



JOSÉ EDUARDO VASCONCELOS DE CARVALHO JÚNIOR

**DIVERSIDADE E SELEÇÃO DE HÍBRIDOS DE MANGUEIRA
NO SEMIÁRIDO DO BRASIL**

TERESINA-PIAUÍ

2019

JOSÉ EDUARDO VASCONCELOS DE CARVALHO JÚNIOR

**DIVERSIDADE E SELEÇÃO DE HÍBRIDOS DE MANGUEIRA NO SEMIÁRIDO DO
BRASIL**

Tese apresentada à Universidade Federal do Piauí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Agricultura Tropical, para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientadora

Prof.^a Dr.^a Regina Lucia Ferreira Gomes

Coorientadores

Prof.^a Dr.^a Ângela Celis de Almeida Lopes

Dr. Francisco Pinheiro Lima Neto

TERESINA – PIAUÍ

2019

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Serviço de Processamento Técnico

C331d Carvalho Júnior, José Eduardo Vasconcelos de
Diversidade e seleção de híbridos de mangueira no semiárido do Brasil.
/ José Eduardo Vasconcelos de Carvalho Júnior – 2019.
89 f. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-
Graduação em Agronomia, Teresina, 2019.

Orientação: Profª. Drª. Regina Lucia Ferreira Gomes

1. *Mangifera indica* L., 2. Híbridagens 3. Melhoramento genético 4.
Herdabilidade I. Título

CDD 634.44

JOSÉ EDUARDO VASCONCELOS DE CARVALHO JÚNIOR

**DIVERSIDADE E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MANGUEIRA NO
SEMIÁRIDO DO BRASIL**

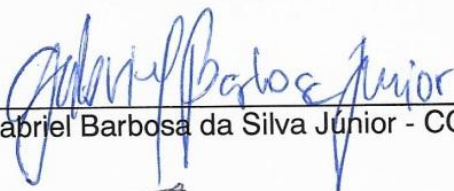
Tese apresentada à Universidade Federal do Piauí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Agricultura Tropical, para obtenção do título de Doutor em Ciências.

APROVADA em 28 de fevereiro de 2019.

Comissão Julgadora:



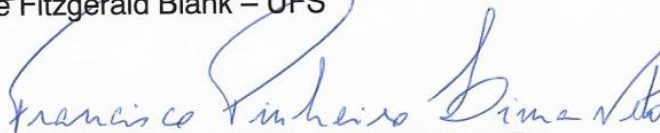
Prof. Dr. Carlos Humberto Aires Matos Filho – CCA/UFPI



Prof. Dr. Gabriel Barbosa da Silva Júnior - CCA/UFPI



Prof. Dr. Arie Fitzgerald Blank – UFS



Pesq. Dr. Francisco Pinheiro Lima Neto – Embrapa Semiárido



Prof.ª. Dra. Regina Lucia Ferreira Gomes – CCA/UFPI
(Orientadora)

TERESINA-PI

2019

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida e pela oportunidade de chegar até aqui, sempre me dando forças para conquistar meus sonhos;

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

À Universidade Federal do Piauí e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela qualidade do ensino e oportunidade de realizar o doutorado;

À Embrapa Semiárido, pela disponibilização do Laboratório Pós-colheita e material para realização do trabalho;

À Prof.^a Dr.^a Regina Lucia Ferreira Gomes, pela confiança, orientação e principalmente incentivo e paciência;

Aos pesquisadores da Embrapa Semiárido, Dr.^a Maria Auxiliadora Lima e Dr. Francisco Pinheiro Lima Neto, pelas orientações e oportunidade dada para realização deste trabalho;

Aos Prof. Dr. Carlos Humberto Aires Matos Filho, pelas orientações e ajuda com as análises estatísticas do estudo;

À Jessica Giordano Paranhos, pela ajuda nas análises realizadas no Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Embrapa Semiárido;

Aos amigos conquistados na Embrapa Semiárido, pela convivência e ajuda nos trabalhos desenvolvidos;

Aos amigos do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - PPGA-AT, pela amizade e companheirismo;

À minha família, pelo amor, apoio e incentivo sempre constante no decorrer desta jornada;

E a todos aqueles que contribuíram de forma direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL

GENERAL ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	9
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 Cultura da mangueira (<i>Mangifera indica</i>).....	11
2.1.1 Taxonomia, aspectos morfológicos e biologia reprodutiva da cultura.....	11
2.1.2 Aspectos socioeconômicos da mangueira.....	12
2.1.3 Melhoramento genético da mangueira.....	13
2.1.4 Aspectos de qualidade do fruto.....	18
2.2 Análises multivariadas.....	22
2.3 Parâmetros genéticos.....	25
2.3.1 Correlações genéticas.....	26
2.3.2 Herdabilidade.....	27
2.4 Modelos mistos.....	28
2.5 Referências.....	31
3. Capítulo I.....	40
Análise da diversidade em híbridos de mangueira no semiárido do Brasil.....	40
Resumo.....	40
Abstract.....	41
3.1. Introdução.....	42
3.2. Material e Métodos.....	43
3.3. Resultados e Discussão.....	45
3.4. Conclusões.....	58
Referências.....	59
4. Capítulo II.....	64
Avaliação e seleção de híbridos de mangueira no semiárido brasileiro.....	64
Resumo.....	64
Abstract.....	65
4.1. Introdução.....	66
4.2. Material e Métodos.....	67

4.3. Resultados e Discussão.....	70
4.4. Conclusões.....	83
Referências.....	84
Considerações finais.....	86
Apêndice.....	87

RESUMO GERAL

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma frutífera tropical de grande importância econômica, social e alimentar. Desta forma, com a pequena diversidade de mangueiras em pomares comerciais no Brasil, é necessário aumentar a base genética disponível por meio do desenvolvimento de novas cultivares superiores. Assim, objetivou-se avaliar a diversidade e estimar parâmetros genéticos em populações de híbridos de mangueira para a seleção de genótipos promissores, quanto aos caracteres de qualidade do fruto. O estudo foi conduzido em populações de híbridos de mangueira cultivados na Estação Experimental de Mandacaru, da Embrapa Semiárido, em Juazeiro-BA, nas safras 2016/2017 e 2017/2018. Detectou-se variabilidade genética para os caracteres do fruto analisados, nas populações estudadas, o que é fundamental para a prática de seleção. Os caracteres que mais contribuíram para a variabilidade dos dados foram massa do fruto, comprimento, diâmetro, massa da casca, teor de sólidos solúveis e massa da polpa, informações úteis aos melhoristas na escolha de genitores que podem ser integrados a novos processos de hibridação, com o objetivo de desenvolver variedades e originar cultivares superiores às existentes no mercado. As altas estimativas de herdabilidade individual, para caracteres de interesse econômico, indicaram possibilidade de seleção de híbridos, utilizando a metodologia REML/BLUP. Foram identificados híbridos que produzem frutos que reúnem caracteres de interesse econômico. Os híbridos CPAC 26394, Lita e Rosa 46 podem ser selecionados para caracteres relacionados ao tamanho do fruto. Os híbridos R12P09, CPAC 2293, Roxa, Omega, Alfa e Lita, foram superiores à testemunha (Tommy Atkins) para os caracteres teor de sólidos solúveis totais e relação teor de sólidos solúveis/acidez. O híbrido Roxa apresentou polpa com pouca ou nenhuma fibra, característica muito requisitada por consumidores e para processamento. Os híbridos Alfa, CPAC 5895, Ômega, R10P08, R12P09, R13P10, Rosa 2, Rosa 36 e Rosa 46 apresentaram polpa sem sintomas de colapso interno.

