganhos para um deles por meio da seleção indireta (COIMBRA et al., 2000; CRUZ et al., 2004).

Oliveira et al. (2010), avaliando correlações genética em frutos comerciais de mamoeiro para as variáveis altura da planta, número de flores por pedúnculo e largura de folhas, verificaram alto potencial para uso nos programas de melhoramento genético visando à seleção indireta de número de frutos por planta.

## **2.6. Análise de trilha**

As estimativas dos coeficientes de correlação apesar de úteis para a compreensão de um caráter complexo como a produção, não determinam a importância relativa das influências diretas e indiretas dos outros caracteres com a produção, pois a correlação entre duas características mede a associação entre ambas, mas não determina a relação de causa e efeito entre elas, que, por sua vez, pode ser determinada por meio da análise de trilha desenvolvida por Wright (1921 e 1923) e pormenorizada por Li (1975).

Segundo Li (1956), o coeficiente de trilha é um método que analisa um sistema de múltiplas variáveis, relacionadas de modo linear e inclui todos os fatores básicos (causas) e suas variáveis resultantes (efeitos). A construção do diagrama de trilha mostrando as inter-relações entre os caracteres de acordo com as hipóteses a serem testadas, facilita o emprego e o entendimento prático do método.

A análise de trilha possibilita a obtenção de informações a respeito dos efeitos diretos e indiretos de um grupo de caracteres, em relação a um determinado caráter considerado de maior importância denominada de variável básica.

Assim, para fins de melhoramento, é importante identificar entre as características de alta correlação com a variável básica, as de maior efeito direto no

sentido favorável à seleção, de tal forma que a resposta correlacionada por meio da seleção indireta seja eficiente (SEVERINO et al., 2002; CRUZ & CARNEIRO, 2003).

Oliveira et al. (2010) verificando a relação entre o número de frutos comerciais por planta e dezesseis características do mamoeiro obtiveram que a variável básica correlacionou-se positiva e significativamente com o número de frutos por axila e negativamente com diâmetro da cavidade do fruto, espessura da polpa, peso, comprimento e diâmetro do fruto. Porém a análise de trilha demonstrou que, entre essas características, número de frutos por axila e comprimento de fruto possuem maior efeito direto sobre número de fruto.

Encontra-se na literatura muitos trabalhos com análise de trilha em outras culturas de importância econômica como maracujá (NEGREIROS et al., 2007), girassol (YASIN & SINGH, 2010) e tomate (RODRIGUES et al., 2010).

Negreiros et al. (2007) avaliaram a relação entre características do fruto de maracujazeiro e seus desdobramentos em efeitos diretos e indiretos para obtenção de maior rendimento de polpa e peso de frutos, concluíram que o peso da polpa apresenta maior efeito direto em sentido favorável à seleção de peso de fruto e que o diâmetro equatorial do fruto apresentou-se mais associado com o peso da polpa, em relação ao comprimento do fruto. Observaram também que a seleção dos frutos com maior diâmetro equatorial possibilita a obtenção de maracujás mais pesados e com maior rendimento.

Para caracteres agronômicos de girassol, Yasin & Singh (2010) estudaram a relação direta e indireta existente entre o rendimento e seus componentes, e averiguaram que o número de sementes por cabeça, peso de mil sementes e diâmetro da cabeça, tem efeito positivo máximo direto com a produtividade. Concluíram que a seleção baseada nestas características se mostra eficaz sobre a melhoria da produção de girassol.

Rodrigues et al. (2010) estudando as correlações genotípicas e seus desdobramentos em efeitos diretos e indiretos de componentes de produção primários e secundários sobre a produtividade de frutos em acessos de tomateiro, constataram que a análise de trilha com um único diagrama causal mostrou igual importância das variáveis primárias na determinação da produção. Com dois diagramas causais mostraram que a seleção simultânea do comprimento da folha e do diâmetro do entrenó pode ser uma boa alternativa para a obtenção de ganhos na produção total de frutos.



### **3. CAPÍTULOS**

### **3.1. DIVERSIDADE GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE MAMOEIRO (*Carica papaya* L.) NA REGIÃO NORTE DO ESPÍRITO SANTO**

#### **Resumo**

O estudo da diversidade genética proporciona informações fundamentais nos programas de melhoramento genético de plantas em relação à caracterização, conservação e utilização dos recursos genéticos disponíveis. Com o objetivo de avaliar a divergência genética entre acessos de mamoeiro, realizou-se um experimento na Fazenda Santa Teresinha, Linhares - Espírito Santo, onde foram avaliados dezessete características morfoagronômicas em cinquenta e nove acessos pertencente a um banco ativo de germoplasma. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com duas repetições. A divergência entre os acessos foi estimada por meio de técnicas de agrupamento de otimização de Tocher e hierárquico com base no método aglomerativo da média entre pares não ponderados. Houve diferença significativa para todas as características avaliadas, mostrando a existência de variabilidade entre os acessos. As características altura de planta, altura de inserção do primeiro fruto, espessura maior de polpa de fruto, diâmetro de fruto e comprimento de fruto, apresentaram valores de herdabilidade superiores a 80%, resultados que indicam ganhos expressivos no processo simples de seleção. Existe variabilidade genética entre os acessos, sendo o Americano, STZ-03 Pecíolo curto e Califlora 209 os mais divergentes. Os métodos de otimização de Tocher e hierárquico com base no método aglomerativo da média entre pares não ponderados foram parcialmente

concordantes quanto à formação dos grupos heteróticos de acessos de mamoeiro. As características massa de fruto, diâmetro de fruto e altura de planta foram as de maior contribuição para a diversidade genética.

**Palavras-chave:** Variabilidade genética, Análises multivariadas, Mamão, Híbrido.

## **Abstract**

The study of genetic diversity provides key information in breeding programs of plants in relation to the characterization, conservation and utilization of genetic resources available. Aiming to evaluate the genetic divergence among papaya, an experiment was conducted at farm Santa Teresa, Linhares - Espírito Santo, where seventeen agronomic characteristics were evaluated in fifty-nine accessions belonging to an active bank germosplamas. The experimental design was a randomized block with two replications. The divergence between accessions was estimated using clustering techniques of Tocher and hierarchical agglomerative average peer unweighted. There were significant differences for all traits, showing the existence of variability among accessions. The characteristics plant height, height of insertion of the first fruit greater thickness of fruit pulp, fruit diameter and length of fruit provided heritability of more than 80%, the results indicate that significant gains in simple selection process. There is genetic variability among accessions, and the American, STZ-03 Petiole short and Califlora 209 the most divergent. The methods of Tocher and hierarchical average linkage were partially agree on the formation of heterotic groups of accessions of papaya. The characteristics of fruit weight, fruit diameter and plant height were the most contribution to genetic diversity.

**Keywords:** Genetic variability, Multivariate analysis, Papaya, Hybrid

## Introdução

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é considerado uma das fruteiras mais cultivadas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. Seus frutos são amplamente utilizados em dietas alimentares, pois são excelentes fontes de cálcio, pró-vitamina A e vitamina C (SERRANO & CATTANEO, 2010).

A produção de mamão representa 10% da produção mundial de frutas tropicais girando em torno de oito milhões de toneladas, sendo o Brasil o segundo maior produtor. Em 2010 a participação brasileira na produção mundial de mamão foi da ordem de 16,67%, com um volume de 1,87 milhões de toneladas de frutos (IBRAF, 2010; FAO, 2012).

Um entrave à produção do mamoeiro no Brasil consiste nos elevados preços das sementes híbridas geralmente importadas de Taiwan, além de a espécie apresentar uma estreita base genética, limitando o número de cultivares plantadas nas principais regiões produtoras (SANTOS et al., 2009).

Uma solução para tal problema consiste em trabalhos de melhoramento genético da cultura, que inicialmente pode ser realizada pelo conhecimento da variabilidade genética existente. A respeito disso, Dantas et al. (1999) relatam que existe em todo mundo 30 coleções de germoplasma de mamoeiro. No Brasil o maior banco de germoplasma pertence ao Centro Nacional de Pesquisa Mandioca e Fruticultura, o qual possui diversos acessos de *Carica papaya* L., e de espécies relacionada a essa, como *Vasconcella quericifolia*, e *Vasconcella cauliflora*. Outro banco de germoplasmas em destaque é o pertencente à empresa Caliman Agrícola, o qual possui setenta acessos da espécie *Carica papaya* L.

O conhecimento da variabilidade genética existente torna possível direcionar trabalhos de melhoramento que visem à obtenção de híbridos, aumento dos índices produtivos e melhoria da qualidade dos frutos de mamão, podendo assim atender as exigências dos mercados nacionais e internacionais. Este tipo de estudo também pode fornecer informações relevantes para identificação de progenitores que em futuros cruzamentos possibilitem maior efeito heterótico e que proporcione maior segregação e recombinação (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

Na quantificação da divergência genética tem-se utilizado métodos multivariados, que por meio de análise estatística reuni os tratamentos em vários

grupos, de tal forma que exista homogeneidade dentro de cada grupo e heterogeneidade entre grupos (MACHADO et al., 2002; BERTAN et al., 2006).

Dentre as técnicas multivariadas destacam-se os métodos de agrupamento, podendo ser utilizados os hierárquicos e os de otimização. Dentre os hierárquicos destaca-se o aglomerativo da média entre pares não ponderados ou UPGMA (Unweighted Pair-Group Method Using an Arithmetic Average), que utiliza médias aritméticas das medidas de dissimilaridade. O método de otimização de Tocher mantém o critério de que as distâncias dentro de cada grupo sejam sempre menores do que as de intergrupo (CRUZ & CARNEIRO, 2003; CRUZ et al., 2004).

Visto a importância para o melhoramento de plantas tem-se realizado estudos da diversidade genética em várias culturas, como goiabeira (PESSANHA et al., 2011) mamão (RAMOS et al., 2011) e feijão comum (CABRAL et al., 2011). Diante do exposto objetivou-se avaliar, por meio de características morfoagronômicas o grau de variabilidade genética entre cinquenta e nove acessos de mamoeiro no norte capixaba.

## **Material e métodos**

O trabalho foi realizado na Fazenda Santa Teresinha, em Linhares - Espírito Santo, entre os meses de Maio de 2011 a janeiro de 2012. Foram estudados cinquenta e nove acessos de mamoeiro, pertencente ao Banco Ativo de Germoplasma da Calimam Agrícola S.A. (Tabela 1).

O experimento foi realizado em delineamento de blocos casualizados com duas repetições e os tratamentos culturais foram realizados seguindo a recomendação da cultura (MARTINS & COSTA 2003).

**Tabela 1.** Relação dos acessos de mamão (*Carica papaya* L.) utilizado no estudo de diversidade genética, São Mateus, 2012

Grupo Solo	Grupo Formosa
Caliman MS	Costa Rica
Grampola	Taiwan ET
Diva	Tailandia
Sunrise Solo	Tainung 01
Caliman AM	Mamão Bené
Caliman GB	Maradol (Origem Mexico)
Caliman G	Maradol (Grande Limão)
Sunrise Solo 72/12	Sekati
Kapoho Solo Polpa Amarela	Sekati Macuco
Kapoho Solo Polpa Vermelha	Americano
Baixinho de Santa Amália	Golden Tipo Formosa
Baixinho Super	STA HEL III 12 A PLT 07
Mamão Roxo	STA HEL III 11 A PLT 08
São Mateus	STA HEL III 50 A PLT 09
Sunrise solo (Progênie Tainung)	STA HEL III 02 A PLT 01
Sunrise Solo TJ	STA HEL III 14 A PLT 05
Califlora 209	STA HEL III 15 A PLT 04
STZ 03-Pecíolo Curto	STA HEL III 04 A PLT 02
Waimalano	STA HEL III 12 A PLT 06
THB STZ-39	Papaya 42 Formosa
Sunrise Solo 783	Papaya 45 Formosa Roxo
Caliman SG	Papaya 46 Claro
STZ 51	STZ 63
STZ 23 Pedúnculo Longo	Incaper 39
Caliman Fruto Médio Verde	JS 12 (206)
Gran Golden	JS 11 (210)
Sunrise Solo Paulo Brunelle	Calimosa
Golden Robusto	B5 Geraldo
	Formosa Golden
	Formosa Brilhoso
	206/4

Aos 240 dias após o plantio foram avaliadas as seguintes características, em cinco plantas hermafroditas por parcela de cada acesso:

Altura de inserção da primeira flor (APFL) - medida, com auxílio de uma trena (expresso em centímetros considerando duas casas decimais), correspondendo à distância entre a superfície do solo, contigua ao colo da planta, e o ponto de inserção da primeira flor;

Altura de inserção do primeiro fruto (APFR) - medida, com auxílio de uma trena (expresso em centímetros considerando duas casas decimais),

correspondendo à distância entre a superfície do solo, contígua ao colo da planta, e o ponto de inserção do primeiro fruto;

Altura da planta (APL) – medida, com auxílio de uma trena, (expresso em centímetros considerando duas casas decimais) correspondendo à distância entre a superfície do solo, contígua ao colo da planta, e o ponto de inserção da folha mais nova;

Diâmetro do caule (DCA) - avaliado à 20 cm do solo, utilizando-se um paquímetro (expresso em cm);

Comprimento do pecíolo (CP) - medido com auxílio de uma trena (expresso em centímetros considerando duas casas decimais), em cinco folhas medianas de cada planta;

Comprimento da folha (CFL) - medido com auxílio de uma trena (expresso em centímetros considerando duas casas decimais), considerando-se o maior comprimento da base da nervura central do lóbulo mediano até a sua extremidade, em cinco folhas medianas de cada planta;

Largura máxima da folha (LMFL) - medida, com auxílio de uma trena (expresso em centímetros considerando duas casas decimais), nas mesmas cinco folhas em que se mediu CFL, considerando-se a maior largura;

Teor de clorofila (TCHL) - medido com auxílio de um clorofilometro portátil realizada em três folhas de cada planta por acesso.

Número de frutos (NFR) - medido pela contagem de todos os frutos da planta com o padrão normal do acesso;

Massa de frutos (MFR) - medido em balança de precisão, expresso em gramas considerando duas casas decimais e considerando apenas frutos comerciais;

Comprimento de fruto (CFR) - Medido com um paquímetro, expresso em centímetros considerando duas casas decimais;

Diâmetro da região mediana do fruto (DFR) - medido com paquímetro (expresso em centímetros considerando duas casas decimais), considerando o maior diâmetro do fruto;

Espessura menor da polpa do fruto (EME) - medida realizada após corte transversal do fruto na região equatorial, utilizando régua (expressa em milímetros considerando duas casas decimais);

Espessura maior da polpa do fruto (EMA) - medida realizada após corte transversal do fruto na região equatorial, utilizando régua (expressa em milímetros considerando duas casas decimais);

Sólidos solúveis totais (SST) - determinados, em frutos 1/4 maduros, por leitura direta em refratômetro de bancada, e expresso em °Brix;

Firmeza interna do fruto (FIFR) – determinado por uso de penetrômetro (Fruit Pressure Tester, Italy: model 53205) e expresso em Newton (N). Para isto, três pontos equidistantes foram medidos a aproximadamente 0,5 cm sob a casca do fruto 1/4 maduro, utilizando a ponteira de 7,9 mm de diâmetro.

Produtividade estimada de primeiro ano por planta (PROD), obtida pelo produto entre massa de fruto e número de fruto e dividido por mil, expresso em quilos por planta, e representado pela seguinte fórmula:  $PROD = (MFR \times NFR) / 1000$ .

Os dados foram submetidos à análise de variância para estudo da variação entre os acessos. Em seguida, as médias foram ordenadas segundo o teste de agrupamento Scott-Knott (SCOTT & KNOTT, 1974) a 5% de probabilidade do erro. As análises multivariadas foram implementadas por meio de técnicas de agrupamento hierárquico, com base no método do aglomerativo da média entre pares não ponderados (UPGMA), utilizando a distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ) como medida de dissimilaridade (CRUZ, 2006). O ponto de corte no dendograma formado pelo método de UPGMA foi definido conforme o proposto por Mojema (1977), seguindo a fórmula em que o  $P_c = m + kdp$ , sendo  $m$  = a média dos valores de distância dos níveis de fusão correspondentes aos estágios;  $k = 1,25$  (MILLIGAN & COOPER, 1985);  $dp$  = desvio-padrão. A otimização foi verificada por meio do método de Tocher (CRUZ et al., 2004). Para testar a eficiência do método de agrupamento hierárquico estimou-se o coeficiente de correlação cofenética (CCC). Os dados foram analisados utilizando-se os recursos computacionais do programa Genes (CRUZ, 2006).

## **Resultados e Discussão**

Houve diferença significativa em nível de 1% de probabilidade entre os acessos para as dezessete características de mamoeiro (Tabela 2), evidenciando a



existência da variabilidade entre os acessos avaliados o que constitui em fator essencial para o estudo da divergência genética.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância relacionadas às características morfológicas de plantas, físicas e químicas de frutos com as respectivas estimativas de parâmetros média, coeficiente de variação experimental (Cve), coeficiente de variação genético (CVg), índice de variação (IV) e coeficiente de determinação genotípica ( $h^2$ )

Caracteres	Qmtrat	Qmres	Médias	CVe (%)	CVg (%)	IV	$h^2$
APFL	375,64**	24,33	81,23	6,07	16,31	2,68	87,83
APFR	583,02**	74,21	96,29	8,84	16,56	1,85	77,41
APL	1233,45**	161,20	157,82	8,04	14,67	1,82	76,88
DCA	2,84**	0,84	8,92	10,31	11,20	1,08	54,09
CP	139,97**	20,68	71,84	6,33	10,74	1,69	74,25
CFL	61,23z**	13,53	40,71	9,03	11,99	1,32	63,79
LMFL	104,71**	31,92	57,44	9,83	10,50	1,06	53,27
TCHL	26,29**	3,35	52,65	3,47	6,43	1,84	77,36
NFR	128,31**	21,20	15,58	29,55	46,96	1,58	71,63
MFR	585330,09**	32330,50	933,49	19,26	56,32	2,92	89,53
CFR	66,36**	11,39	19,00	17,76	27,59	1,55	89,53
DFR	6,09**	0,43	9,84	6,69	17,08	2,55	86,67
EME	56,25**	6,59	19,52	13,16	25,52	1,93	78,00
EMA	68,10**	5,72	27,28	8,76	20,46	2,33	84,48
FFR	1,67**	0,45	10,09	6,67	7,73	1,15	57,30
SST	2,71**	0,74	9,66	8,91	10,26	1,15	56,99
PROD	49,32**	18,44	11,46	37,46	34,26	0,91	45,55

APFL: Altura de inserção de primeira flor (cm), APFR: Altura de inserção do primeiro fruto (cm), APL: Altura de planta (cm), DCA: Diâmetro do caule (cm), CP: Comprimento pecíolo (cm), CFL: Comprimento de folha (cm), LMFL: Largura máxima de folha (cm), TCHL: Teor de clorofila, NFR: Número de frutos, MFR: Massa de frutos (g), CFR: Comprimento de frutos (cm), DFR: Diâmetro da região mediana do fruto (cm), EME: Espessura menor do fruto (mm), EMA: Espessura maior do fruto (mm), FFR: firmeza (N), SST: Sólidos solúveis totais ( $^{\circ}$ Brix), PROD: Produtividade estimada de primeiro ano (kg por planta)

\*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

As médias obtidas para as características altura de inserção de primeira flor e altura de planta aos 240 dias após o plantio foram de 81,23 e 157,82 cm, respectivamente. O conhecimento de tais características é de suma importância para o manejo da cultura, pois plantas de porte baixo tem maior suscetibilidade à ocorrência de doenças pela proximidade das folhas ao solo criando um microclima em função da água oriunda da irrigação ou chuva. Do contrário, plantas altas dificultam o processo de colheita e tratos culturais.

O teor de clorofila apresentou média geral de 52,65. Segundo Finoto (2008) esse caractere é baseado na intensidade do verde das folhas. Por haver correlação significativa entre a intensidade do verde e o teor de clorofila, essa característica pode ser um indicativo da nutrição das plantas. Assim se espera que quanto maior esse teor maior a capacidade fotossintética e maior será o incremento na produtividade.

A média geral para massa de fruto foi de 933,49 g, que estão próximos ao encontrados por Quintal et al. (2012) que verificaram média geral de 701,70 g, obtidos por genótipos de mamoeiro dos grupos 'Solo' e 'Formosa'. A massa de fruto é característica útil à seleção de plantas que expressam boa produtividade.

Com relação à dimensão de frutos, diâmetro e comprimento apresentaram médias de 9,84 e 19,00 cm, respectivamente. As dimensões de fruto em mamoeiro têm sido utilizadas para diferenciá-los em dois grupos heteróticos, sendo os de maiores dimensões do tipo 'Formosa' e os de menores do tipo 'Solo'. Essas características são importantes no processo de transporte e embalagem.

A média obtida para firmeza interna de fruto foi de 10,09 N. O conhecimento de tal característica se torna importante, pois essa é considerada um atributo de qualidade indicando o estágio de maturação de fruto ou ponto de colheita influenciando na comercialização. De acordo com Fagundes & Yamanishi (2001) frutos com baixa firmeza apresentam menor resistência ao transporte, armazenamento e ao manuseio.

A característica teor de sólidos solúveis totais apresentou média geral de 9,66 °Brix, resultados semelhante aos observadas por Ocampo et al. (2006) e Oliveira et al. (2010) em estudos de germoplasma de mamoeiros, e aos verificados na análise de híbridos por Marin et al. (2006).

Os coeficientes de variação experimental (CVe) oscilaram entre 3,47 e 37,46% para os caracteres teor de clorofila e produtividade estimada de primeiro ano, respectivamente. Observou-se que 87% dos caracteres apresentaram CVe abaixo de 20%, indicando uma boa precisão na condução experimental segundo a classificação de Pimentel Gomes (2000). Esses resultados corroboram com os encontrados por Dias et al. (2011) que em análise de descritores de mamoeiro verificaram que o coeficiente de variação experimental variou de 3,09 a 50,29% e que para 80% dos caracteres avaliados esse coeficiente foram abaixo de 20%.

Valores de coeficientes de variação genéticos (CVg) foram elevados para número de fruto (46,96%) massa de fruto (56,32 %), comprimento de fruto (25,59 %) e produtividade estimada de primeiro ano (34,26%), indicando que a variação ocorrida entre os acessos se devem em função de sua constituição genética. O uso desse parâmetro genético como importante indicador da grandeza relativa das mudanças possíveis que podem ser obtidas em cada caractere por meio da seleção, tem sido utilizado em característica como comprimento do pecíolo das folhas e número de frutos por planta (OLIVEIRA et al., 2010), altura e número de frutos de mamoeiro (SILVA et al., 2008).

A estimativa do índice de variação (IV) que corresponde a uma razão entre CVg/CVe, apresentou valor superior a unidade para todas as características avaliadas, exceto produtividade estimada de primeiro ano. As características altura de inserção de primeira flor, altura de inserção de primeiro fruto, massa de fruto, espessura maior de polpa de fruto e diâmetro da região mediana de fruto podem ser utilizadas na seleção de acesso visto o elevado valor apresentado para esse parâmetro genético. Resultados semelhante foram encontrados por Dias et al. (2011). Uma ressalva deve ser feita para a característica produtividade estimado de primeiro ano cujo IV foi de 0,91, não sendo indicada à seleção, mostrando que essa característica é governada por um grande número de genes e bastante influenciada por fatores ambientais.

Os valores do coeficiente de determinação genotípica ( $h^2$ ) foram elevados para as características altura de planta, altura de inserção de primeiro fruto, massa de fruto, diâmetro da região mediana do fruto, espessura maior de polpa de fruto e comprimento de fruto se apresentando superiores a 80%. Esses resultados indicam que os programas de melhoramento podem conseguir grandes progressos e incremento na produtividade do mamoeiro por meio de processo simples de seleção, visto que para Falconer (1981) o coeficiente de determinação genotípico fornece a proporção da variância genética presente na variância fenotípica total, expressando a confiabilidade do valor fenotípico como indicador do valor genético.

As características produtividade estimada de primeiro ano, sólidos solúveis totais e largura máxima de folha, apresentaram menores valores de  $h^2$ , mostrando a influência do ambiente sobre a manifestação dessas características. Resultados próximos e esses foram encontrados por Cattaneo (2001) que sugere nessas circunstâncias que o uso de métodos de melhoramento mais trabalhosos para se

obter ganho satisfatório. Nesse caso uma alternativa é o uso da seleção indireta, feita por meio da correlação genética.

O agrupamento dos 59 acessos de mamoeiro pelo teste de Scott Knoot evidenciou a existência de variabilidade entre o material genético analisado (Tabela 3). Os acessos formaram seis, quatro e quatro grupos de médias para características altura de inserção de primeira flor, altura de inserção de primeiro fruto e altura de plantas que apresentaram médias gerais de 81,23, 96,29 e 157,82 cm respectivamente. Os acessos Tainung 01, Caliman MS, Taiwan ET, Sunrise Solo e Diva apresentaram maiores alturas de inserção da primeira flor.

As médias de altura de planta variaram de 97,60 a 207,50 cm. Os acessos com menores alturas de plantas foram Baixinho de Santa Amália, Baixo Super, Sekati, Americano, Tailândia, Maradol (Origem Mexico), Maradol (Grande Limão), Formosa Brilhoso, JS 11 (210) e Papaya 45 Formosa Roxo. A altura de planta é uma característica importante nas realizações dos tratos culturais, sobretudo no processo de colheita do mamoeiro.

Com relação ao diâmetro do caule os acessos foram agrupados em quatro grupos de médias, sendo dois grupos unitários. O primeiro foi composto pelo acesso São Mateus (13,88 cm) o segundo pelo STA HEL III 12A-06 (11,70), o terceiro grupo por acessos com médias variando de 9,12 a 10,4 cm e no último agrupamento estão contidos acessos com diâmetro inferior de 9,05 cm. Estudos têm mostrado a existência da relação dessa característica com a produtividade em virtude de plantas de maiores diâmetros estarem correlacionados aquelas de maiores número de frutos, sendo, portanto uma característica importante no melhoramento da cultura (FRAIFE FILHO et al., 2001; SILVA et al., 2007).

O comprimento do pecíolo variou de 36,77 a 88,77 cm, dividindo os acessos em quatro grupos, onde no primeiro se encontra acessos com média superior a 80 cm de comprimento, o quarto grupo foi composto apenas pelo acesso STZ-03 Pecíolo curto que apresentou a menor média para essa característica.

**Tabela 3.** Médias de oito características de planta avaliadas em 59 acessos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) estabelecidas pelo teste de Scott Knott

Acessos <sup>1</sup>	APFL	APFR	APL	DCA	CP	LMFL	CFL	TCHL
1	104,1a	129,40a	206,00a	10,06c	74,11b	52,47b	34,79d	52,38b
2	86,89c	116,01a	187,00a	10,06c	73,58b	56,75b	37,49d	55,14b
3	83,24c	103,14b	160,80b	8,94d	59,70c	53,98b	37,90d	56,68a
4	104,03a	113,77a	181,00a	9,35c	73,51b	57,18b	37,18d	52,35b
5	100,45a	102,77b	186,00a	9,39c	71,40c	54,13b	35,20d	54,44b
6	87,06c	101,30b	174,00b	10,04c	77,23b	56,97b	38,10d	52,38b
7	102,47a	124,35a	207,50a	10,10c	74,53b	52,63b	36,28d	53,77b
8	81,81c	88,44c	153,00c	9,18c	62,67c	52,37b	36,37d	42,37d
9	72,99d	79,07d	132,00c	6,65d	70,23c	61,48b	39,71d	47,35c
10	90,30c	105,38b	187,50a	8,31d	66,17c	52,93a	36,80d	47,47c
11	90,94c	108,26b	169,50b	8,30d	69,63c	52,23b	36,96d	48,68c
12	94,42b	115,73a	175,30a	9,97c	69,60c	53,35b	36,23d	53,70b
13	99,52b	119,87a	182,20a	10,30c	76,86b	60,87a	40,23d	55,28b
14	52,47f	57,65d	97,60d	7,93d	65,46c	53,67b	36,95d	53,44b
15	94,10b	112,84a	185,25a	9,93c	72,53b	54,75b	37,86d	55,17b
16	73,13d	79,11d	124,79d	8,52d	60,73c	63,82a	44,31c	53,47b
17	80,68c	91,92c	150,00c	13,88a	74,10b	61,50a	40,78d	52,70b
18	73,34d	84,51c	148,50c	8,27d	67,30c	52,27b	36,83d	50,98c
19	98,33b	120,17a	191,00a	10,34c	76,85b	56,00b	39,16d	54,51b
20	82,88c	109,68b	193,00a	7,71d	63,33c	57,17b	38,93d	57,63a
21	85,08c	92,69c	154,00c	8,30d	82,03a	61,70a	43,63c	52,95b
22	85,39c	103,45b	172,63b	9,94c	85,93a	55,23b	38,40d	59,48a
23	71,05d	83,78c	143,50c	8,42d	78,75b	63,94a	43,91c	58,81a
24	62,15e	70,84d	118,50d	7,31d	71,20c	61,93a	41,03d	58,31a
25	63,28e	67,79d	112,00d	8,93d	83,07a	72,90a	46,70c	55,00b
26	48,34f	58,18d	105,00d	8,41d	68,33c	52,67b	37,33d	56,62a
27	57,37f	70,73d	144,50c	7,91d	62,87c	59,36a	39,87d	52,52b
28	90,88c	106,75b	159,50b	7,73d	66,63c	50,37b	35,72d	51,38b
29	77,48d	99,92b	166,50b	8,75d	80,10a	65,23a	45,13c	51,54b
30	88,11c	107,63b	159,00b	9,84c	81,99a	60,20a	41,07d	54,94b
31	64,98e	82,40c	154,00c	8,52d	72,41b	62,06a	43,74c	54,45b
32	82,99c	113,55a	162,34b	8,60d	88,67a	42,31b	62,36a	56,57a
33	82,67c	93,94c	157,63b	7,97d	62,03c	53,52b	36,45d	46,26c
34	82,18c	100,71b	171,50b	7,89d	36,77d	37,56b	26,20d	47,22c
35	82,25c	108,81b	175,50b	9,28c	71,11c	61,07a	43,44c	55,20b
36	73,06d	87,88c	141,50c	7,28d	75,57b	60,62a	40,47d	53,36b