Palavras Chave: *Mangifera indica* L., hibridações, melhoramento genético, herdabilidade.

ABSTRACT

The mango tree (*Mangifera indica* L.) is a tropical fruit tree of great economic, social and food importance. Thus, with the small diversity of hoses in commercial orchards in Brazil, it is necessary to increase the available genetic base through the development of new superior cultivars. Thus, the objective was to evaluate the diversity and to estimate genetic parameters in populations of mango hybrids for the selection of promising genotypes, as to the quality traits of the fruit. The study was carried out in mango hybrids populations grown at the Mandacaru Experimental Station, Embrapa Semiárido, Juazeiro-BA, in the 2016/2017 and 2017/2018 crops. Genetic variability was detected for the analyzed fruit characters in the studied populations, which is fundamental for the selection practice. The characters that most contributed to the variability of the data were fruit mass, length, diameter, shell mass, soluble solids content and pulp mass, useful information for breeders in choosing parents that can be integrated with new hybridization processes, aiming to develop varieties and originate cultivars superior to those existing in the market. High estimates of individual heritability for traits of economic interest indicated the possibility of hybrid selection using the REML / BLUP methodology. Hybrids that produce fruits that have characters of economic interest were identified. The hybrids CPAC 26394, Lita and Rosa 46 can be selected for characters related to fruit size. The hybrids R12P09, CPAC 2293, Roxa, Omega, Alpha and Lita were superior to the control (Tommy Atkins) for the characters total soluble solids content and soluble solids / acidity ratio. The Roxa hybrid presented pulp with little or no fiber, a feature much demanded by consumers and for processing. The hybrids Alpha, CPAC 5895, Omega, R10P08, R12P09, R13P10, Rosa 2, Rosa 36 and Rosa 46 showed pulp without symptoms of internal collapse.

Keywords: *Mangifera indica* L., hybridization, genetic improvement, heritability.

INTRODUÇÃO GERAL

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma frutífera tropical de grande importância econômica, social e alimentar. A espécie é pertencente à família Anacardiaceae e originária da parte oriental da Índia, onde é reconhecida como “Rei dos frutos”. Seu fruto, a manga, é um dos mais apreciados, com qualidade atribuída às suas características físicas, especialmente a cor da casca, forma, tamanho do fruto e sabor. É conhecida por ser uma boa fonte de vitaminas, como a vitamina C e β -caroteno, além de possuir propriedades antioxidantes (BASSO et al., 2018; HADA; SINGH, 2018).

Com produção anual de aproximadamente 45.000 milhões de toneladas em todo o mundo, a mangueira é cultivada comercialmente em mais de 80 países. O Brasil está entre os dez maiores produtores do mundo, com produção de mais de 1 milhão de toneladas e receita de aproximadamente 205 milhões de dólares com exportações em 2017 (FAO, 2018; ASAD, 2017; ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2018).

Historicamente, a produção tem sido baseada em variedades ou cultivares originárias da Flórida na primeira metade do século XX. A mais conhecida é a Tommy Atkins, que tem participação significativa no total de manga produzida e exportada pelo Brasil (HARDNER et al., 2012; MAIA et al., 2016). Apesar de sua excelente coloração da casca, resistência ao transporte e boa resposta à indução floral, ela apresenta baixa qualidade quanto ao sabor (teor de sólidos solúveis <17,0), quando comparada a outras variedades comerciais, e à cor de polpa amarelo-esmaecida, além de problemas de suscetibilidade à malformação floral, à mosca-das-frutas e ao colapso interno de polpa (PINTO et al., 2011).

A mangicultura, no Brasil, é uma atividade em crescimento. Com isso, é importante reconhecer suas vulnerabilidades, entre as quais, estão o restrito número de variedades direcionadas ao mercado externo e os problemas relacionados às qualidades físico-químicas associadas a cada uma. Com a pequena diversidade de mangueira em pomares comerciais no Brasil, é necessário o aumento da base genética por meio da disponibilidade de novas cultivares superiores (LIMA et al., 2016a; BASSO et al., 2018).

Para Lima Neto (2009), há necessidade de se promover diversificação nos pomares formados, pois é cada vez mais importante estabelecer as devidas precauções contra as eventuais oscilações comumente observadas no mercado e as imprevisíveis alterações que podem ocorrer na preferência dos consumidores.

Os programas de melhoramento genético de plantas têm um papel fundamental no desenvolvimento de novas variedades que possam competir com as já existentes no mercado. Conseqüentemente, novas variedades somente serão aceitas se apresentarem vantagens sobre as cultivares comerciais, com caracteres que atendam às necessidades dos produtores, distribuidores e consumidores (PINTO et al., 2011).

O processo de hibridação para combinar caracteres desejáveis em uma única variedade, é um pré-requisito para estabilizar e melhorar o mercado da mangicultura (CHAKRABORTI, 2012). A Embrapa possui um programa de melhoramento genético da mangueira que tem desenvolvido diferentes cultivares e híbridos que estão sendo avaliados com base em caracteres agrônômicos e de qualidade de frutos, em diferentes regiões do Brasil, por meio do Ensaio Nacional de Cultivares. O conhecimento da variabilidade genética desses materiais genéticos é importante e pode ser um critério a mais para o lançamento de novas cultivares (BASSO et al., 2018).

Em estudos com híbridos, vários caracteres e genótipos são considerados simultaneamente, as análises multivariadas têm importância, para identificar e selecionar genótipos superiores. Espera-se que as expressões fenotípicas dos caracteres ou o desempenho dos genótipos sejam mantidos por toda a vida. Alguns parâmetros genéticos, como a herdabilidade, têm grande utilidade para fins de melhoramento em plantas perenes. Para estimação dos referidos parâmetros e predição dos valores genéticos das plantas faz-se necessário a aplicação de métodos estatísticos apropriados, como as metodologias dos modelos mistos (CRUZ et al., 2004; MAIA et al., 2016; MATOS FILHO, 2017).