**Tabela 3.** Continuação...

Acessos <sup>1/</sup>	APFL	APFR	APL	DCA	CP	LMFL	CFL	TCHL
37	88,66d	105,54b	177,00b	10,03c	69,27c	65,23a	43,67c	53,55b
38	86,46d	108,00b	175,50b	9,27c	84,83a	69,80a	46,56c	55,51b
39	88,08d	101,83b	180,50a	9,88c	63,38c	60,90a	40,86d	55,23b
40	66,78d	79,48d	135,50c	7,61d	69,73c	61,58a	41,70d	56,37a
41	90,80c	110,07b	161,00b	9,55c	76,30b	73,15a	47,45c	54,54b
42	90,75c	103,94b	171,00b	11,70b	77,03b	70,07a	48,63c	54,48b
43	75,26d	97,13b	152,00c	8,21d	71,07c	56,36b	39,40d	51,62b
44	55,25f	69,62d	115,34d	9,58c	83,61a	62,52a	38,02d	54,30b
45	77,38d	88,10c	149,50c	8,49d	64,66c	55,71b	37,45d	51,02c
46	91,65c	105,63b	155,50b	9,02d	71,50c	59,47a	39,43d	50,91c
47	65,01e	93,77c	146,00c	8,72d	67,13c	52,59b	36,60d	48,17c
48	67,82d	82,11c	126,67d	6,98d	72,82b	71,76a	47,78c	48,42c
49	109,85a	130,62a	194,17a	10,40c	81,28a	62,74a	41,30d	57,42a
50	94,34b	111,65b	174,50b	8,01d	69,32c	51,00b	37,07d	48,63c
51	87,44c	99,04b	169,50b	8,16d	68,09c	52,10b	36,00d	50,60c
52	67,69d	76,27d	139,50c	9,12c	77,83b	66,97a	48,13c	53,16b
53	78,30d	90,12c	140,50c	8,02d	65,37c	50,50b	35,51d	48,35c
54	81,62c	92,81c	158,50b	9,68c	81,30a	63,80a	42,90c	52,30b
55	69,48d	75,70d	131,00c	7,80d	61,77c	53,14b	36,80d	48,22c
56	59,03e	76,27d	132,50c	9,05d	72,93b	52,97b	54,33b	54,04b
57	81,44c	94,11c	156,20b	8,60d	74,59b	45,83b	46,96c	53,63b
58	93,33b	100,29b	159,60b	8,10d	66,47c	44,67b	42,13d	48,37c
59	76,01d	77,02d	120,50d	8,36d	81,97a	49,60b	50,31c	43,49d

Acessos<sup>1/</sup>: 1- Caliman MS; 2-Sunrise Solo 783; 3-Costa Rica; 4-Taiwan Et; 5-Diva;6-Grampola; 7-Sunrise Solo; 8-Caliman AM; 9- Caliman GB;10- Caliman SG; 11-Caliman G; 12-Sunrise Solo (72/12); 13-Kapoho Solo polpa amarela; 14-Baixinho de Santa Amalia; 15-Surise Solo TJ; 16-São Mateus; 18-Kapoho Solo polpa vermelha; 19-Sunrise Solo (Progenie Tainung); 20-Waimalano; 21-Mamão Bené; 22-Mamão Roxo; 23-Maradol (Grande Limão); 24-Maradol (Grande Limão); 25-Sekati; 26-Baixinho Super; 27-Americano; 28-STZ-51;28-206/4; 30-Calimosa; 31-JS 12(206); 32-Califlora 209; 33-Golden Tipo Formosa; 34-STZ-03 Pecíolo curto; 35-Santa Helena III Trat 12A PLT.07; 36-Santa Helena III Trat 11A PLT.08; 37- Santa Helena III Trat 50A PLT.09; 38-Santa Helena III Trat 02A PLT.01; 39-Santa Helena III Trat 14A PLT.05; 40-Santa Helena III Trat 15A PLT.04; 41-Santa Helena III Trat 04A PLT.02; 42-Santa Helena III Trat 12A PLT.06; 43-Papaya 42 Formosa; 44- Papaya 45 Formosa Roxo; 45-Papaya 46 Claro; 46-Fruto Médio Verde; 47-Golden Robusto; 48-JS 11(210); 49-Tainung 01;50-STZ 23 Pedúnculo Longo; 51-STZ 63; 52-Sekati Fruto Longo Macuco; 53-Gran Golden; 54-Sunrise Solo Paulo Brunele; 55-THB STZ 39; 55-Incaper 39; 57-B5 Geraldo; 58-Formosa Golden; 59-Formosa Brilhoso.

APFL: Altura de inserção de primeira flor (cm), APFR: Altura de inserção de primeiro fruto (cm), APL: Altura de planta (cm), DCA: Diâmetro do caule (cm), CP: Comprimento pecíolo (cm), CFL: Comprimento de folha (cm), LF: Largura máxima de folha (cm), TCHL: Teor de clorofila.

A característica largura máxima de folha formou apenas dois grupos de média, o primeiro por acessos que variaram de 59,36 a 73,14 cm correspondendo a 44,06% dos acessos, e o segundo formado por acessos com valores de largura de folha inferior a 57,18 cm. Esses resultados estão próximos aos encontrados por Dias et al. (2011).

O teor de clorofila formou quatro grupos de média, o primeiro composto pelos Costa Rica (56,68), Mamão Roxo (59,48), Maradol (Origem Mexico) (50,81), Maradol (Grande Limão) (58,31) Waimanalo (57,63), Tainung 01 (57,42), Baixo Super (56,62), Califlora 209 (56,57) e STA HEL III 15 A, (54,54). O segundo grupo pelos acessos com variação entre 51,37 a 55,5, o terceiro grupo foi composto por 25,42% dos acessos. Os acessos Formosa Brilhoso (43,49) e Caliman AM (43,37) compuseram o quarto grupo apresentando menores médias para essa característica. O teor de clorofila foi baseado na intensidade do verde das folhas, por haver uma correlação significativa entre a intensidade do verde e o teor de clorofila (FINOTO, 2008). Inferi-se que, quanto maior esse o teor de clorofila presente nas folhas, maior a capacidade da fotossintética da planta e com isso incremento na produtividade.

Os acessos STZ 03 Pecíolo curto (41,72) e Baixo Super (33,37) ambos do tipo 'Solo' apresentaram maior número de frutos, formando o primeiro agrupamento de média para essa característica. O segundo agrupamento foi composto pelos acessos que apresentaram variação de 25,62 a 27,50 frutos por planta. O terceiro grupo foi composto por 32,20% dos acessos e àqueles que apresentaram médias inferiores a 15,16 frutos constituíram a quarto agrupamento (Tabela 4). O número de frutos é uma das características mais relacionadas com a produção, pois essa responde ao desempenho das plantas frente às condições de estresse e nutrição da cultura.

A média geral para massa de fruto foi de 933,49 g, com variação entre 211,16 a 2315,16 g, apresentado pelos acessos STZ 03 Pecíolo curto e Maradol (Grande limão). Esse último acesso formou o primeiro grupo de média para a característica massa de fruto. O segundo e o terceiro grupo foram compostos por acessos do tipo 'Formosa' representam 20,33% e 16,94% dos acessos respectivamente, e apresentaram média de massa de fruto superior à média geral.

**Tabela 4.** Média de nove características avaliadas em 59 acessos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) estabelecido pelo teste de Scott Knott

Acessos	NFR	CFR	MFR	DFR	EME	EMA	FFR	SST	PROD
1	27,50b	14,68c	546,00d	6,37e	14,58c	22,58c	9,76b	10,68a	14,93a
2	13,50d	17,48c	811,33d	7,28e	24,00b	29,25c	9,16b	9,55b	10,77b
3	14,13d	15,54c	697,92d	7,70e	16,58c	21,00c	10,83a	10,12a	10,12b
4	17,00c	15,36c	585,33d	7,80e	16,00c	23,50c	8,58b	10,32a	9,81b
5	18,00c	13,90c	460,33d	7,90e	16,00c	24,83c	9,10b	10,25a	8,27b
6	23,00c	14,48c	501,58d	7,97e	15,67c	23,16c	10,67a	11,25a	11,58b
7	21,33c	14,73c	539,83d	8,07e	15,67c	24,17c	9,16b	11,00a	11,51b
8	18,00c	13,92c	415,83d	8,25e	13,17c	21,33c	8,52b	9,62b	7,50b
9	21,50c	14,25c	432,17d	8,27e	20,17c	24,00c	9,17b	10,62a	9,34b
10	18,79c	13,61c	382,33d	8,27e	13,50c	24,17c	8,30b	10,40a	7,36b
11	18,88c	13,28c	408,66d	8,28e	13,83c	20,83c	9,22b	8,82b	7,78b
12	23,00c	12,98c	458,33d	8,43e	14,50c	21,66c	9,28b	11,23a	10,53b
13	25,63b	13,60c	410,27d	8,53e	17,17c	24,50c	9,90b	9,88a	10,61b
14	27,00b	13,62c	451,67d	8,58e	16,50c	23,66c	10,07b	10,75a	12,36b
15	21,00c	14,74c	432,67d	8,70d	15,00c	22,42c	9,92b	11,60a	9,40b
16	11,92d	23,55b	1612,27b	8,71d	27,33 <sup>a</sup>	37,67a	9,22b	8,18b	19,35a
17	14,25d	14,88c	670,66d	8,77d	19,16c	28,33c	9,72b	10,72a	9,68b
18	26,25b	13,50c	379,33d	8,78d	14,33c	21,00c	9,74b	11,23a	9,96b
19	26,13b	14,25c	522,88d	8,81d	16,33c	24,25c	9,09b	11,56a	13,09b
20	9,25d	20,63b	966,42d	8,83d	14,17c	23,92c	9,69b	7,64b	8,95b
21	5,50d	27,74b	1689,92b	8,83d	25,75b	31,17b	11,24a	9,35b	9,34b
22	15,04d	15,05c	509,33d	8,91d	13,16c	22,00c	10,01b	10,53a	7,79b
23	8,25d	15,51c	1657,03b	8,97d	29,50 <sup>a</sup>	38,72a	10,65a	7,39b	13,48b
24	6,07d	28,83b	2315,17a	8,97d	26,33 <sup>a</sup>	36,33a	9,50b	8,20b	14,72a
25	6,38d	22,58b	1603,17b	8,97d	25,50b	36,83a	9,99b	9,33b	10,28b
26	33,38d	14,97c	581,65d	9,02d	15,17c	24,17c	9,26b	11,02a	18,93a
27	9,25d	39,50a	1638,83b	9,05d	20,25c	28,17c	11,55a	9,50b	15,26a
28	21,33c	14,70c	491,17d	9,13d	14,66c	22,83c	8,86b	10,43a	10,51b
29	10,47d	26,45b	932,83d	9,23d	17,66c	23,33c	11,37a	8,88b	9,50b
30	11,38d	19,15c	1186,00c	9,23d	22,00b	26,50c	10,70a	11,95a	13,53b
31	5,00d	24,67b	1060,33c	9,60d	21,33b	25,33c	11,11a	10,23a	5,39b
32	7,63d	16,70c	1634,00b	9,65d	21,50b	36,50a	9,77b	8,15b	12,38b
33	19,83c	17,52c	626,67d	9,70d	19,53c	25,67c	10,66a	10,21a	12,45b
34	41,75a	11,27c	211,17d	9,75d	13,33c	18,50c	9,60b	9,10b	8,55b
35	13,50d	25,78b	1363,67c	9,78d	23,42b	31,58b	8,69b	8,47b	18,49a
36	19,00c	22,83b	1501,33c	9,88d	25,67b	32,66b	11,03a	9,01b	28,57a



**Tabela 4.** Continuação...

Acessos	NFR	CFR	MFR	DFR	EME	EMA	FFR	SST	PROD
37	10,17d	27,03b	1703,17b	9,93d	32,66a	38,16a	11,06a	8,48b	17,48a
38	7,17d	30,26b	1872,42b	10,05d	28,58a	35,25a	10,38a	8,60b	12,95b
39	9,95d	26,42b	1421,83c	10,12d	27,17a	34,16b	11,28a	7,87b	14,19b
40	11,83d	24,65b	1862,00b	10,35d	32,00a	39,67a	10,97a	9,03b	21,47a
41	2,50d	20,17b	1254,59c	10,48c	23,75b	34,75b	12,27a	9,13b	3,14b
42	3,50d	25,25b	1766,50b	10,49c	24,25b	37,00a	11,75a	8,41b	6,17b
43	10,00d	27,13b	1318,17c	10,86c	18,33c	25,16c	9,49b	8,01b	13,18b
44	14,50d	24,88b	1077,67c	10,93c	20,67c	28,00c	10,67a	8,60b	15,71a
45	15,17d	15,10c	622,33d	10,94c	15,42c	24,33c	9,59b	12,06a	9,35b
46	27,17b	22,87b	728,58d	11,30c	17,17c	24,00c	10,79a	8,42b	19,75a
47	22,46c	13,60c	374,67d	11,54c	15,50c	21,83c	9,66b	10,06a	8,40b
48	2,50d	20,73b	1252,00c	11,55c	22,50b	27,00c	11,05a	9,10b	3,11b
49	14,08d	13,18c	1678,50b	11,90c	23,67b	31,17b	10,36a	8,38b	25,19a
50	17,38c	20,93b	489,67d	12,00b	15,75c	23,67c	9,23b	10,36a	8,65b
51	18,54c	22,08b	412,00d	12,11b	14,00c	23,25c	9,95b	9,82a	7,73b
52	2,65d	21,63b	1661,25b	12,18b	27,25a	37,50a	11,67a	8,90b	4,49b
53	12,63d	13,80c	589,17d	12,33b	17,67c	25,08c	9,98b	8,42b	7,31b
54	19,00c	21,48b	527,00d	12,52b	17,33c	25,00c	9,67b	11,04a	9,48b
55	20,17c	15,12c	572,83d	12,53b	16,83c	22,83c	10,65a	9,56b	11,54b
56	9,29d	18,90c	1458,17c	12,78b	26,83a	36,00a	10,80a	8,65b	13,33b
57	17,33c	15,28c	546,17d	13,12b	17,17c	26,33c	10,29a	10,38a	9,30b
58	11,67d	15,03c	347,42d	13,39b	12,42c	20,00c	9,81b	9,97a	4,12b
59	10,00d	19,46c	852,08d	14,88a	16,50c	23,42c	11,43a	10,15a	8,54b

Acessos<sup>1/</sup>: 1- Caliman MS; 2-Sunrise Solo 783; 3-Costa Rica; 4-Taiwan Et; 5-Diva;6-Grampola; 7-Sunrise Solo; 8-Caliman AM; 9- Caliman GB;10- Caliman SG; 11-Caliman G; 12-Sunrise Solo (72/12); 13-Kapoho Solo polpa amarela; 14-Baixinho de Santa Amalia; 15-Surise Solo TJ; 16-São Mateus; 18-Kapoho Solo polpa vermelha; 19-Sunrise Solo (Progênie Tainung); 20-Waimalano; 21-Mamão Bené; 22-Mamão Roxo; 23-Maradol (Grande Limão); 24-Maradol (Grande Limão); 25-Sekati; 26-Baixinho Super; 27-Americano; 28-STZ-51;28-206/4; 30-Calimosa; 31-JS 12(206); 32-Califlora 209; 33-Golden Tipo Formosa; 34-STZ-03 Peciolo curto; 35-Santa Helena III Trat 12A PLT.07; 36-Santa Helena III Trat 11A PLT.08; 37- Santa Helena III Trat 50A PLT.09; 38-Santa Helena III Trat 02A PLT.01; 39-Santa Helena III Trat 14A PLT.05; 40-Santa Helena III Trat 15A PLT.04; 41-Santa Helena III Trat 04A PLT.02; 42-Santa Helena III Trat 12A PLT.06; 43-Papaya 42 Formosa; 44-Papaya 45 Formosa Roxo; 45-Papaya 46 Claro; 46-Fruto Médio Verde; 47-Golden Robusto; 48-JS 11(210); 49-Tainung 01;50-STZ 23 Pedúnculo Longo;51-STZ 63; 52-Sekati Fruto Longo Macuco; 53-Gran Golden; 54-SSP Brunele; 55-THB STZ 39; 55-Incaper 39; 57-B5 Geraldo; 58-Formosa Golden; 59-Formosa Brilhoso.

NFR: Número de fruto, MFR: Massa de fruto (g), CFR: Cumprimento de fruto (cm), DFR: Diâmetro de fruto (cm), EME: Espessura menor do fruto (mm), EMA: Espessura maior do fruto (mm), FFR: firmeza de fruto (N), SST: Sólidos solúveis totais (°Brix), PROD: Produtividade estimada do primeiro ano (kg por planta).

O quarto agrupamento foi composto por acesso com médias inferiores à média geral variando de 221,16 a 966,41g representando 61,01 % dos acessos em estudo. Esses resultados estão próximos ao encontrados por Quintal et al. (2012) que verificou media geral de 701,70 g obtido por genótipos de mamoeiro 'Solo' e 'Formosa'. A massa de fruto é característica útil à seleção de plantas que expressam boa produtividade. Nesse os acessos do tipo 'Formosa' configuram como aqueles que atendam os padrões do mercado nacional que exige frutos com massa entre 800 e 1500 g.

Com relação à dimensão dos frutos, o acesso Sekati (39,50 cm) do tipo 'Formosa' apresentou maior média de comprimento de fruto diferenciando-se dos demais e o acesso STZ 03 Pecíolo curto (11,22 cm) do tipo 'Solo' apresentou menor média para essa característica. No que se refere a diâmetro de fruto houve a formação de cinco grupos de médias, mostrando existência de variabilidade entre os acessos para essa característica. Dentre os acessos o Califlora 209 (14,80 cm) se distinguiu dos demais por apresentar maior média para diâmetro da região mediana do fruto. A dimensão de fruto em mamoeiro tem sido utilizada para diferenciá-los em dois grupos heteróticos, sendo os de maiores dimensão do tipo 'Formosa' e os menores, do tipo 'Solo' essas características são importantes no processo de transporte e embalagem de frutos.

As características espessura menor de polpa de fruto e espessura maior de polpa de fruto formaram três grupos de médias. Para espessura menor de polpa de fruto, 15,25% dos acessos contidos no primeiro grupo são do tipo 'Formosa' os quais têm médias variando de 26,33 a 32,66 mm. No terceiro agrupamento estão os acessos com médias inferiores a 20,66 mm. Espessura maior de polpa de fruto, apresentou no primeiro grupo acessos do tipo 'Formosa' representando 18,64% dos acessos em estudo e no terceiro grupo acessos com médias abaixo de 29,25 mm, correspondendo a 71% do material genético em estudo.

Os acessos formaram dois grandes grupos de média para firmeza interna de fruto, sólidos solúveis totais e produtividade estimada de primeiro ano, o que indica pouca variabilidade entre os acessos para essas características.

No primeiro agrupamento de média formado para a característica firmeza interna de fruto estão 42,37% acessos, sendo em sua maioria do tipo 'Formosa' com médias variando entre 10,29 N (B5 Geraldo) a 12,26 N (STA HEL III 04). O segundo agrupamento foi composto por acessos do tipo 'Solo' com médias inferiores a 10,06

N, mostrando que materiais do grupo 'Formosa' possuem maior firmeza de polpa. Esses resultado corrobora com os encontrados por Fontes et al. (2008), onde verificou-se que materiais dos grupos 'Solo' apresentam menor firmeza de polpa com o decorrer dos dias após a colheita. A firmeza do fruto é um atributo de qualidade que pode indicar o seu estágio de maturação ou ponto de colheita, e que influencia na sua comercialização. Assim, frutos com baixa firmeza apresentam menor resistência ao transporte, armazenamento e ao manuseio (FAGUNDES & YAMANISHI, 2001).

O teor de sólidos solúveis totais apresentou média geral de 9,66 °Brix, sendo o primeiro agrupamento composto por 49,15% dos acessos com valores superiores da média geral e variação de 9,81 a 12,05 °Brix, nesse grupo destaca-se, o híbrido Calimosa do tipo 'Formosa' e o acesso Sunrise Solo materiais utilizados nas lavouras comerciais da região Norte do Espírito Santo. Os demais acessos constituíram o segundo agrupamento com valores inferiores a média geral, o destaque neste agrupamento é o híbrido do tipo 'Formosa' Tainung 01 (8,39 ° Brix) e a variedade THB-STZ 39 (9,56 ° Brix) do tipo 'Solo', materiais destinados à exportação. As variações encontradas para essa característica foi semelhante às observadas por Ocampo et al. (2006) e Oliveira et al. (2010) em estudos de germoplasma de mamoeiros, e as verificados na análise de híbridos por Marin et al. (2006).

Com relação à produtividade estimada do primeiro ano, 20,33% dos acessos constituíram o primeiro grupo com valores superior à média geral (11,46 kilos por planta). Neste agrupamento pode se verificar a superioridade dos materiais do tipo 'Formosa', destacando-se o híbrido Tainung 01 com levada produtividade (25,19 kg por planta). O segundo grupo foi composto pelos demais acessos dos quais 16,94% foram superiores a média geral, dentre eles o híbrido Calimosa (13,52 kg por planta), as variedades Sunrise Solo (11,50 kg por planta) e THB STZ 39 (11,55 kg por planta).

Conforme observado, os acessos de grande importância nas lavouras comerciais, os quais têm seus frutos destinados ao mercado interno e externo apresentaram valores maiores para produtividade estimada de primeiro ano. Neste contexto, a estimativa de produtividade da cultura tem importância para o planejamento estratégico a fim de prever o quanto da produção será processada e armazenada e na tomada de decisão sobre a comercialização dos produtos finais.

O método de agrupamento de otimização de Tocher realizado a partir das distâncias de Mahalanobis, separou os acessos em cinco grupos com comportamento similar dentro do grupo e divergentes entre grupos (Tabela 5). Esta é uma técnica de otimização agrupa os indivíduos mantendo o critério de que as distâncias intragrupos sejam sempre menores do que as distâncias intergrupos (CRUZ et al., 2004).

**Tabela 5.** Agrupamento dos 59 genótipos de *Carica papaya* L., pelo método de agrupamento de Tocher, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis como medida de distância genética

Grupos	Acesso <sup>1</sup>
I	12, 15, 19, 7, 1, 5, 4, 28, 50, 11, 10, 58, 51, 6, 57, 18, 45, 8, 9, 54, 47, 33, 2, 13, 55, 3, 30, 22, 43, 49, 17, 21, 29, 20, 35, 31, 59;
II	14, 26, 44, 36, 56, 23, 25, 52, 48, 40, 16, 24, 38, 41, 42, 39, 37;
III	27;
IV	32;
V	34

Acessos<sup>1</sup>: 1- Caliman MS; 2-Sunrise Solo 783; 3-Costa Rica; 4-Taiwan Et; 5-Diva;6-Grampola; 7-Sunrise Solo; 8-Caliman AM; 9- Caliman GB;10- Caliman SG; 11-Caliman G; 12-Sunrise Solo(72/12); 13-Kapoho Solo polpa amarela; 14-Baixinho de Santa Amalia; 15-Surise Solo TJ; 16-São Mateus; 18-Kapoho Solo polpa vermelha; 19-Sunrise Solo (Progênie Tainung); 20-Waimalano; 21-Mamão Bené; 22-Mamão Roxo; 23-Maradol (Grande Limão); 24-Maradol (Grande Limão); 25-Sekati; 26-Baixinho Super; 27-Americano; 28-STZ-51;28-206/4; 30-Calimosa; 31-JS 12 (206); 32-Califlora 209; 33-Golden Tipo Formosa; 34-STZ-03 Peciolo curto; 35-Santa Helena III Trat 12A PLT.07; 36-Santa Helena III Trat 11A PLT.08; 37- Santa Helena III Trat 50A PLT.09; 38-Santa Helena III Trat 02A PLT.01; 39-Santa Helena III Trat 14A PLT.05; 40-Santa Helena III Trat 15A PLT.04; 41-Santa Helena III Trat 04A PLT.02; 42-Santa Helena III Trat 12A PLT.06; 43-Papaya 42 Formosa; 44-Papaya 45 Formosa Roxo; 45-Papaya 46 Claro; 46- Caliman Fruto Médio Verde; 47-Golden Robusto; 48-JS 11(210); 49-Tainung 01;50-STZ 23 Pedúnculo Longo;51-STZ 63; 52-Sekati Fruto Longo Macuco; 53-Gran Golden; 54-Sunrise Solo Paulo Brunele; 55-THB STZ 39; 55-Incaper 39; 57-B5 Geraldo; 58-Formosa Golden; 59-Formosa Brilhoso.

O primeiro grupo foi composto por 62,71% dos acessos, sendo grande parte do tipo 'Solo', muito embora façam parte desse grupo materiais tipo 'Formosa' como Tainung 01, Calimosa, Golden Tipo Formosa e Formosa Brilhoso. Isto indica que embora sendo de grupo heterotico diferente o conjunto de características pelas análises multivariadas os unificaram em um mesmo grupo.

O segundo agrupamento foi composto por dezesseis acessos, o qual inclui tipo 'Solo' (BSA, Baixo Super e JS 11(210)) e 'Formosa'. Resultados semelhantes aos encontrados por Cattaneo. (2001) usando marcadores moleculares e Barbosa et al. (2011), que em análise de divergência entre acessos de mamoeiro não

observaram a separação dos acessos do tipo Solo e Formosa nos grupos formados pelo método de Tocher.

Verificou-se que os grupos III, IV e V são grupos unitários compostos pelos acessos Americano, Califlora 209 e STZ 03-Pecíolo curto respectivamente, mostrando que esses são mais divergentes. Isso ocorre em função de uma determinada característica ou conjunto dessas que permitiu formarem grupos isolados, provavelmente a característica comprimento de fruto tenha sido a mais relevante na separação do acesso Americano em relação aos demais, e comprimento de pecíolo tenha sido para separar o STZ 03- pecíolo curto.

Esses resultados são promissores em cruzamento futuros, pois acessos contidos em grupos diferentes são mais divergentes e constituem a fonte essencial para obtenção de híbridos. Segundo Benin et al. (2002) cruzamentos a partir de genótipos reunidos em grupos afastados são considerados mais promissores pelo indicativo de serem mais dissimilares e por consequência obter maior efeito heterótico nas gerações seguintes.

O método de Singh foi utilizado para demonstrar a importância relativa das dezessete características para diversidade genética entre os acessos de mamoeiro (Tabela 6). Verificou-se que as características massa de fruto (16,88 %), diâmetro da região mediana do fruto (11,32 %) e altura de inserção de primeira flor (10,02 %), apresentaram maior contribuição para a diversidade genética. Em contrapartida sólidos solúveis totais (3,36 %), diâmetro do caule (1,17 %) e altura de inserção de primeiro fruto (0,66 %), apresentaram menor contribuição relativa.

O método de Singh (1981), baseado em  $D^2$  de Mahalanobis, considera que as características de menor importância expressam menor variabilidade. Sugere-se, portanto, que seja descartada neste caso, a variável altura de inserção de primeiro fruto (0,66 %). De acordo com Alves et al. (2003), o interesse na avaliação da importância relativa dos caracteres reside na possibilidade de se descartarem características que pouco contribuem para a discriminação do material avaliado, reduzindo dessa forma, mão-de-obra, tempo e custo despendidos na experimentação.

Em estudos de correlação entre caracteres morfoagronômicos de mamoeiro, Silva et al. (2007) encontraram correlação não significativa entre altura de planta e inserção de primeiro fruto, indicando que esse caractere é dependente do acesso e das condições ambientais e não tem-se mostrado relação direta com

altura de inserção de primeira flor em função do abortamento. Portanto, apesar da baixa contribuição para diversidade este caractere é importante para estudos que visem sobre o manejo da lavoura.

**Tabela 5.** Contribuição relativa de dezessete características para a diversidade, critério de Singh (1981) baseado em  $D^2$  de Mahalanobis

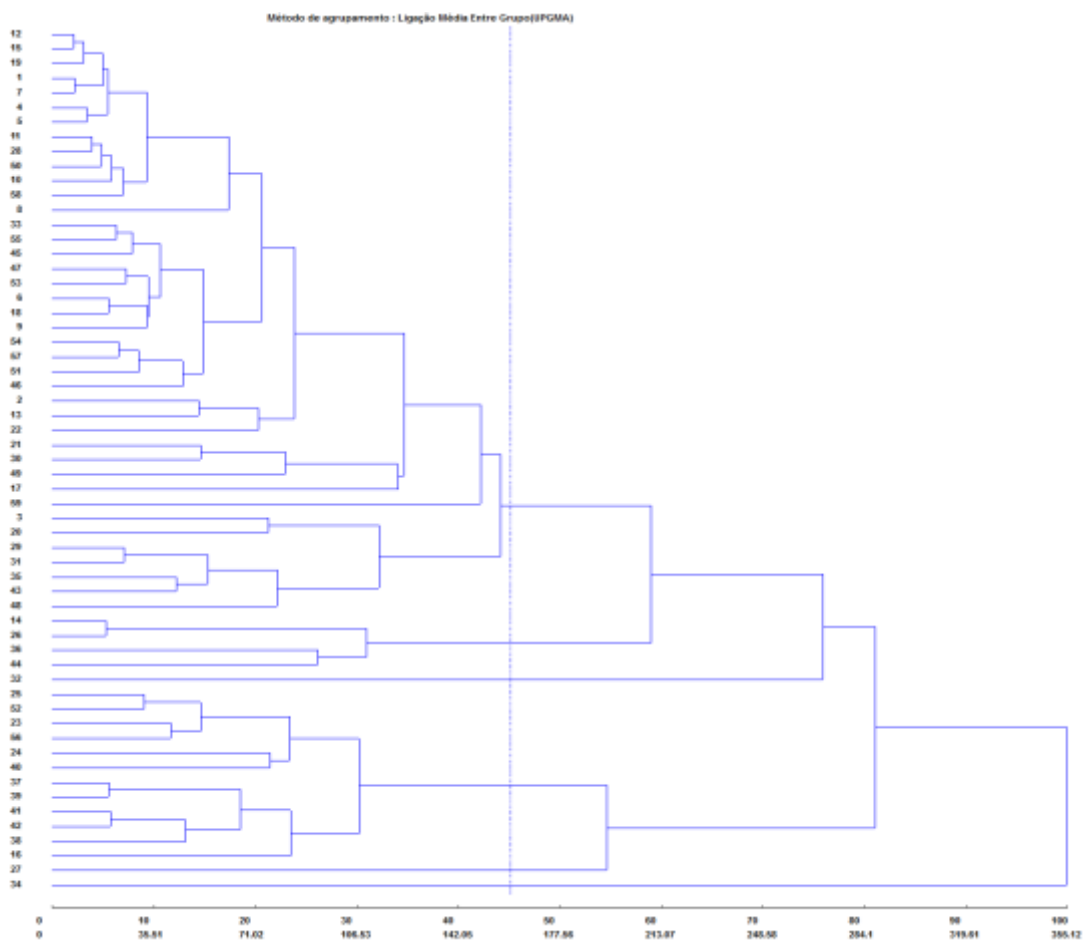
Variáveis	S.j	Valor em %
APFL	41939,33	10,02
APFR	2771,55	0,66
APL	25808,41	6,17
DCA	4934,47	1,17
CP	21913,04	5,23
CFL	10769,71	2,57
LMFL	25749,87	6,15
TCHL	26668,25	6,37
NFR	15111,40	3,61
MFR	70609,70	16,88
CFR	20588,29	4,92
DFR	47366,23	11,32
EME	14030,88	3,35
EMA	46055,21	11,01
FFR	20395,91	4,87
SST	14077,19	3,36
PROD	9475,13	2,26

APFL: Altura de inserção de primeira flor (cm), APFR: Altura de inserção primeiro fruto (cm), APL: Altura de planta (cm), DCA: Diâmetro do caule (cm), CP: Comprimento pecíolo (cm), CFL: Comprimento de folha (cm), LMFL: Largura máxima de folha (cm), TCHL: Teor de clorofila, NFR: Número de frutos, MFR: Massa de frutos (g), CFR: Comprimento de frutos (cm), DFR: Diâmetro de fruto (cm), EME: Espessura menor do fruto (mm), EMA: Espessura maior do fruto (mm), FFR: Firmeza (N), SST: Sólidos solúveis totais (°Brix), PROD: Produtividade estimada de primeiro ano (kg por planta).