As metodologias para modelos mistos surgem como um importante procedimento de seleção, envolvendo a estimação dos componentes de variância pelo método de máxima verossimilhança restrita (REML), enquanto que a predição dos valores genotípicos é estimada pelo melhor método de predição linear não viesado (BLUP), que proporciona um processo de seleção mais preciso (RESENDE, 2002; RAMOS et al., 2014).

Objetivou-se, portanto, no presente trabalho, avaliar a diversidade genética e estimar parâmetros genéticos em populações de progênies e híbridos de mangueira, visando selecionar genótipos promissores, quanto a caracteres de qualidade do fruto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da mangueira (*Mangifera indica* L.)

2.1.1 Taxonomia, aspectos morfológicos e biologia reprodutiva da cultura

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma espécie frutífera, magnoliopsida, pertencente à família Anacardiaceae. O gênero *Mangifera* é apenas um entre outros 73, com 850 espécies da família Anacardiaceae, onde, além da mangueira, é constituída de outras espécies frutíferas cultivadas, como algumas dos gêneros *Spondias*, *Anacardium*, *Pistacea*, entre outros (DONADIO; FERREIRA, 2002).

Além da *Mangifera indica*, existem outras espécies do mesmo gênero que produzem frutos comestíveis, como a *Mangifera caesia*, conhecida como 'Binjai' ou 'Kemang', a *Mangifera odorata*, que é cultivada nas Filipinas e Indonésia, e tem sido ocasionalmente utilizada como porta-enxerto, *Mangifera laurina* e *Mangifera pentandra*, apreciados como ingredientes da salada, entre outras (MUKHERJEE; LITZ, 2009).

Quando adulta, a mangueira pode atingir uma altura de 40 metros ou mais e sobreviver mais de cem anos. Seu sistema radicular é caracterizado por uma longa e vigorosa raiz principal e raízes superficiais. Suas folhas são simples e alternadas, com morfologia variada, dependendo da cultivar. As flores são dispostas em panículas terminais com a forma piramidal, e medem de 5 a 10 mm, podendo ser tanto hermafroditas como masculinas, com proporções variáveis, de acordo com a cultivar (DONADIO; FERREIRA, 2002; MUKHERJEE; LITZ, 2009).

As cultivares de mangueira apresentam fruto do tipo drupa, com características muito variáveis quanto ao tamanho, à forma, à massa, à coloração da casca e da polpa e ao sabor. As sementes variam também em termos de forma e tamanho, podendo ser monoembriônicas ou poliembriônicas, e podem levar à produção de embriões diferentes quanto à sua constituição genética. Devido à predominância da polinização cruzada na cultura, das variedades monoembriônicas quase sempre são obtidos híbridos, por outro lado, das poliembriônicas podem-se

obter embriões híbridos e nucelares (DONADIO; FERREIRA, 2002; CARVALHO et al., 2009).

A vegetação da mangueira apresenta diversos fluxos vegetativos dentro de cada ano, dependendo das condições climáticas e da cultivar. As inflorescências emergem geralmente das vegetações novas, de quatro meses ou mais, o que torna importante a produção de ramos novos para a produção de frutos a cada ano (DONADIO; FERREIRA, 2002).

2.1.2 Aspectos socioeconômicos da cultura

A manga é uma das frutas mais difundidas pelo mundo, sendo cultivada em cerca de 90 países e tem a Índia como líder em produção e consumo (SINGH et al., 2015). Várias espécies frutícolas, nativas e exóticas têm sido exploradas comercialmente no Brasil. A mangueira se destaca como uma das principais fruteiras exóticas cultivadas para fins comerciais, pois apresenta uma das frutas mais apreciadas no mundo devido a variedade de sabores, coloração atraente e aroma agradável, além de um alto valor nutricional (SILVA et al., 2012; MAIA et al., 2017).

O Brasil está entre os dez maiores produtores de manga do mundo (FAO, 2018). Em 2017, a área colhida foi de 63.900 hectares, com produção de aproximadamente 1,1 milhões de toneladas, havendo projeção de um aumento da produção em 2018, devido ao ânimo dos produtores com os resultados obtidos nas safras recentes (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2018).

Além de ser uma das mais importantes frutas em área colhida no Brasil, a manga é a segunda em volume de exportação, atingindo recordes nos embarques em 2017, tanto em volume, com cerca de 179 mil toneladas, quanto em receita, de aproximadamente US\$ 205 milhões (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2018), com tendência a um avanço nas exportações, devido à recente abertura do mercado para a África do Sul.

Os estados do Nordeste e Sudeste representam quase a totalidade da produção brasileira da fruta, apesar de ser cultivada em todo o território nacional. Os principais estados produtores são Bahia (353.689 t), Pernambuco (230.381 t), São Paulo (178.722 t), Minas Gerais (85.718 t) e Ceará (43.233 t) (IBGE, 2016).

No Nordeste, a mangueira é cultivada em todos os estados, principalmente em áreas irrigadas do semiárido, que apresentam excelentes condições para o

desenvolvimento da cultura, com elevada produtividade e qualidade de frutos. As principais áreas de produção comercial estão localizadas nos estados da Bahia e Pernambuco que, em conjunto, respondem por mais de 72% da área cultivada na Região (CORREIA et al., 2015).

A mangicultura irrigada no Semiárido brasileiro responde por 77% da produção de mangas do Brasil e por mais de 90% da exportação nacional da fruta. Com destaque no cenário nacional, não apenas pela expansão da área cultivada e do volume de produção, mas, principalmente, pelos altos rendimentos alcançados e qualidade da manga produzida (CORREIA et al., 2015).

Trata-se de uma fruta que é consumida no país inteiro, embora em quantidades diferenciadas de região para região. A maior oferta do produto é no último trimestre do ano, época que concentra as safras dos principais pólos de produção da fruta do país (BATISTA, 2013). A manga também pode ser consumida na forma de sucos, geléias e outros processados. Sucos e néctares são importantes segmentos dentro do mercado de bebidas no Brasil, crescendo em média 9% ao ano, enquanto o de refrigerantes cresce em torno de 2%, principalmente por conta da preocupação com alimentação e saúde, que tem ganhado espaço na sociedade nos últimos anos (PINTO et al., 2004; ABREU, 2013).

O cultivo da mangueira tem importância econômica e social, com geração de empregos diretos e indiretos. Entretanto, os cultivos comerciais são compostos de poucos cultivares, sendo necessário aumentar a base genética disponibilizando novos cultivares superiores (CORREIA et al., 2015; BASSO et al., 2018).