A dissimilaridade entre os acessos também foi determinada pelo método hierárquico aglomerativo da média entre pares não ponderados (UPGMA), o qual tem como vantagem o fato de não se trabalhar com valores extremos, mínimos e máximos e sim baseados na média aritmética dos dados em questão (Figura 1).

O corte realizado na distância de 31,25% com base no critério de Mojema (1977) possibilitou a formação de seis grupos de dissimilaridade. O grupo I foi composto pelos acessos: 12-Surise Solo 72/12; 15-Sunrise Solo TJ; 19-Sunrise Solo (Progênie Tainung); 1-Caliman MS 7-Sunrise Solo; 4-Taiwan ET; 5-Diva; 11-Caliman G; 28-STZ-51; 50-STZ-23 Pedúnculo longo; 10-Caliman SG; 58-Formosa Golden; 8-Caliman AM; 33-Golden Tipo Formosa; 55-THB-STZ 39; 45-Papaya - 46 Claro; 47-

Goden Robusto ; 53-Gran Golden; 6-Grampola; 18-Kapoho Solo Polpa vermelha; 9-Caliman GB; 54-Sunrise Solo Paulo Brunelle; 57-B5 Geraldo; 51-STZ- 63; 46-Fruto Médio Verde; 2-Surise Solo 783; 13-Kapoho Solo Polpa Amarela; 22-Mamão Roxo; 21-Mamão Bené; 30-Calimosa; 49-Tainung 01; 17-São Mateus; 59-Formosa Brilhoso; 3-Costa Rica; 20-Waimanalo; 29-206/4; 31-JS 12 (206); 35-STA H III 12A; 43-Papaya 42 Formosa e 48-JS 11 (210), representando 67% do total dos acessos avaliados, semelhante ao observando pelo agrupamento de Tocher (Tabela 5), nesse grupo estão contidos grande parte dos acessos do tipo 'Solo'.



**Figura 1.** Dendrograma resultante da análise de 59 acessos de mamoeiro, obtido pelo método de agrupamento UPGMA e utilizando a distância de Mahalanobis como medida de distância genética. O valor do coeficiente de correlação cofenética ( $r$ ) é de  $0,74^{**}$ .

Os acessos 14-Baixinho de Santa Amália, 26-Baixo Super, 36-STA HEL III 11A, e 44-Papaya 45 Formosa Roxo formaram grupo II, apresentando as seguintes médias para as características altura de inserção de primeira flor (113,01 cm), altura

de inserção de primeiro fruto (68,33 cm), número de fruto (23,47), massa de fruto (903,08 g), firmeza interna de fruto (10,25 N), sólidos solúveis totais (9,84 °Brix ) e produtividade estimada de primeiro ano (18,89 kilos por planta).

O grupo III é um grupo unitário formado pelo o acesso do tipo 'Formosa' 32-Califlora 209, se mostrando como um dos mais divergentes se comparado aos demais acessos, apresentando elevadas médias para as características largura máxima de folha (62,36 cm), espessura maior de polpa de fruto (30,50 mm) e diâmetro da região mediana do fruto (14,88 cm). Vale resaltar que este acesso é dióico e neste caso as avaliações foram realizadas a partir de frutos femininos.

No grupo IV estão contido os acesso 25-Sekati, 52-Sekati Fruto Longo Macuco, 23-Maradol (Origem México) 56-Incaper 39, 24-Maradol (Grande Limão ); 40-STA HEL III 15 A, 37-STA HEL III 50 A, 39-STA HEL II 14 A, 41-STA HEL III 4A, 42-STA HEL III 12 A -06, 38-STA HEL III 02A, e 16-Tailândia. É provável que a unificação de uma série de características assim como a mesma base genética permitiu reunir em um só grupo acessos do tipo 'Formosa'. Esses resultados são próximos aos verificados por Cattaneo (2001) que através de técnicas de marcadores moleculares separou em grupos distintos genótipos de acordo com os tipos 'Solo' e 'Formosa'.

Os grupos V e IV composto pelos acessos 27-Americano e 34-STZ 03-Pecíolo curto respectivamente, formaram grupos unitário, assim como visto no grupo III, indicando que esses são os mais divergentes no banco de germoplasma, podendo ser utilizados como progenitores em futuros trabalhos de melhoramento.

Verificou-se que o agrupamento dos acessos pelo método hierárquico aglomerativo da média entre pares não ponderados (UPGMA) se apresentou similar ao método de otimização de Tocher quando da formação de grupos heteróticos. A semelhança entre estas duas técnicas pode ser constatada pelo fato dos acessos 32-Califlora 209, 27-Americano e 34-STZ-03 Pecíolo curto formarem grupos unitários em ambos os métodos de agrupamento (Tabela 5 e Figura 1). De acordo com Abreu et al. (2004), a concordância entre as técnicas multivariadas e de agrupamento é importante no estudo de diversidade genética, pois possibilita a recomendação de cruzamento entre genitores mais divergentes possíveis, afim de ampliar a base genética e conseqüentemente, o aumento da variabilidade. Entretanto, essa recomendação deve levar também em consideração o comportamento *per se* de



cada genótipo, sendo de maior relevância aqueles que apresentem desempenho superior para as características agronômicas de interesse.

Com base nos resultados obtidos, se espera que a partir do cruzamento realizado entre um dos três acessos mais divergentes com quaisquer outros acessos pertencentes aos demais grupos, e que apresente característica de importância agronômica, possam contribuir para trabalhos de melhoramento e, por conseguinte no aumento da produtividade do mamoeiro.

## Conclusões

Existe variabilidade genética entre os acessos *Carica papaya* L., sendo o Americano, STZ-03 Pecíolo curto e Califlora 209 os mais divergentes.

Os métodos de otimização de Tocher e hierárquico com base no método aglomerativo da média entre pares não ponderados foram parcialmente concordantes quanto à formação dos grupos heteróticos de acessos de mamoeiro.

As características massa de fruto diâmetro de fruto e altura de planta foram as de maior contribuição para a diversidade genética.

## Referências bibliográficas

ABREU, F.B.; LEAL, N.R.; RODRIGUES, R.; AMARAL JUNIOR, A.T.; SILVA, D.J.H. Divergência genética entre acessos de feijão-de-vagem de crescimento indeterminado. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.03, p.547-552, 2004.

ALVES, R.M.; GARCIA, A.A.F.; CRUZ, A.D.; FIGUEIRA, A. Seleção de descritores botânico-agronômicos para caracterização de germoplasma de cupuaçuzeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.7, p.807-818, 2003.

BARBOSA, C.D.; VIANA, A.P.; QUINTAL, S.S.R.; PEREIRA, M.G. Artificial neural network analysis of genetic diversity in *Carica papaya* L. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.11, p.224-231, 2011.

BENIN, G.; CARVALHO, F.I.F.; ASSMANN, I.C.; CIGOLINI, J.; CRUZ, P.J.; MACHIORO, V.S.; LORENCETTI, C.; SILVA, J.A.G. Identificação da dissimilaridade genética entre genótipos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo preto. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.8, p.179-184, 2002.

BERTAN, I.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; VIEIRA, E.A.; HARTWI, I.; SILVA, J.A.G.; SHIMIDT, D.A.M.; VALERIO, I.P.; BUSSANO, C.C.; RIBEIRO, G. Comparação de métodos de agrupamento na representação da distância morfológica entre genótipos de trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, n.3, p.279-286, 2006.

CABRAL, P.D.S.; SOARES, T.C.B.; LIMA, A.B.P.; ALEVES, D.S.; NUNES, J.A. Diversidade genética de acessos de feijão comum por caracteres agrônômicos. **Revista Ciência Agrônômica**, v.42, n.4, p.898-905, 2011.

CATTANEO, L.F. **Avaliação da divergência genética e análise de geração em mamoeiro (*Carica papaya* L.)**. 2001. 94f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos de Goytacazes, 2001.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. Viçosa: Editora UFV, 2003. v.2, 585p.

CRUZ, C.D. ; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2004. v.1, 480p.

CRUZ, C.D. **Programa Genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: Editora UFV, 2006. 648p.

DANTAS, J.L.L.; SOUZA, J.S.; PINTO, R.M.S.; LIMA, J.F. Variabilidade genética e melhoramento do mamoeiro. In: QUEIRÓZ, M.A.; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.R. R. (Org.). **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro** (on line). Versão 1.0. Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido/Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, nov, 1999.

DIAS, N. L. P; OLIVEIRA, E. O; DANTAS, J.L.L. Avaliação de genótipos de mamoeiro com uso de descritores agrônômicos e estimação de parâmetros genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.11, p.1471-1479, 2011.

FAGUNDES G.R.; YAMANISHI, O.K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo 'Solo' comercializados em quatro estabelecimentos de Brasília-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, p.345-350, 2001.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1981. 279 p.

FINOTO, E.L. **Variabilidade fenotípica dos teores de óleo e proteína de cultivares de soja em diferentes ambientes**. 2008. 130 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

FONTES, R.V.; SANTOS, M.P.; FALQUETO, A.R.; SILVA, D.M. Atividade da pectinametilesterase e sua relação com a perda de firmeza da polpa de mamão cv. Sunrise solo e Tainung. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.1, p.54-58, 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **The agricultural production**. 2010. Disponível em: <<http://www.faostat.org>>. Acesso em: 27 ago. 2012.

FRAIFE FILHO, G.A.; DANTAS, J.L.L.; LEITE, J.B.V.; OLIVEIRA, J.R.P. Avaliação de variedades de mamoeiro no Extremo Sul da Bahia. **Magistra**, v.13, p.37-41, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS-IBRAF. **Cadeia produtiva de frutas**. Disponível em [http://www.ibraf.org.br/x\\_files/Documentos/Cadeia\\_Produtiva\\_de\\_Frutas\\_S%C3%A9rie\\_Agroneg%C3%B3cios\\_MAPA.pdf](http://www.ibraf.org.br/x_files/Documentos/Cadeia_Produtiva_de_Frutas_S%C3%A9rie_Agroneg%C3%B3cios_MAPA.pdf)>. Acesso em 22 de ago. 2012.

MACHADO, C.F; NUNES, G.H.N.; FERREIRA, D.F.; SANTOS, J.B. Divergência genética entre genótipos de feijoeiro a partir de técnicas multivariadas. **Ciência Rural**, v.32, n.2, p.251-258, 2002.

MARIN, S.L.D.; PEREIRA, M.G.; AMARAL JUNIOR, A.T.; MARTELETTO, L.A.P.; IDE, C.D. Heterosis in papaya hybrids from partial diallel of. 'Solo' and 'Formosa' parents. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.6, n.1, p.24-29, 2006.

MARTINS, D.S.; COSTA, A.F.S. **A cultura do mamoeiro**: tecnologias de produção. Vitória: Incaper, 2003. 497 p.

MILLIGAN, G.W; COOPER, M.C. An examination of procedures for determining the number of clusters in a data set. **Psychometrika**, v.50, n.2, p.159-179, 1985.

MOJEMA, R. Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. **The Computer Journal**. v.20, p.359-363, 1977.

OCAMPO, J.; D'EECKENBRUGGEB, G.C.; BRUYÉRE, S.; BELLAIRE, L. L.; OLLITRAULT, P. Organization of morphological and genetic diversity of Caribbean and Venezuelan papaya germplasm. **Fruits**, v.61, p.5-37, 2006.

OLIVEIRA, E.J.; LIMA, D.S.; LUCENA, R.S.; MOTTA, T.B.N.; DANTAS, J.L.L. Correlações genéticas e análise de trilha para número de frutos comerciais por planta em mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.8, p.855-862, 2010.

PESSANHA, P.G.O.; VIANA, A.P.; AMARAL JUNIOR, A.T.; SOUZA, R.M.; TEXAIRA, M.C.; PEREIRA, M.G. Avaliação da diversidade genética em acessos de *psidium* spp. via marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.1, p.129-136, 2011.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Nobel, 2000. 477p.

QUINTAL, S.S.R.; VIANA, A.P.; GANCLAVES, L.S.A.; PEREIRA, M.G.; AMARAL JUNIOR, A.T. Divergência genética entre acessos de mamoeiro por meio de variáveis morfoagronômicas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.1, p.131-142, 2012.

RAMOS, H.C.C.; PEREIRA, M.G.; SILVA, F.F.; GONÇALVES, L.S.A.; PINTO, F.O.; SOUZA FILHO, G.A.; PEREIRA, T.N. Genetic characterization of papaya plants (*Carica papaya* L.) derived from the first backcross generation. **Genetics and Molecular Research**, v.10, n.1, p.393-403, 2011.

SANTOS, S.A.; SILVA, R.F.; PEREIRA, M.G.; ALVES, E.; MACHADO, J.C.; BORÉM, F.M.; GUIMARÃES, R.M.; MARQUES, E.R. Estudos morfo-anatômicos de sementes de dois genótipos de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.116-122, 2009.

SERRANO L.A.L. CATTANEO, L.F. O cultivo do mamoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 32, n.3, p.657-959, 2010.

SCOTT, A.J; KNOTT, M.A. Clusters analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**. v.30, n.3, p.507-512, 1974.

SILVA, F.F.; PEREIRA, M.G.; RAMOS, H.C.C.; DAMASCENO JUNIOR, P.C.; PEREIRA, T.N.; VIANA, A.P.; DAHER, R.F.; FERRETTI, G.A. Estimation of genetic parameters related to morphoagronomic and fruit quality traits of papaya. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.8, p.65-73, 2008.

SILVA, F.F. DA; PEREIRA, M.G.; RAMOS, H.C.C.; DAMASCENO JUNIOR, P. C.; PEREIRA, T.N.S.; IDE, C.D.H. Genotypic correlations of morpho agronomic traits in papaya and implications for genetic breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.7, p.345-352, 2007.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, v.41, n.2, p.237-245, 1981.

### 3.2. CORRELAÇÕES FENOTÍPICAS E ANÁLISE DE TRILHA EM CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS DE MAMOEIRO

#### Resumo

A estimativa da correlação entre caracteres é um dos parâmetros mais importantes para o melhoramento. Entretanto, a quantificação e interpretação da magnitude desta, não permite o desdobramento das correlações simples nos seus efeitos diretos e indiretos. Objetivou-se obter estimativas de correlações fenotípicas e análise de trilha entre características morfológicas e agronômicas de mamoeiro. Foram avaliadas dezessete características morfoagronômicas em 59 acessos de mamão. Foram utilizados como componentes primários da produção por planta: número e massa de frutos e os demais considerados componentes secundários. As correlações fenotípicas foram superiores as genotípicas, demonstrando facilidade na seleção baseada no fenótipo. Não houve correlação significativa entre os caracteres avaliados e a variável produção por planta. Os componentes primários número e massa de fruto explicam quase que totalmente as variações ocorridas na produção por planta. Espessura menor de polpa de fruto foi o componente secundário que apresentou maiores efeitos diretos e indiretos sobre a variável primária massa de fruto.

**Palavras-chaves:** Seleção; *Carica papaya* L.; Melhoramento de plantas.

## Abstract

The estimate of the correlation between characters is one of the most important parameters for improvement. However, quantification and interpretation of this magnitude, does not allow the deployment of simple correlations in their direct and indirect effects. The objective was to obtain estimates of phenotypic correlations between morphological and papaya fruits as well as analyze the relationship between these characteristics and its unfolding in direct and indirect effects of primary and secondary components on production per plant. Seventeen agronomic characteristics were evaluated in fifty-nine accessions of papaya, that two were used as primary components of plant production: number and weight of fruits and other components considered secondary. The correlations were superior to genotypic demonstrated ease of selection based on phenotype. No significant correlation among traits and the main variable production per plant. The primary components: number and fruit weight almost entirely explain the variations in production per plant. Thickness lower pulp fruit was the secondary component that showed higher direct and indirect effects on the primary variable mass of fruit.

**Keywords:** Selection; *Carica papaya* L., Plant breeding

## Introdução

A cultura do mamoeiro (*Carica papaya* L.) é caracterizada por ser de base genética estreita, limitando os números de cultivares disponível nas áreas produtoras, além de ser suscetível a uma série de doenças e pragas. É nesse contexto que trabalhos de melhoramento se tornam fundamentais para manutenção do potencial produtivo da cultura. Estudos realizados por meio da variabilidade genética existente assim como o conhecimento da relação existente entre seus caracteres facilita a seleção de genótipos de forma a atender os mercados nacionais e internacionais.

O conhecimento das correlações tem papel fundamental, pois mede o grau de associação entre características e possibilita avaliar o quanto a alteração em um caráter pode afetar os demais. Se a seleção de um caráter é dificultada pela baixa herdabilidade ou por problemas de mensuração e identificação, esse tipo de conhecimento se torna importante nas diferentes etapas dos programas de melhoramento (CRUZ et al., 2004).

As correlações entre duas variáveis têm duas causas: a genética, resultante de ligação gênica ou do pleiotropismo; e a causa ambiental. O ambiente torna-se causa de correlação quando dois caracteres são influenciados pelas mesmas diferenças de condições ambientais. Valores positivos indicam que os caracteres correlacionados são beneficiados ou prejudicados pelas mesmas causas de variações ambientais, e valores negativos que o ambiente favorece um caráter em detrimento do outro. A associação entre dois caracteres diretamente observados é a correlação fenotípica (GOLDENBERG, 1968; FALCONER, 1981; CARVALHO et al., 2004).

O uso de correlação se torna importante, pois, através do conhecimento da magnitude do desempenho de uma característica pode-se avaliar a influência sobre outra de interesse ao melhorista. No entanto esse coeficiente pode ocasionar alguns equívocos nas estratégias de seleção, podendo não ser uma medida real de causa e efeito. Assim, um alto ou baixo coeficiente de correlação entre duas variáveis pode ser o resultado do efeito que uma terceira variável ou um grupo de variáveis têm sobre essas duas, não dando a exata importância relativa dos efeitos diretos e indiretos destes fatores (CRUZ et al., 2004).

Para melhor compreender a relação existente entre caracteres, tem sido utilizada a metodologia de análise de trilha ("path analysis"), também denominada análise de caminamento. Proposta por Wright (1923), essa técnica permite obter informações a respeito dos efeitos diretos e indiretos de um grupo de caracteres, em relação a um determinado caráter considerado de maior importância (variável básica).

Assim, para fins de melhoramento, é importante identificar entre as características de alta correlação com a variável básica, as de maior efeito direto no sentido favorável à seleção, de tal forma que a resposta correlacionada por meio da seleção indireta seja eficiente (SEVERINO et al., 2002; CRUZ & CARNEIRO 2003). Essa técnica tem sido utilizada em diversas culturas, a saber: maracujá

(NEGREIROS et al., 2007) girassol (AMORIM et al., 2008), mamão (OLIVEIRA et al., 2010) e feijão (BARILI et al., 2011). Diante do exposto objetivou-se com esse trabalho obter estimativas de correlações fenotípicas e genotípicas e, análise de trilha entre características morfológicas e de frutos de mamoeiro.

## **Material e Métodos**

O trabalho foi realizado na Fazenda Santa Teresinha, Linhares - Espírito Santo, entre os meses de maio de 2011 a janeiro de 2012. Foram avaliadas dezessete características morfoagronômicas em 59 acessos de mamoeiro pertencente ao Banco Ativo de Germoplasma da Calimam Agrícola S.A. O experimento foi disposto em delineamento de blocos casualizados com duas repetições e os tratamentos culturais foram realizados seguindo a recomendação da cultura (MARTINS & COSTA, 2003).

Aos 240 dias após o plantio foram avaliadas em cinco plantas hermafroditas por parcela as seguintes características:

Altura de inserção da primeira flor (APFL) - medida, com auxílio de uma trena (expresso em centímetros considerando duas casas decimais), correspondendo à distância entre a superfície do solo, contígua ao colo da planta, e o ponto de inserção da primeira flor;

Altura de inserção do primeiro fruto (APFR) - medida, com auxílio de uma trena (expresso em centímetros considerando duas casas decimais), correspondendo à distância entre a superfície do solo, contígua ao colo da planta, e o ponto de inserção do primeiro fruto;

Altura da planta (APL) - medida, com auxílio de uma trena (expresso em centímetros considerando duas casas decimais), correspondendo à distância entre a superfície do solo, contígua ao colo da planta, e o ponto de inserção da folha mais nova;

Diâmetro do caule (DCA) - avaliado à 20 cm do solo, utilizando-se um paquímetro (expresso em cm); Comprimento do pecíolo (CP) - medido com auxílio



de uma trena (expresso em centímetros considerando duas casas decimais), em cinco folhas medianas de cada planta;

Comprimento da folha (CFL) - medido com auxílio de uma trena (expresso em centímetros considerando duas casas decimais), considerando-se o maior comprimento da base da nervura central do lóbulo mediano até a sua extremidade, em cinco folhas medianas de cada planta;

Largura máxima da folha (LMFL) - medido com auxílio de uma trena (expresso em centímetros considerando duas casas decimais), nas mesmas cinco folhas em que se mediu CFL, considerando-se a maior largura;

Teor de clorofila (TCHL) - medido com auxílio de um clorofilometro portátil realizada em três folhas de cada planta por acesso;

Número de frutos (NFR) - medido pela contagem de todos os frutos da planta com o padrão normal do acesso;

Massa de frutos (MFR) - medido em balança de precisão expresso em gramas (considerando duas casas decimais), considerando apenas frutos comerciais;

Comprimento de fruto (CFR) - medido com paquímetro expresso em centímetros considerando duas casas decimais;

Diâmetro da região mediana do fruto (DFR) - medido com paquímetro (expresso em centímetros considerando duas casas decimais), considerando o maior diâmetro do fruto;

Espessura menor da polpa do fruto (EME) - medida realizada após corte transversal do fruto na região equatorial, utilizando régua (expressa em milímetros considerando duas casas decimais);

Espessura maior da polpa do fruto (EMA) - medida realizada após corte transversal do fruto na região equatorial, utilizando régua (expressa em milímetros considerando duas casas decimais);

Sólidos solúveis totais (SST), determinados, em frutos 2/4 maduros, por leitura direta em refratômetro de bancada, e expresso em °Brix; Firmeza interna do fruto (FIFR) – determinado por uso de penetrômetro (Fruit Pressure Tester, Italy: model 53205) e expresso em Newton (N). Para isto, três pontos equidistantes foram medidos a aproximadamente 0,5 cm sob a casca do fruto 1/4 maduro, utilizando a ponteira de 7,9 mm de diâmetro;

Produção por planta ( $PROD\ PLT^{-1}$ ), determinada pelo produto entre números de fruto e massa média de fruto.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Posteriormente foram estimados os coeficientes de correlação genotípica ( $r_g$ ), fenotípica ( $r_f$ ) com uso de análises de covariâncias, tendo-se combinado os dados das dezessete características em todas as formas possíveis. As correlações foram desdobradas em efeitos diretos e indiretos das características de importância agrônômica para o mamoeiro (variáveis independentes) sobre produção por planta (variável básica), por meio da análise de trilha (WRIGHT 1921, 1923; CRUZ et al., 2004).

Inicialmente realizou-se a análise de trilha considerando-se um único diagrama causal, ou seja, a variável principal (produção por planta) em função de dois componentes primários (número de frutos e massa de frutos). Posteriormente, realizou-se a análise de trilha considerando dois diagramas causais, ou seja, variável principal em função dos componentes primários e estas em função de componentes secundários. As características produção por planta, número e massa de frutos foram transformadas para a escala logarítmica devido à existência de inter-relação entre elas, em razão do efeito multiplicativo. Os dados foram analisados utilizando-se os recursos computacionais do programa Genes (CRUZ, 2006).

## **Resultados e Discussão**

As correlações fenotípicas foram superiores às genotípicas (Tabela 1). Optou-se por usar as correlações fenotípicas, pois geralmente a seleção é realizada com base no fenótipo (SHUKLA et al., 1998).

Observou-se correlação positiva e significativa entre altura de inserção de primeira flor e as características altura de inserção de primeiro fruto (0,99), altura de planta (0,99), diâmetro de caule (0,67) e número de frutos (0,61). As demais correlações entre altura de inserção de primeira flor e as características referentes

às avaliações de frutos foram negativas e significativas destacando-se as existentes entre comprimento de frutos (-0,77) e massa de fruto (-0,74).

A característica comprimento de pecíolo apresentou correlações positivas com comprimento de folha (0,81), largura máxima de folha (0,70), teor de clorofila (0,61), massa de fruto (0,65), comprimento de fruto (0,50), diâmetro da região mediana do fruto (0,69), espessura menor de polpa de fruto (0,59) espessura maior de polpa de fruto (0,64) e firmeza interna de fruto (0,59) e correlação negativa com número de fruto (-0,73) e sólidos solúveis total (-0,48). Segundo Cruz & Carneiro (2003) quando um caráter correlaciona-se positivamente com alguns e negativamente com outros, há a indicação de se ter um cuidado adicional, pois, ao selecionar-se um determinado caráter, podem-se provocar mudanças indesejáveis em outros. Esses resultados demonstram que se pode obter plantas com maiores massa, diâmetro e comprimento de fruto por meio da seleção indireta daquelas que apresentam maiores comprimento de pecíolo. No entanto deve-se atentar para as correlações negativas existentes entre comprimento de pecíolo e sólidos solúveis totais. Nesse caso embora se selecione plantas com maior massa de fruto essas podem apresentar menores teores de açúcares nos frutos.

Ao analisar a associação entre número de frutos e sólidos solúveis totais (0,83) observou-se correlação positiva e significativa, mostrando que o aumento no número de frutos por plantas resulta em maiores teores de açúcar por frutos.

As correlações encontradas entre massa de fruto e as características relacionadas às avaliações em frutos, foram opostas daquelas verificadas com número de frutos, sendo positivas e significativas excetuando se aquela observada entre sólidos solúveis totais (-0,93) a qual foi negativa e significativa. O trabalho de Oliveira et al. (2010) corrobora esse resultado, com correlação positiva entre comprimento, diâmetro e espessura de polpa de fruto e negativa com sólidos solúveis totais.





Não foi verificada correlação significativa entre as características avaliadas e produção por planta, resultados semelhantes aos encontrados por Silva et al. (2007) na cultura da mamoeiro, evidenciando que tais caracteres não podem ser utilizados para seleção indireta de plantas mais produtivas.

Através da análise de trilha, com um diagrama causal, verificou-se que os componentes primários (número de fruto por planta e massa de fruto) resultaram em altas magnitudes dos efeitos diretos e indiretos sobre a produção por planta (Tabela 2).

**Tabela 2.** Estimativa dos efeitos diretos e indiretos dos componentes primários número de frutos por plantas (NFR) e massa de fruto (MFR) sobre a variável básica produção por planta em acesso de mamoeiro

Caracteres		Estimativa
NFR	Efeito direto sobre produção por planta	1,43
	Efeito indireto via massa de frutos	-1,00
Total		0,43
MFR	Efeito direto sobre produção por planta	1,35
	Efeito indireto via número de frutos	-1,06
Total		0,29
R <sup>2</sup>		0,99
Efeito residual		0,01

Os efeitos diretos dos componentes primários sobre produção por planta foram maiores que a unidade, com valor de 1,43 para número de frutos, e 1,35 para massa de fruto. Segundo Vencovsky & Barriga (1993) os componentes de correlação podem atingir valores maiores ou menores que a unidade. Isso é possível porque os coeficientes de trilha são estimados com base em dados padronizados, portanto, foram obtidos do mesmo modo que os coeficientes de regressão. Os resultados encontrados por Rani et al. (2008) e Rodrigues et al. (2010) corroboram com os obtidos presente trabalho.

Os efeitos indiretos de número de frutos via massa de frutos, e vice - versa, sobre a produção por planta foram negativos, indicando que à medida que a planta apresenta um grande número de frutos haverá uma redução em sua massa. Isso é facilmente compreendido em função da relação fonte-dreno existente na planta, pois quanto maior o número de frutos por planta maior será a concorrência por fotoassimilados, resultando em menor massa. Esses resultados foram semelhantes

aos apresentados por Queiroga et al. (2008) com a cultura do melão, e por Oliveira et al. (2010) com a cultura do mamão onde a diminuição do número de frutos possibilitou o aumento do seu tamanho. Segundo Chitarra & Chitarra (2005), o número excessivo de frutos por planta resulta na redução do tamanho, causado pela menor relação entre folhas e frutos remanescentes na planta e um menor suprimento de água e nutrientes a eles.

O coeficiente de determinação foi de 0,99 e o efeito residual de 0,01 mostrando que quase a totalidade da variável básica é explicada pelos componentes primários. Esse resultados corroboram com o trabalho de Negreiros et al. (2007), que obteve um coeficiente de determinação igual a 1,00, por meio de análise de trilha em maracujazeiro.

As correlações entre os componentes secundários morfológicos e produção por planta foram de baixa magnitude sendo em grande parte negativas (Tabela 3). Destaca-se aquelas verificadas entre altura de inserção de primeira flor (-0,082), altura de inserção de primeiro fruto (-0,014), altura de planta (-0,037), comprimento de folha (-0,09) e largura máxima de folha (-0,022). As correlações entre produção por planta e diâmetro do caule (0,038), comprimento do pecíolo (0,036) e teor de clorofila (0,327) foram positivas.

O coeficiente de determinação obtido foi de 0,186 e o efeito residual alto 0,902, demonstrando que as variações ocorridas na variável básica produção por planta não foram totalmente explicadas pelas quatro variáveis secundárias aferidas.