Com a conseqüente ampliação do número de concorrentes às exportações brasileiras de manga, verifica-se simultaneamente uma tendência à diversificação das variedades cultivadas e um crescente investimento nos programas de melhoramento genético da cultura que tem sido realizado por diversas instituições nacionais e internacionais com diferentes estratégias para atender à dinâmica do mercado (MAIA et al., 2017; BASSO et al., 2018).

2.1.2 Melhoramento genético da mangueira

Melhoramento genético de plantas pode ser definido como “a arte e a ciência que visam modificações genéticas nas plantas para torná-las mais úteis ao homem”, sendo uma prática realizada desde os primórdios da agricultura, quando os

agricultores selecionavam os tipos de plantas mais desejáveis, resultando nas primeiras mudanças gênicas dirigidas. Com o passar dos anos e o avanço do conhecimento em diversas áreas de estudo, o melhoramento de plantas tem se tornado mais ciência do que arte propriamente dita (BORÉM, 1998).

Uma das mais importantes contribuições do melhoramento tem sido o desenvolvimento de variedades com caracteres superiores para melhor se adaptar às disponibilidades climáticas e com relação a caracteres agrônômicos como, resistência a doenças e pragas, além de mais produtivas (ALLARD, 1971).

Espécies perenes, como as florestais e as frutíferas, apresentam várias particularidades, o que torna o processo de melhoramento bastante diferenciado das culturas anuais. Nas perenes, encontra-se sobreposição geográfica, ciclo reprodutivo longo, modo de reprodução assexuada ou sexuada e expressão dos caracteres ao longo das várias idades. Além disso, tem-se que o material selecionado será utilizado para produção por vários anos, fato que determina muito rigor e precisão (RESENDE et al., 2001).

O melhoramento da mangueira é dificultado pelo longo período juvenil, pela poliembrionia nos tipos originários do sudeste da Ásia e ausência de variabilidade no germoplasma de muitos países produtores da fruta. Um dos avanços mais significativos no desenvolvimento de cultivares da cultura ocorreu com as introduções e seleções dentro de progênies resultantes de polinização livre no sul da Flórida - Estados Unidos, de tal modo que a região passou a ser considerada como um centro secundário de diversidade genética da espécie. Assim, as cultivares desenvolvidas na região, são a base dos sistemas de cultivo direcionados para exportação em vários países (SANTOS et al., 2010).

Fatores como alto nível de heterozigose, dificuldade em fazer polinizações controladas, alto custo e tempo envolvido para avaliar um grande número de progênies interferem não só no desenvolvimento de novas cultivares, como também em estudos de herança genética de muitos caracteres da espécie (LITZ; GÓMEZ-LIM, 2005). Entretanto, a possibilidade de propagar vegetativamente genótipos resultantes de polinização livre com caracteres superiores é uma vantagem que tem sido explorada no desenvolvimento de novas cultivares (IYER; DEGANI, 1997). Polinizações controladas também têm sido empregadas para o desenvolvimento de novas cultivares de mangueira (PINTO et al., 2002).

O melhoramento genético da mangueira é conduzido de forma estratégica para aumentar a base genética e disponibilizar um maior número de cultivares que reúnam caracteres físicos, químicos e agrônômicos superiores aos já existentes e bem difundidos no mercado (PINTO et al., 2004).

Em espécies de propagação assexuada, pode-se dispor de vários métodos, procedimentos e estratégias, para o melhoramento, que podem ser usados isoladamente ou em conjunto, como a introdução de plantas, seleção clonal e hibridação. Além disso, pode ser utilizada indução de mutação ou de poliploidia e cultura de tecidos (CRISÓSTOMO et al., 1999; PINTO et al., 2005).

A hibridação intervarietal tem sido um método na obtenção de novas variedades de mangueira, como a 'Mallika', a 'Amrapali' e muitos cultivares utilizados na Índia (IYER; DEGANI, 1997; PINTO et al., 2011), 'Calypso' e 'Honey Gold', na Austrália (BALLY, 2011), 'Tommy Atkins', 'Edward', 'Zill', entre outras da Flórida – Estados Unidos (CAMPBELL, 1992), além de variedades brasileiras como a 'Roxa', a 'Lita', a 'Beta' e a 'Ômega' (PINTO et al., 2011).

Em muitos países produtores, a mangicultura é baseada em cultivares tradicionais de manga que foram cultivadas por centenas de anos. Muitas vezes, essas cultivares não estão aptas aos desafios do comércio internacional moderno, da cadeia de suprimentos e das exigências dos consumidores. Como resultado, a maior parte do comércio internacional está restrito a algumas cultivares, muitas vezes aquelas desenvolvidas na Flórida – Estados Unidos, como "Tommy Atkins", "Kent", "Keitt", entre outras. Embora amplamente adaptadas, as referidas cultivares possuem limitações que foram reconhecidas por muitas nações produtoras e exportadoras. Assim, vários programas de melhoramento foram constituídos para desenvolver novas cultivares com caracteres superiores (BALLY, 2011).

Os objetivos dos programas de melhoramento da mangueira variam de acordo com as condições ambientais locais e dos mercados alvos (ASAD, 2017). Cultivares desenvolvidas em diversas instituições precisam abranger aos caracteres requeridos por alguns ou todos os três principais segmentos da cadeia produtiva: produtores, distribuidores e consumidores, como, por exemplo, maior produtividade e estabilidade de produção, de fácil manejo nos tratos culturais, adaptação às condições climáticas adversas, resistência ao transporte e ao manuseio, e melhor qualidade quanto aos frutos (PINTO et al., 2005; PINTO et al., 2011).

Novas variedades de manga somente serão bem aceitas se apresentarem, para os principais segmentos da cadeia produtiva, duas ou mais vantagens em relação às mais comercializadas no mercado e com a possibilidade do uso de dupla finalidade, ou seja, aproveitamento no consumo direto e para o processamento (PINTO et al., 2011).

Os principais programas de melhoramento da manga são desenvolvidos na Índia, Austrália, Brasil e Israel, e embora cada programa tenha metas de melhoramento específicas para seus segmentos da cadeia produtiva, eles compartilham muitas metas de produtividade e qualidade (KUHN et al., 2017). No Brasil, há alguns programas de melhoramento visando desenvolver novas cultivares de manga como o Embrapa Cerrados, a Embrapa Semi-árido a Embrapa Meio-Norte e a Agência Paulista de Tecnologia e Agronegócio (APTA), entre outros (PINTO et al., 2005).

Diversas variedades foram desenvolvidas em programas de melhoramento genético em vários países e no Brasil, visando à substituição gradativa da ‘Tommy Atkins’ e/ou a diversificação qualitativa da fruta no mercado. Como exemplo, tem-se a variedade “Alfa” desenvolvida pela Embrapa, que apresenta características de qualidade do fruto (coloração rósea e polpa doce) e resistência à antracnose (PINTO et al., 2011).