**Tabela 3.** Estimativas dos efeitos diretos e indiretos dos componentes secundários morfológicos sobre as variáveis primárias e a principal em acessos de mamoeiro

Caracteres <sup>(1)</sup>		NFR	MFR	PROD. PLT <sup>-1</sup>
APFL	Efeito direto sobre	-0,038	-0,115	-0,212
	Efeito indireto via APFR	0,191	-0,078	0,370
	Efeito indireto via APL	-0,226	-0,003	-0,316
	Efeito indireto via DCA	0,059	-0,058	0,005
	Efeito indireto via CP	0,018	-0,015	0,006
	Efeito indireto via CFL	0,127	-0,098	0,048
	Efeito indireto via LMFL	0,074	-0,656	0,018
	Efeito indireto via TCH	0,000	-0,001	-0,002
Total		0,207	-0,279	-0,082
APFR	Efeito direto	0,207	0,844	0,401
	Efeito indireto via APFL	-0,035	-0,106	-0,196
	Efeito indireto via APL	-0,241	-0,003	-0,337
	Efeito indireto via DCA	0,610	-0,595	0,005
	Efeito indireto via CP	0,241	-0,201	0,007
	Efeito indireto via CFL	0,914	-0,070	0,035
	Efeito indireto via LMFL	0,771	-0,678	0,019
	Efeito indireto via TCH	0,000	0,037	0,052
Total		0,185	-0,205	-0,014
APL	Efeito direto	-0,259	-0,003	-0,362
	Efeito indireto via APFL	-0,033	-0,100	-0,185
	Efeito indireto via APFR	0,192	0,788	0,372
	Efeito indireto via DCA	0,060	-0,058	0,005
	Efeito indireto via CP	0,004	-0,004	0,001
	Efeito indireto via CFL	0,152	-0,118	0,058
	Efeito indireto via LMFL	0,080	-0,070	0,020
	Efeito indireto via TCH	0,000	0,039	0,054
Total		0,198	-0,237	-0,037
DCA	Efeito direto	0,138	-0,136	0,012
	Efeito indireto via APFL	-0,016	-0,049	-0,091
	Efeito indireto via APFR	0,090	0,036	0,175
	Efeito indireto via APL	-0,111	-0,001	-0,155
	Efeito indireto via CP	0,063	-0,053	0,019
	Efeito indireto via CFL	-0,043	0,033	-0,017
	Efeito indireto via LMFL	-0,113	0,099	-0,028
	Efeito indireto via TCH	0,002	0,089	0,123
Total		0,011	0,018	0,038



**Tabela 3.** Continuação...

Caracteres <sup>(1)</sup>		NFR	MFR	PROD.PLT <sup>-1</sup>
CP	Efeito direto	0,186	-0,155	0,055
	Efeito indireto via APFL	-0,003	-0,012	-0,021
	Efeito indireto via APFR	0,026	0,011	0,052
	Efeito indireto via APL	-0,006	-0,001	-0,010
	Efeito indireto via DCA	0,047	-0,046	0,004
	Efeito indireto via CFL	-0,392	0,303	-0,149
	Efeito indireto via LMFL	-0,230	0,203	-0,057
	Efeito indireto via TCH	-0,002	0,170	0,163
Total		-0,370	0,421	0,036
CFL	Efeito direto	-0,656	0,507	-0,250
	Efeito indireto via APFL	0,007	0,222	0,041
	Efeito indireto via APFR	-0,007	-0,011	-0,056
	Efeito indireto via APL	-0,028	0,000	0,084
	Efeito indireto via DCA	0,060	-0,009	0,001
	Efeito indireto via CP	0,111	-0,093	0,033
	Efeito indireto via LMFL	-0,186	0,164	-0,046
	Efeito indireto via TCH	0,001	0,073	0,102
Total		-0,681	0,654	-0,090
LMFL	Efeito direto	-0,527	0,463	-0,130
	Efeito indireto via APFL	0,005	0,016	0,030
	Efeito indireto via APFR	-0,030	-0,012	-0,059
	Efeito indireto via APL	0,039	0,001	0,055
	Efeito indireto via DCA	0,030	-0,029	0,003
	Efeito indireto via CP	0,081	-0,068	0,024
	Efeito indireto via CFL	-0,232	0,179	-0,088
	Efeito indireto via TCH	0,002	0,103	0,143
Total		-0,630	0,653	-0,022
TCH	Efeito direto	0,006	0,293	0,406
	Efeito indireto via APFL	0,001	0,001	0,001
	Efeito indireto via APFR	0,026	0,010	0,052
	Efeito indireto via APL	-0,034	0,001	-0,048
	Efeito indireto via DCA	0,042	-0,413	0,004
	Efeito indireto via CP	0,076	-0,623	0,022
	Efeito indireto via CFL	-0,165	0,127	-0,063
	Efeito indireto via LMFL	-0,185	0,163	-0,046
Total		-0,234	0,492	0,327
R <sup>2</sup>		0,689	0,726	0,186
Efeito residual		0,557	0,522	0,902

<sup>(1)</sup> APFL: Altura de inserção de primeira flor (cm), APFR: Altura de inserção de primeiro fruto (cm), APL: Altura de planta (cm), DCA: Diâmetro do caule (cm), CP: Comprimento pecíolo (cm), CFL: Comprimento de folha (cm), LMFL: Largura máxima de folha (cm), TCHL: Teor de clorofila, NFR: Número de frutos, MFR: Massa de frutos (g), PROD.PLT<sup>-1</sup>: Produção por planta.

Das observações realizadas entre os componentes secundários, verifica-se que teor de clorofila apresentou correlação fenotípica de média magnitude com produção e elevado efeito direto sobre a variável básica, indicando que plantas que apresentam em suas folhas maior teor de clorofila têm maior atividade fotossintética o que resultará em plantas mais produtivas.

A variável altura de inserção de primeiro fruto apresentou efeito direto sobre a produção por planta (0,401), no entanto a correlação fenotípica foi negativa entre essas duas características. Isso mostra que os efeitos indiretos dos demais componentes secundários foram negativos e que os efeitos indiretos de altura de planta foram os de maior contribuição para esse resultado.

Os efeitos dos caracteres secundários morfológicos sobre o componente primário número de frutos foram baixos, excetuando aqueles observados entre comprimento de folha (-0,656) e largura máxima de folha (-0,527), evidenciando que a seleção de plantas com maiores comprimento e largura máxima de folhas resultará em plantas menos produtivas visto que os efeitos dessas características sobre o componente primário número de fruto foram negativos. A importância do conhecimento da relação entre os componentes secundários e primários reside no fato de que os primeiros podem ser de fácil mensuração, facilitando portando a seleção da variável principal.

Os efeitos dos componentes secundários sobre massa de fruto foram baixos e negativos, excetuando-se os apresentados por comprimento de folha (0,507), largura máxima de folha (0,463) e teor de clorofila (0,293), demonstrando que a seleção de plantas mais produtivas pode ser realizada indiretamente via tais caracteres. Isso leva a inferir que, plantas que apresentam maior largura de folha possibilitaram maiores atividades fotossintéticas, e, por conseguinte maior distribuição dos fotoassimilados resultando maiores produtividades.

Os coeficientes de determinações dos componentes secundários morfológicos sobre os componentes primários foram médios sendo de 0,689 sobre número de frutos e 0,726 sobre massa de frutos, evidenciando que esses não explicam em sua totalidade as variações ocorridas nos componentes primários número e massa de frutos.

As correlações entre os componentes secundários referentes a caracteres de frutos e a variável principal produção por planta foram não significativas e de baixa magnitude (Tabela 4). O efeito direto da característica comprimento de fruto

sobre a variável básica foi de 0,176, indicando que a correlação existente entre essas duas características se deve aos efeitos indiretos dos demais caracteres.

A característica diâmetro da região mediana do fruto apresentou correlação positiva (0,279), e efeito direto alto com produção por planta, demonstrando que a seleção da característica pode ser realizada de forma indireta. Segundo Cruz & Carneiro (2003), caracteres que apresentam efeito direto no mesmo sentido da correlação com o caráter principal indicam presença de causa e efeito, sugerindo que o caráter auxiliar é o principal determinante das alterações no caráter básico.

Dos componentes secundários analisados observou-se que espessura maior de polpa de fruto (-0,719) apresentou efeito direto alto e negativo sobre a produção por planta, embora a correlação entre ambos tenha sido positiva (0,255), evidenciando neste caso que não há sucesso no processo de seleção indireta. De acordo com Cruz et al. (2004), caracteres que apresentam efeito direto em sentido contrário à correlação com a variável principal indicam ausência de causa e efeito, sugerindo que o caráter auxiliar não é o principal determinante das alterações na variável básica, existindo outros que poderão proporcionar maior ganho de seleção. Em situações iguais a essa, Vencovsky & Barriga, (1993) sugerem que o uso de fatores causais indiretos sejam considerados simultaneamente no processo de seleção. Neste contexto a seleção indireta pode ser realizada via espessura menor de polpa de fruto visto que, das características morfológicas secundárias foi aquela que apresentou maior efeito direto e indireto sobre a variável básica.

O coeficiente de determinação foi de 0,239 e efeito residual de 0,872, evidenciando que os caracteres secundários não foram efetivos na determinação de produção por plantas e que essa se deve a outros fatores. Resultados semelhantes foram encontrados por Viera et al. (2007) que verificaram que os caracteres secundários morfológicos, não foram efetivos na determinação da variação do rendimento de grãos em plantas de trigo.

**Tabela 4.** Estimativa dos efeitos diretos e indiretos das variáveis secundárias referentes a caracteres de frutos sobre as variáveis primárias e principal produção por planta em acessos de mamoeiro

Caracteres <sup>(1)</sup>		NFR	MFR	PROD.PLT <sup>-1</sup>
CFR	Efeito direto	-0,188	0,327	0,177
	Efeito indireto via DFR	-0,160	0,314	0,194
	Efeito indireto via EME	0,171	0,158	0,455
	Efeito indireto via EMA	-0,184	-0,089	-0,383
	Efeito indireto via FIRF	-0,163	0,016	-0,210
	Efeito indireto via SST	-0,020	0,003	-0,030
Total		-0,549	0,730	0,203
DFR	Efeito direto	-0,342	0,672	0,414
	Efeito indireto via CFR	-0,088	0,153	0,083
	Efeito indireto via EME	0,238	0,219	0,632
	Efeito indireto via EMA	-0,305	-0,148	-0,634
	Efeito indireto via FIRF	0,139	0,014	-0,179
	Efeito indireto via SST	0,029	0,041	-0,036
Total		-0,666	0,914	0,279
EME	Efeito direto	0,295	0,272	0,781
	Efeito indireto via CFR	-0,109	0,191	0,103
	Efeito indireto via DFR	-0,277	0,544	0,334
	Efeito indireto via EMA	-0,323	-0,157	-0,671
	Efeito indireto via FIRF	-0,165	0,016	-0,213
	Efeito indireto via SST	-0,128	0,004	-0,035
Total		0,609	0,869	0,299
EMA	Efeito direto	-0,346	-0,168	-0,719
	Efeito indireto via CFR	-0,100	0,174	0,094
	Efeito indireto via DFR	-0,302	0,593	0,365
	Efeito indireto via EME	0,275	0,254	0,730
	Efeito indireto via FIR	-0,138	0,014	-0,178
	Efeito indireto via SSR	-0,030	0,041	-0,037
Total		-0,642	0,871	0,255
FIRF	Efeito direto	-0,338	0,343	-0,435
	Efeito indireto via CFR	-0,091	0,157	0,085
	Efeito indireto via DFR	-0,141	0,276	0,170
	Efeito indireto via EME	0,145	0,133	0,383
	Efeito indireto via EMA	-0,015	-0,689	-0,294
	Efeito indireto via SST	-0,149	0,002	-0,018
Total		-0,582	0,534	-0,109

**Tabela 4.** Continuação..

Caracteres <sup>(1)</sup>	NFR	MFR	PROD	
SST	Efeito direto	0,510	-0,07	0,062
	Efeito indireto via CFR	0,090	-0,156	-0,084
	Efeito indireto via DFR	0,200	-0,392	-0,241
	Efeito indireto via EME	-0,165	-0,152	-0,438
	Efeito indireto via EMA	0,203	0,099	0,423
	Efeito indireto via FIR	0,099	-0,010	0,127
Total		0,478	-0,618	-0,152
R <sup>2</sup>		0,595	0,965	0,239
Residual		0,635	0,186	0,872

<sup>(1)</sup> CFR: Comprimento de frutos (cm), DFR: Diâmetro da região mediana do fruto (cm), EME: Espessura menor da polpa de fruto (mm), EMA: Espessura maior da polpa do fruto (mm) FFR: Firmeza interna de fruto (N), SST: Sólidos solúveis totais (° Brix), NFR: Número de frutos, MFR: Massa de frutos (g), PROD PLT<sup>-1</sup>: Produção por planta.

Os efeitos da associação entre os componentes secundários de frutos e o componente primário número de frutos foram negativos, destacando-se aqueles existentes entre diâmetro da região mediana do fruto (-0,66), espessura menor de polpa de fruto (-0,60) e espessura maior de polpa de fruto (-0,64), demonstrando que a seleção baseada nesses caracteres resulta em menor número de fruto e, por conseguinte menor produção por planta.

Ao se verificar a influência dos componentes secundários sobre massa de fruto, constatou-se que de forma geral ocorreram efeitos direto positivos e correlações de média a alta magnitude, destacando se os apresentados pelas características comprimento de fruto (0,327 e 0,730), diâmetro da região mediana de fruto (0,672 e 0,914) e espessura menor de polpa de fruto (0,272 e 0,839). Esses resultados demonstram que a seleção truncada seria realizada com êxito facilitando a obtenção de plantas mais produtivas com bases nos caracteres de fácil mensuração, tais como comprimento e diâmetro da região mediana de fruto.

Os coeficientes de determinação apresentados pela associação entre os componentes secundários e os componentes primários devem ser destacados. Observou-se que os componentes secundários explicam apenas 59% das alterações ocorrida no componente primário número de fruto, e 96% das variações de massa frutos.

## Conclusões

As correlações fenotípicas foram superiores às genotípicas;

Não houve correlação significativa entre os caracteres avaliados e a variável principal produção por planta

Os componentes primários: número e massa de fruto explicam quase que totalmente as variações ocorridas na sobre produção por planta;

Espessura menor de polpa de fruto foi o componente secundário que apresentou maiores efeitos diretos e indiretos sobre a variável primária massa de fruto.

## Referências bibliográficas

AMORIM, E.P.; RAMOS, N.P.; UNGARO, M.R.; KIIHL, G.A.M. correlações e análise de trilha em girassol. **Bragantia**, v.67, n.2, p.307-316, 2008.

BARILI, L.D.; VALE, N.M.; MORAIS, P.P.P.; BALDISSERA, J.NC.; ALMEIDA, C. B.; ROCHA, F.; VALENTINI, G.; BERTOLDO, J.G.; COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F. Correlação fenotípica entre componentes do rendimento de grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.4, p.1263-1274, 2011.

CARVALHO, F.I.F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2004. 142 p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2004. v.1, 480p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2003. v.2, 585 p.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 648p.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Tradução de Silva, M. A. & Silva, J. C. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa: Imprensa Universitária, 1981. 279 p.

GOLDENBERG, J. B. El empleo de la correlacion en el mejoramiento genetico de las plantas. **Fitotecnia Latino Americana**, v.5, n.2, 1968. p.1-8.

MARTINS, D.S.; COSTA, A.F.S. **A cultura do mamoeiro**: tecnologias de produção. Vitória: Incaper, 2003. 497 p.