A estratégia adotada em programas de melhoramento que já é praticada em instituições de pesquisa brasileiras consiste basicamente na organização e no planejamento de cruzamentos, proporcionando a obtenção de híbridos que, após um criterioso e rigoroso processo de avaliação baseado em análise simultânea dos caracteres considerados expressivos para produtores, distribuidores e consumidores, precisam ser, nas etapas preliminares, cuidadosamente comparados e hierarquizados. Posteriormente, esgotando-se todas as avaliações necessárias, os híbridos que tiverem se destacado nas etapas do processo são assim selecionados e recomendados como variedades aos agricultores (LIMA NETO, 2009).

O melhoramento da manga no Brasil foi direcionado, além da seleção quanto à produção e caracteres de qualidade do fruto, para a tolerância a pragas e doenças, desordens fisiológicas e rendimento industrial para o processamento (DONADIO; FERREIRA, 2002). Alguns estudos vêm sendo realizados nas áreas citadas (MORAES et al., 2002; JHA et al., 2010; HARDNER et al., 2012; ARRIEL et al., 2016).

A Embrapa mantém um programa de melhoramento genético da mangueira, desenvolvendo diferentes cultivares e seleções híbridas que estão sendo avaliados com base em caracteres agronômicos em diferentes regiões do Brasil, por meio do Ensaio Nacional de Cultivares (BASSO et al., 2018).

Ao avaliar o desempenho de sete seleções híbridas de mangueira, na região central do Brasil, quanto a caracteres agronômicos e de qualidade de frutos, Pinto et al, (2009) apresentaram materiais com potencial para ser lançados como novas variedades para competir com a 'Tommy Atkins' no mercado interno.

A maioria dos atuais cultivares utilizados comercialmente foi obtida por hibridações naturais, já que, até então, os métodos de hibridações controladas, que tiveram maior sucesso na Índia, em razão do maior número de híbridos produzidos, foram pouco eficientes quanto à taxa de híbridos obtidos, apesar de existirem algumas vantagens em relação às hibridações naturais (DONADIO; FERREIRA, 2002; ASAD, 2017). A utilização de genótipos superiores obtidos por meio da hibridação consiste em uma estratégia importante para o melhoramento da mangueira, podendo ser útil para explorar a variabilidade genética da cultura (CAVALCANTI et al., 2000).

Na hibridação natural, a seleção de plantas é feita em pomares onde a polinização é livre, não controlada, sem o conhecimento da origem do pólen, ou seja, os frutos podem ser originados de autofecundação ou do cruzamento com pólen de outra planta. As sementes dos frutos originados de polinização aberta são semeadas e, posteriormente, as progênies obtidas são avaliadas para que haja a seleção de novas cultivares (IYER; SCHNELL, 2009; LINS, 2017).

Analisando componentes de qualidade dos frutos de híbridos de mangueira 'Tommy Atkins' e resultantes de polinização livre, Lima et al. (2016), concluíram que foi possível identificar genótipos com potencial para uso em etapas posteriores de seleção do programa de melhoramento genético da mangueira.

Em estudos realizados por Lima Neto et al. (2016), foram avaliadas progênies de polinização livre das variedades Haden e Surpresa, em uma safra, no Semiárido Brasileiro. Os autores observaram a possibilidade de aproveitamento da variabilidade entre as progênies de meios irmãos de variedades de mangueira.

O programa de melhoramento genético implantado e desenvolvido no Semi-Árido Brasileiro estabelece como prioridade o aperfeiçoamento e o aprimoramento da variedade Tommy Atkins em virtude da grande concentração verificada em

pomares estabelecidos no Vale do São Francisco. O projeto abrange basicamente o acréscimo das qualidades que proporcionariam à variedade 'Tommy Atkins' uma significativa ampliação da comercialização desejada, como a introdução de tolerância a doenças, a incorporação de resistência a distúrbios fisiológicos e o incremento no teor de sólidos solúveis (LIMA NETO, 2009).

Nos últimos anos, as avaliações de híbridos obtidos no semiárido têm permitido a identificação de materiais promissores com caracteres de interesse econômico ou que podem ser utilizados em etapas posteriores no processo de melhoramento da mangueira (LIMA NETO et al., 2008 ; LIMA NETO et al., 2012; LIMA NETO et al., 2014; LIMA et al., 2016). Os resultados encontrados permitem aguardar a possibilidade de geração de novas variedades com qualidade superior às já conhecidas no mercado, para serem difundidas entre os mangicultores nacionais (LIMA NETO, 2009).

2.1.3 Aspectos de qualidade do fruto

O atual mercado da manga exige uma produção eficiente e sustentável de frutas de qualidade (HARDNER et al., 2012). Uma das principais conseqüências do processo de globalização tem sido a elevação do nível de exigência dos consumidores quanto à qualidade dos produtos alimentícios, que é de suma importância por determinar a aceitação do produto e ter influência direta no preço obtido em sua comercialização (PRADO, 2004; ASSUNÇÃO et al., 2015).

A manga é uma das frutas tropicais que mais contribui com as exportações brasileiras de frutas frescas, o que indica que a fruta tem conquistado o mercado internacional (PRADO, 2004). Frutos de manga são fontes de fibras e vitaminas, como vitamina C e provitamina A (beta-caroteno), além de uma excelência em qualidade quanto ao sabor e aroma (MAIA et al., 2016).

Uma melhor qualidade dos frutos da mangueira depende, além do fator genético, do ponto ideal de colheita e de aspectos ligados ao estado nutricional das plantas. Consideram-se os aspectos físicos e tecnológicos das frutas como cor da casca, teor de sólido solúveis, acidez, entre outros, e, ainda, suprimem-se eventuais desordens fisiológicas, favorecendo o aumento da vida de prateleira com ganhos durante o processo de distribuição e comercialização do produto (PRADO, 2004).

Segundo Aguiar (2006), a qualidade de frutos é uma característica que está associada ao grau de aceitabilidade do consumidor, podendo ser definida como sendo um conjunto de inúmeros caracteres que diferenciam componentes individuais de um mesmo produto.

O estudo das caracteres físicos e químicos de frutos da mangueira pode ajudar na avaliação da qualidade e identificar as melhores variedades para consumo e industrialização (HADA; SINGH, 2018). Dentre os principais caracteres estão aparência externa, o sabor, o odor, o teor de fibras, a firmeza, o valor nutritivo, teor de sólidos solúveis, acidez total, relação teor de sólidos solúveis com acidez titulável, a massa e a forma dos frutos (SILVA et al., 2009; COSTA et al., 2017).

As discrepâncias em relação aos caracteres físicos e químicos de frutos produzidos no Brasil podem ser explicadas pelas diferenças entre as variedades estudadas, metodologias de análise utilizadas, estágio de maturação do fruto quando colhido e diferenças entre as regiões onde foram cultivadas (BENEVIDES et al., 2008).

Na caracterização de híbridos das variedades de mangueira 'Haden' e 'Surpresa' quanto a atributos físicos (massa, firmeza e teor de fibras do fruto) e químicos (teor de sólidos solúveis e acidez) de qualidade de fruto, Prado et al. (2015) identificaram indivíduos com frutos de alto potencial de qualidade que podem ser selecionados em etapas posteriores do programa de melhoramento genético da Embrapa Semiárido.

O consumidor brasileiro tem sua preferência pouco regulada pelo tamanho do fruto, porém tem uma maior exigência quanto ao sabor (BOTREL, 1994). Entretanto, exigências existem quanto à massa do fruto para o mercado importador estadunidense e para o europeu, sendo entre 250 e 600 g, para o mercado dos Estados Unidos, e entre 300 a 450 g, para o mercado europeu (CORREIA; ARAÚJO, 2010; GALLI et al., 2011).

Com o objetivo de aumentar a produtividade e elevar a qualidade de frutos de manga, Chakraborti (2012), analisando as características morfo-qualitativas de híbridos de mangueira na Índia, observou massa de frutos significativamente mais elevada em 'Mallika' (362,7 g) do que em todos os outros híbridos estudados.

O rendimento de polpa é um parâmetro desejável para a seleção de cultivares que visam o consumo direto e para a indústria, simultaneamente. Considera-se que valores maiores que 60% para a característica são os mais aceitáveis no

aproveitamento de derivados industriais, como polpa para sucos, néctares e outros tipos de processados (GALLI et al., 2011; MAIA et al., 2017).

Em estudos realizados por Maia et al. (2014), para a realização de seleção precoce em genótipos que compõem a população do programa de melhoramento da variedade Rosa da Embrapa Meio-Norte, com base nos caracteres agroindustriais, foram encontrados, para percentagem de polpa, genótipos superiores à média geral (73,8%), sendo, portanto, potenciais genótipos para a seleção.

Um dos aspectos mais significativos da qualidade da manga é a firmeza, característica que define o tempo útil de prateleira (*shelf-life*) dos frutos, afeta a sua resistência ao transporte e ataque de microorganismos (JERÔNIMO et al., 2007; MAIA et al., 2014). Ristow et al. (2012), avaliaram vinte acessos de mangueira pertencentes ao Banco Ativo de germoplasma da Embrapa Semiárido, quanto às características físicas de frutos. Para a variável firmeza da polpa, alguns acessos apresentaram valores superiores a 10 N, indicando que são comparativamente menos suscetíveis a danos decorrentes do manuseio, do transporte a longas distâncias e durante a comercialização.

A presença de fibras na polpa é um fator importante para a aceitação da manga por grupos específicos de consumidores. Para Pinto et al. (2011), dentre os caracteres do fruto selecionados para a obtenção de um genótipo superior, está a fibrosidade da polpa, que, segundo os autores, deve apresentar-se sem ou com pouca fibra.

Ao avaliar híbridos gerados a partir do cruzamento entre as variedades monoembriônicas Van Dyke e Haden com Tommy Atkins, quanto a qualidade comercial dos frutos, Rosatti et al. (2013) observaram que o híbrido 'VT 34' destacou-se quanto à firmeza da polpa e ausência de fibra.

A coloração dos frutos é um atributo de qualidade muito importante, reconhecido como fator de atração ao consumidor, não só por contribuir para uma boa aparência, mas também, por influenciar na preferência do mesmo (BATISTA et al., 2015; MOTTA et al., 2015). Uma das maneiras de se medir a coloração da superfície de frutos é através da utilização de instrumentos de medição portátil chamados de colorímetros que identificam com precisão as características de cor, com um conjunto de descritores que resultam na cor propriamente dita, por meio, por exemplo, da luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulos de cor (h°) (KONICA MINOLTA, 2018).

Na caracterização de acessos da variedade Ubá, Struiving (2015) verificou que a coloração da casca, medida pelos parâmetros cor verdadeira (h) e cromaticidade (C), indicam que os frutos maduros apresentam casca variando entre laranja, amarela e verde, com baixa saturação ou intensidade, uma vez que os valores de cor verdadeira (h) variaram de 72,0 a 107,6 e os de cromaticidade ou intensidade de cor de 18,5 a 36,1.

Ao fazer a caracterização físico-química dos frutos de progênies de mangueira, originadas de polinização livre, Lins (2017) observou que muitos híbridos se destacaram com relação à cor da casca, apresentando coloração vermelha intensa, característica de grande importância para o mercado consumidor de frutas frescas.

O conhecimento da composição química de frutos de mangueira é um importante fator para a seleção de cultivares para consumo direto e visando ao processamento (CARVALHO et al., 2004). O teor de sólidos solúveis dos frutos está relacionado à presença de compostos solúveis em água, como açúcares, vitaminas, ácidos, aminoácidos e pectinas, característica que varia de acordo com o grau de maturação do fruto e aumenta durante o amadurecimento do mesmo (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Tanto a acidez dos frutos como o teor de sólidos solúveis totais podem influenciar na aceitação das cultivares. Frutos menos ácidos são apreciados para o consumo de frutos de mesa (BOTREL, 1994; MAIA et al., 2017).

Caracterizando componentes da qualidade comercial dos frutos de híbridos de mangueira 'Tommy Atkins' resultantes de polinização livre, Lima et al. (2016b) constataram que a acidez titulável da maioria dos híbridos avaliados variou entre 0,16 e 0,94% de ácido cítrico/grama de suco, correspondendo a valores de média a alta magnitude, quando frutos com alta acidez podem comprometer a aceitação pelo consumidor.

Outro fator importante é a relação acidez/teor de sólidos solúveis, a partir da qual é possível ter um indicativo do sabor do fruto. A relação indica a predominância do sabor, doce ou azedo ou um equilíbrio dos dois, sendo um importante parâmetro para a seleção dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005; BENEVIDES et al., 2008, BATISTA et al., 2015). Ao analisarem as características físico-químicas de frutos de cultivares comerciais de mangueira, produzidos no Vale do São Francisco, Batista et

al. (2015) encontraram, em mangueira, os maiores valores da relação para as variedades Palmer (98,54) e Van Dyke (71,26).