NEGREIROS, J.R.S.; ÁLVARES, V.S.; BRUCKNER, C.H.; MORGADO, M.A.D.O.; CRUZ, C.D. Relação entre características físicas e o rendimento de polpa de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.3, p.546-549, 2007.

OLIVEIRA, E.J.; LIMA, D.S.; LUCEMA, R.S.; MOTTA, T.B.N.; DANTAS, J.L.J. Correlações genéticas e análise de trilha para número de frutos comerciais por planta em mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.8, p.855-862, 2010.

QUEIROGA, R.C.F.; PUIATTI, M.; FONTES, P.C.R.; CECON, P.R. Produtividade e qualidade de frutos de meloeiro variando o número de frutos e de folhas por planta. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.2, p.209-215, 2008.

RANI, C.I.; VEERARAGAVATHATHAM, D.; SANJUTHA, S. Studies on correlation and path coefficient analysis on yield attributes in root knot nematode resistant F1 hybrids of tomato. **Journal of Applied Sciences Research**, v.4, n.3, p.287-295, 2008.

RODRIGUES, G.B.; MARIN, B.G.; SILVA, D.J.H.; MATTEDI, A.P.; ALMEIDA, V.S. Análise de trilha de componentes de produção primários e secundários em tomateiro do grupo Salada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.2, p.55-162, 2010.

SEVERINO, L.S.; SAKIYAMA, N.S.; PEREIRA, A.A.; MIRANDA, G.V.; ZAMBOLIM, L.; BARROS, U.V. Associações da produtividade com outras características agrônômicas de café (*Coffea arabica* L. "Catimor"). **Acta Scientiarum Agronomy**, v.24, n.5, p.1467-1471, 2002.

SHUKLA, S.; SINGH, K.; PUSHPENDRA, F. Correlation and path coefficient analysis of yield and its components in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Soybean Genetics Newsletter**, v.25, n.1, p.67-70, 1998.

SILVA, F.F.; PEREIRA, M.G.; RAMOS, H.C.C.; DAMASCENO UNIOR, P.C.; PEREIRA, T.N.S.; IDE, C.D. Genotypic correlations of morphoagronomic traits in papaya and implications for genetic breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.7, n.4, p.345-352, 2007.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1993. 496p.

VIEIRA, E.A.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; MARTINS, L.F.; BENIN, G.; SILVA, J.A.G.; COIMBRA, J.; MARTINS, A.F.; CARVALHO, M.F.; RIBEIRO, G. Análise de trilha entre os componentes primários e secundários do rendimento de grãos em trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.2, p.169 -174, 2007.

WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, v.20, n.7 p.557-585, 1921.

WRIGHT, S. The theory of path coefficients a reply to niles's criticism. **Genetics**, v.8, n.3, p. 239-255, 1923.



#### 4. CONCLUSÕES GERAIS

Existe variabilidade genética entre os acessos *Carica papaya* L., sendo o Americano, STZ-03 Pecíolo curto e Califlora 209 os mais divergentes;

Os métodos de otimização de Tocher e hierárquico com base no método aglomerativo da média entre pares não ponderados foram parcialmente concordantes quanto à formação dos grupos heteróticos de acessos de mamoeiro;

As características massa de fruto, diâmetro de fruto e altura de planta foram as de maior contribuição para a diversidade genética;

As correlações fenotípicas foram superiores às genotípicas;

Não houve correlação significativa entre os caracteres avaliados e a variável principal produção por planta;

Os componentes primários: número e massa de fruto explicam quase que totalmente as variações ocorridas na produção por planta;

Espessura menor de polpa de fruto foi o componente secundário que apresentou maiores efeitos diretos e indiretos sobre a variável primária massa de fruto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2011: Anuário da agricultura brasileira. **Mamão**. São Paulo: FNP, consultoria e Agroinformativos, 2011. p.325-332.

ABREU, F.B.; LEAL, N.R.; RODRIGUES, R.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; SILVA, D.J. H. Divergência genética entre acessos de feijão-de-vagem de hábito de crescimento indeterminado. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.3, p.547-552, 2004.

ALMEIDA, C.O. **Fruticultura brasileira em análise**. 2006. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=24830>>. Acesso em: 4 de jun de 2012.

ARAUJO, D.G; CARVALHO, S.P; ALVES, R.M. Divergência genética entre clones de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*). **Ciência Agrotecnológica**, v.26, n.1, p.13-21, 2002.

BADILLO, V.M. **Monografía de la familia Caricaceae**. Maracay, Venezuela: Editorial Nuestra América C. A., 1971. 221p.

BENASSI, A.C. **A economia do mamão**. Disponível em <<http://www.todafruta.com.br/todafruta>>. Acesso em: Agosto de 2011.

BERTAN, I.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C.; VIEIRA, E.A.; HARTWI, I.; SILVA, J.A.G.; SHIMIDT, D.A.M.; VALERIO, I.P.; BUSSANO, C.C.; RIBEIRO, G. Comparação de métodos de agrupamento na representação da distância morfológica entre genótipos de trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, n.3, p.279-286, 2006.

BOTEON, M. Desafios da fruticultura e o mercado de mamão. In: MARTINS, D.S. **Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão**. Vitória: Incaper, 2005. p. 15-21.

CASTELLEN, M.S.; LEDO, C.A.S.; OLIVEIRA, E.J.; MONTEIRO FILHO, L.S.; DANTAS, J.L.L. Caracterização de acessos do banco ativo de germoplasma de mamão por meio de análise multivariada. **Magistra**, v.19, n.4, p.299-303, 2007.

CARDOSO, D.L.; SILVA, R.F.; PERREIRA, M.G.; VIANA, A.P.; ARAUJO, E.F. Diversidade genética e parâmetros genéticos relacionados à qualidade fisiológica de sementes em germoplasma de mamoeiro. **Revista Ceres**, v.56, n.5, p.572-579, 2009.

CATTANEO, L.F. **Avaliação da divergência genética e análise de gerações em mamoeiro (*Carica papaya* L.)**: habilidade combinatória de genótipo dos grupos 'Solo' e 'Formosa'. 2001.102f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)- Universidade Estadual Norte Fluminense, Campos de Goytacazes, 2001.

COELHO, C.M.M.; COIMBRA, J.L.M.; SOUZA, C.A.; BOGO, A.; GUIDOLIN, A.F. Diversidade genética em acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência Rural**, v.37, n.5, p.1241-1247, 2007.

COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F.; CARVALHO, F.I.F.; AZEVEDO, R.S. Correlações canônicas: Análise do rendimento de grãos de feijão e seus componentes. **Ciência Rural**, v.30, p.31-35, 2000.

COSTA, M.C.; OLIVEIRA, M.S.P.; OHAZE, M.M.M. Divergência genética no açazeiro com base. **Revista Ciência Agrária**, n.41, n.1, p.89-95, 2004.

COUTO, F.A.D.; NACIF, S.R. Hibridação em mamão. In: BORÉM, A. (ed.) **Hibridação artificial de plantas**. Viçosa, Editora UFV, 1999. p. 307-329.

CRUZ, C.D. **Programa Genes**: biometria. Viçosa: Editora UFV, 2006. 382p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao Melhoramento Genético**. Viçosa: Editora UFV, 2003. 585p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao Melhoramento de Plantas**. Viçosa: Editora UFV, 2004. 480p.

DAMASCENO JUNIOR, P.C.; PEREIRA, T.N.S.; SILVA, F.F.; VIANA, P.A.; PEREIRA, M.G. Comportamento floral de híbridos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) avaliados no verão e na primavera. **Revista Ceres**, v.55, n.4, p.310-317, 2008.

DANTAS, J.L.L.; CASTRO NETO, M.T. Aspectos botânicos e fisiológicos. In: TRINDADE, A. V. (Org.). **Mamão, produção**: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p.11-14.

DANTAS, J.L.L.; LIMA, J.F. **Seleção e recomendação de variedades de mamoeiro**: avaliação de linhagens e híbridos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.617-621, 2001.

DANTAS, J.L.L.; OLIVEIRA, E.J. O melhoramento genético do mamoeiro: avanços, desafios e perspectivas. In: I Simpósio Nordestino de Genética e Melhoramento de Plantas, 2009, Fortaleza - CE. O melhoramento genético no contexto atual. Fortaleza – CE. **Anais**. Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. v.1. p.151-180.

DAVIS, M.J.; YING, Z. Development of Papaya Breeding Lines with Transgenic Resistance to Papaya ringspot vírus. **Plant Disease**, v.88, n.4, p.352-358, 2004.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **The agricultural production**. 2010. Disponível em: <<http://www.faostat.org>>. Acesso em: 27 ago. 2012.

FRAIFE FILHO, G.A.; DANTAS, J.L.L.; LEITE, J.B.V.; OLIVEIRA, J.R.P. Avaliação de variedades de mamoeiro no extremo sul da Bahia. **Magistra**, v.13, n.1, p. 37-41, 2001.

GONÇALVES, G.M.; VIANA, A.P.; REIS, L.S.; NETO, F.V.B.; AMARAL JUNIOR, A. T.; REIS, L.S. Correlações fenotípicas e genético-aditivas em maracujá-amarelo pelo Delineamento I. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.5, p.1413-1418, 2008a.

GONÇALVES, L.S.A.; RODRIGUES, R; SUDRÉ, C.P.; BENTO, C.S.; MOULIN, M.M.; ARAÚJO, M.L.; DAHER, R.F.; PEREIRA, T.N.S.; PEREIRA, M.G. Divergência genética em tomate estimada por marcadores RAPD em comparação com descritores multicategóricos. **Horticultura Brasileira**, v.6, n.3, p.364-370, 2008b.

HINOJOSA, R.L.; MONTGOMERY, M.W. Industrialização do mamão. Aspectos bioquímicos e tecnológicos da produção de purê asséptico. In: RUGGIERO, C. (Ed.). **Mamão**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1988. p.89-110.

IDE, C.D.; PEREIRA, M.G.; VIANA, A.P.; PEREIRA, T.N.S. Use of testers for combining ability and selection of papaya hybrids. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.9, n.1, p.60-66, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção Agrícola municipal**: quantidade e valor da produção, área plantada e colhida . Disponível em <[HTTP://www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)> acesso em julho de 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Lavoura permanente**. <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=rn&tema=lavourapermanente2010>>. Acesso em: 30/08/2011.

LI, C.C. **Path analyses – a primer**. Washington: Boxwood, 1975. 346p.

LI, C.C. The concept of path coefficient and its impact on population genetics. **Biometrics**, Washington, v.12, n.2, p.190-210, 1956.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA, 2006. 640p.

MARIN, S.L.D.; PEREIRA, M.G.; AMARAL JUNIOR, A.T.; MARTELETTO, L.A.P.; IDE, C. D. Heterosis in papaya hybrids from partial diallel of 'Solo' and 'Formosa' parents. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.6, n.1, p.24-29, 2006.

MOURA, M.C.C.L.; GONÇALVES, L.S.A.; SUDRE, C.P.; RODRIGUES, R.; AMARAL JUNIOR, A.T.; PEREIRA, T.N.S. Algoritmo de Gower na estimativa da divergência genética em germoplasma de pimenta. **Horticultura Brasileira**, v.28, n.2, p.155-161, 2010.

NEGREIROS, J.R.S.; ALEXANDRE, R.S.; ÁLVARES, V.S.; BRUCKNER, C.H.; CRUZ, C.D. Divergência genética entre progênies de maracujazeiro-amarelo Com base em características das plântulas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.1, p.197-201, 2008.

NEGREIROS, J.R.S.; ÁLVARES, V.S.; BRUCKNER, C.H.; MORGADO, M.A.D.O.; CRUZ, C.D. Relação entre características físicas e o rendimento de polpa de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.3, p.546-549, 2007.

NUNES, G.H.S.; COSTA FILHO, J.H.; SILVA, D.J.H.; CARNEIRO, P.C. S.; DANTAS, M.S.M. Divergência genética entre linhagens de melão pele de Sapo. **Revista Ciência Agrônômica**, v.42, n.3, p.765-773, 2011.

OLIVEIRA, A.C.B.; SEDYAMA, M.A.N.; PEDROSA, M.W.; GARCIA, N.C.P. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.26, n.2, p.211-217, 2004.

OLIVEIRA, E.J.; LIMA, D.S.; LUCENA, R.S.; MOTTA, T.B.N.; DANTAS, J.L.L. Correlações genéticas e análise de trilha para número de frutos comerciais por planta em mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.8, p.855-862, 2010.

OLIVEIRA, E.J.; CASTELLEN, M.S.; LIMA, D.S.; BARBOSA, H.S.; MOTTA, T.B.N. Marcadores moleculares na predição do sexo em plantas de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.12, p.1747-1754, 2007.

OLIVEIRA, E.J.; COSTA, J.L.; SANTOS, L.F.; CARVALHO, F.M.; SILVA, A.S.; DANTAS, J.L.L. Molecular characterization of papaya genotypes using AFLP markers. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.3, p.848-858, 2011.

PEREIRA, M.G. Melhoramento genético do mamoeiro (*Carica papaya* L.): desenvolvimento e recomendação de híbridos. In: FEITOSA, C. **Seahortes**. Alegre: CCA-UFES, 2003. p.61-65.

QUINTAL, S.S.R.; VIANA, A.P.; GONÇALVES, L.S.A.; PEREIRA, M.G.; AMARAL JUNIOR, A.T. Divergência genética entre acessos de mamoeiro por meio de variáveis morfoagronômicas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.1, p.131-142, 2012.

RAMOS, H.C.C.; PEREIRA, M.G.; SILVA, F.F GONÇALVES, L.S.A.; PINTO, G.A.; SOUZA FILHO, G.; PEREIRA, T.S.N. Genetic characterization of papaya plants (*Carica papaya* L.) derived from the first backcross generation. **Genetics and Molecular Research**, v.10, n.1, p.393-403, 2011.

RODRIGUES, G.B.; MARIN, B.G.; SILVA, D.J.H.; MATTEDI, A.P.; ALMEIDA, V.S. Análise de trilha de componentes de produção primários e secundários em tomateiro do grupo Salada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.2, p.155-162, 2010.

SANTOS, J.; VENCOSKY, R. Correlação fenotípica e genética entre alguns caracteres agrônômicos do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Prática**, v.10, p.265-272, 1986.

SEVERINO, L.S.; SAKIYAMA, N.S.; PEREIRA, A.A.; MIRANDA, G.V.M.; ZAMBOLIM, L.; BARROS, U.V. Associações da produtividade com outras características agrônômicas de café (*Coffea arabica* L. "Catimor"). **Acta Scientiarum**, v.24, n.5, p.1467-1471, 2002.

SERRANO, L.A.L. CATTANEO, L.F. O cultivo do mamoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.3, p.657-959, 2010.

SILVA, F.F. **Abordagem clássica e molecular do melhoramento genético do mamoeiro (*Carica papaya* L.)**. 2002. 146f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Norte Fluminense, Campos de Goytacazes, 2006.

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. The comparison of dendrograms by objective methods. **Taxon**, v.11, n.2, p.33-40, 1962.

SUDRÉ, C.P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E.M.; KARASAWA, M.; AMARAL JÚNIOR, A.T. Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.22-27, 2005.

WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, v.20, n.7, p.557-585, 1921.

WRIGHT, S. The theory of path coefficients a reply to nilés's criticism. **Genetics**, v.8, n.3, p.239-255, 1923.

YASIN, A.B.; SINGH, S. Correlation and path coefficient analyses in sunflower. **Journal of Plant Breeding and Crop Science**, v.2, n.5, p.129-133, 2010.