As desordens fisiológicas são um dos principais fatores que afetam a qualidade dos frutos da mangueira, sendo que seu desenvolvimento é resultante do desequilíbrio metabólico na fruta, decorrente de condições adversas em pré e pós-colheita, como estado nutricional da planta, tipo e manejo do solo, condições climáticas, entre outras, havendo também variação entre cultivares quanto à suscetibilidade à desordem (CHITARRA; CHITARRA, 2005)

Quaisquer danos produzidos nos tecidos do fruto, que não tiverem sido causados por patógenos ou danos mecânicos, referem-se a desordens fisiológicas. Mangas com menor incidência das referidas injúrias podem resultar em frutos de qualidade superior (PRADO, 2004). O colapso interno em mangas é uma das desordens de maior importância, apresentando vários sintomas como presença de cavidades de ar próximo ao endocarpo, sabor e odor característicos, polpa com textura macia, esponjosa ou coriácea, dependendo da severidade do dano, sintomas que geralmente não são aparentes externamente ao fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Pinto et al. (2009) estudando caracteres de produção e de qualidade do fruto de duas cultivares comerciais, Tommy Atkins e Heidi, confrontando com sete seleções híbridas desenvolvidas pela Embrapa Cerrados, constataram que das seleções híbridas avaliadas, CPAC 22/93 e CPAC 58/95 apresentaram polpa livre de colapso interno.

2.2 Análises multivariadas

Em estudos de aspectos naturais ou científicos que muitas vezes são de grande complexidade ou há a necessidade de se trabalhar com inúmeras variáveis e as relações entre elas existentes, torna-se viável o uso de modelos estatísticos matemáticos capazes de estudar o efeito de muitas variáveis ao mesmo tempo, podendo-se, assim, empregar as análises estatísticas multivariadas. A técnica torna possível analisar um conjunto de características correlacionadas, ou seja, refere-se aos métodos estatísticos que analisam simultaneamente múltiplas medidas em cada indivíduo ou objeto sob investigação (FERREIRA, 2013; PREISIGKE et al., 2013; HONGYU et al., 2016).

Em geral, as análises consistem em redução de dimensão (seleção de atributos, escalonamento, visualização de dados), geração de agrupamentos homogêneos (clusters), buscando maximizar a similaridade dentro do grupo e a dissimilaridade entre os grupos, e modelos de classificação de dados. Tais técnicas têm a capacidade de estudar características como um conjunto sinérgico, oferecendo um método adequado a ser aplicado em estudos de populações (KHATTREE; DAYANAND, 2000; MARTEL et al., 2003; MEULLENET et al., 2007).

As análises são baseadas em algoritmos, ou medidas de distância, que consideram simultaneamente inúmeros caracteres observados nos experimentos de caracterização e avaliação de germoplasma. Entre as técnicas estatísticas multivariadas que se relacionam mais diretamente com as aplicações em genética e melhoramento, destacam-se a análise de agrupamento e de componentes principais (RESENDE, 2007; ROCHA et al., 2010).

Técnicas de análises multivariadas têm sido utilizadas constantemente em estudos com espécies perenes, como a mangueira (SILVA et al., 2012; MAIA et al., 2016; BASSO et al., 2018) e cajueiro (SANTOS; SANTOS JUNIOR, 2015; MATOS FILHO, 2017).

Os métodos de agrupamento e/ou dispersão gráfica facilitam a visualização e interpretação das distâncias genéticas, permitindo separar um grupo original de observações em subgrupos, de forma a obter homogeneidade dentro dos grupos e heterogeneidade entre os subgrupos (SILVA et al., 2014; MACIEL et al., 2018).

O estabelecimento dos grupos de objetos ou indivíduos permite verificar os parâmetros que evidenciam as características homogêneas dentro de um grupo e também as principais diferenças entre os grupos estabelecidos (MIGUEL et al., 2011). Assim, em processos de hibridação a avaliação da diversidade genética, a metodologia auxilia na seleção de genótipos e na distinção entre eles, permitindo identificar potenciais pais em programas de melhoramento, bem como o lançamento de híbridos com bons traços agrônômicos, superiores aos difundidos no mercado (MACIEL et al., 2018).

Na avaliação de acessos da variedade Ubá na região leste de Minas Gerais, por meio da caracterização biométrica e físico-química dos frutos, Rufini et al. (2011) utilizaram análise de agrupamento e obtiveram a formação de dois grupos de acessos, demonstrando a existência de variabilidade genética.

A análise de agrupamento pode ser complementada com a análise de componentes principais - ACP (MARTEL et al., 2003). Trata-se de uma técnica matemática que possibilita investigações com um grande número de dados disponíveis (VICINI, 2005). A análise permite transformar um conjunto de variáveis iniciais, correlacionadas entre si, num outro conjunto de variáveis não correlacionadas, que resulta em combinações lineares ortogonais, sendo utilizada com o objetivo de reduzir o espaço paramétrico. Tais combinações lineares explicam o máximo da variância contida nas variáveis originais (RODRIGUES et al., 2010; MIGUEL et al., 2011).

O conjunto de variáveis transformadas é denominado de componentes principais. Cada componente principal é uma combinação linear de todas as variáveis originais, independentes entre si e estimado com o propósito de reter, em ordem de estimação, o máximo de informação, em termos da variação total contida nos dados (HONGYU et al., 2016).

Silva et al. (2012), explorando a diversidade genética entre cultivares de mangueira com base em caracteres químicos do fruto, utilizando a análise de componentes principais, observaram que a variação existente entre as cultivares é explicada em 83,5%, por três componentes principais. Os componentes 1, 2 e 3 explicam 45,73%, 20,88% e 16,89% da variação dos dados, tendo como variáveis de maior peso a acidez titulável e os teores de açúcar e de amido, respectivamente.

Estudando uma população de melhoramento da variedade Rosa, utilizando método multivariado, Maia et al. (2016) observaram que a análise de componentes principais da matriz de correlação permitiu reduzir a dimensionalidade das variáveis interrelacionadas. O primeiro (56%) e o segundo (20%) componentes principais explicaram a variabilidade total.

A técnica pode ser utilizada para geração de índices e agrupamento de indivíduos, os quais são agrupados segundo suas variâncias, ou seja, segundo seu comportamento dentro da população, representado pela variação do conjunto de características que define o indivíduo, logo, a técnica agrupa os indivíduos de uma população segundo a variação de suas características (HONGYU et al., 2016).

A ACP nem sempre funciona de forma prevista, considerando-se que um grande número de variáveis originais é reduzido a um pequeno número de variáveis transformadas. Logo, se as variáveis originais forem não correlacionadas, a análise não chega a nada. Assim, a retenção da variação em poucos componentes

principais só é possível quando as variáveis originais têm correlações fortes, sejam elas positivas ou negativas (MANLY, 2008).

A ACP tem ampla aplicabilidade e utilidade em programas de melhoramento. Entretanto, as análises não fornecem uma avaliação global dos padrões de dados e não permitem que as interações de genótipos e variáveis sejam inferidas (MAIA et al., 2016).

É fato que muitos pacotes estatísticos e programas computacionais estão disponíveis para os cálculos multivariados, e, tão importantes quanto os programas para os cálculos mencionados, são os programas de representação gráfica para facilitar o entendimento dos resultados das análises multivariadas (KLEFENS, 2009). Análise gráfica biplot permite identificar quais genótipos ou objetos são os de melhor desempenho para os caracteres analisados (SILVA FILHO; BENITEZ, 2009).

Em estudos realizados por Maia et al. (2016), foi possível selecionar genótipos com caracteres agrotecnológicos importantes para o melhoramento da mangueira, evidenciando que a análise biplot é uma ferramenta valiosa para tomar decisões e visualizar interações entre variáveis e genótipos, facilitando assim o processo de seleção de genótipos da cultura.

2.3 Parâmetros genéticos

Conhecer a natureza e intensidade das variações de origem genética e ambiental é indispensável para que as ações de melhoramento sejam conduzidas de forma eficiente. O conhecimento básico sobre a herança dos caracteres, a variabilidade genética disponível para o melhoramento e as estimativas dos parâmetros genéticos são pré-requisitos para a melhoria de determinados caracteres de interesse econômico (DIAS et al., 2011).

As estimativas de parâmetros genéticos são de fundamental importância em programas de melhoramento de qualquer cultura, pois permitem identificar a natureza da ação dos genes envolvidos no controle dos caracteres quantitativos e assim avaliar a eficiência das diferentes estratégias de melhoramento pela obtenção de ganhos genéticos preditos e manutenção de uma base genética adequada. Dentre os parâmetros genéticos de maior importância, destacam-se, as correlações e as herdabilidades (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

2.3.1 Correlações genéticas

No processo de melhoramento da mangueira, em que vários caracteres são considerados, as correlações entre os caracteres analisados são aferidos e ganhos genéticos podem ser obtidos para atributos altamente correlacionados, por meio da seleção indireta, com base em um dos caracteres, aumentando a eficiência do processo de seleção. As correlações existentes entre caracteres envolvendo genótipos podem ser fenotípicas, genotípicas ou ambientais (SILVA, 2013; LINS, 2017).

A correlação que pode ser diretamente mensurada entre dois caracteres, em determinado número de indivíduos que representa a população, é denominada correlação fenotípica, sendo, portanto, necessária a distinção de duas causas na referida correlação: genética e ambiental (RAMOS; ARAGÃO, 2010). A correlação genética é responsável pela parcela herdável dos genitores para a progênie e, assim, se dois caracteres apresentam correlação genética significativa, é possível obter ganhos para um deles por meio da seleção indireta (SILVA, 2013).

Como a maioria dos programas de melhoramento leva em consideração muitos caracteres de forma simultânea, estimativas de associações genéticas são indispensáveis, possibilitando-se assim avaliar a resposta da seleção e obter ganhos indiretos em outros caracteres (OLIVEIRA et al., 2010; MAIA et al., 2014).

Em estudo sobre as correlações genéticas entre caracteres físicos e químicos de acessos de maracujazeiro, Sousa et al. (2012) verificaram que o diâmetro equatorial do fruto apresentou boa correlação com o comprimento do fruto e o peso do fruto, logo, as correlações encontradas são importantes, pois indicam que a seleção de plantas com frutos pesados poderá ser feita a partir da medição do tamanho e do diâmetro equatorial dos frutos, ainda no campo, sem a necessidade de pesá-los.

Estudando correlação entre caracteres físicos e químicos do fruto numa população de melhoramento de mangueira, Maia et al. (2016) observaram que porcentagem de polpa e as massas de polpa, casca e semente podem ser selecionadas indiretamente por meio do diâmetro menor do fruto, parâmetro que permite uma mensuração mais fácil ainda no campo experimental.

Portanto, os caracteres de natureza genética complexa e bastante influenciados pelos efeitos de ambiente, podem ser selecionados indiretamente a

partir de caracteres tomados com medidas mais fáceis e menos passíveis de erros de mensuração (MAIA et al., 2014).

Analisando as relações entre caracteres físicos e químicos dos frutos da variedade Ubá, Silva et al. (2018) observaram que a consistência da polpa teve correlação significativa e negativa com o teor de sólidos solúveis, e com a cor verdadeira (h) da polpa, -0,86 para ambos, indicando que quanto maior o teor de sólidos solúveis e quanto mais amarela, menor a consistência da polpa.

Alguns autores reconhecem a complexidade de determinados caracteres da mangueira. Portanto, métodos mais eficientes de análise e classificação de genótipos podem ser necessários. Estimativas de herdabilidade podem ser utilizadas para acrescentar informações valiosas aos programas de melhoramento da mangueira no estabelecimento eficiente de esquemas de cruzamentos e no processo seletivo (BROWN et al., 2009; MAIA et al., 2014).

2.3.2 Herdabilidade

Estimativas de herdabilidade e de componentes de variância podem orientar o melhorista durante as principais fases de um programa de melhoramento, contribuindo bastante no seu trabalho, tendo alta frequência na participação em fórmulas relacionadas à predição de ganho dos métodos de melhoramento (RAMALHO et al., 1993; BORÉM, 1998).

A herdabilidade não é apenas uma propriedade do caráter analisado, podendo ser influenciada pela população e condições ambientais nas quais foram submetidos os indivíduos da população, condições experimentais relacionadas ao número de repetições, ao número de plantas por parcela, além de práticas culturais uniformes. A herdabilidade pode ser definida como a expressão da confiança do valor fenotípico como um guia do valor genético (FALCONER, 1987; RAMALHO et al., 1993; FERREIRA et al., 2016).

O parâmetro permite antever a possibilidade do sucesso com a seleção, uma vez que reflete a proporção da variação fenotípica que pode ser herdada (RAMALHO et al., 2008). A herdabilidade no sentido restrito é mais útil que a herdabilidade no sentido amplo, pois quantifica a proporção aditiva da variância genética que pode ser transmitida para a próxima geração. A herdabilidade no

sentido amplo é importante na propagação vegetativa de plantas, onde o genótipo é herdado integralmente aos seus descendentes (BORÉM, 1998).

Ao estimar o ganho de seleção de plantas individuais de maracujazeiro azedo quanto à qualidade de frutos. Assunção et al. (2015) encontraram altos valores para herdabilidade individual no sentido restrito para as características massa do fruto e comprimento do fruto, comprovadas pelos valores das acurácias.

Em trabalho para analisar descritores quantitativos, estimando parâmetros genéticos em genótipos de mamoeiro, Dias et al. (2011) obtiveram altos valores de herdabilidade, indicando a possibilidade de ganhos expressivos no processo de seleção quanto à maioria dos descritores analisados.

Em programas de melhoramento genético existe a necessidade da utilização de metodologias específicas que descrevam fielmente a herdabilidade dos caracteres a serem selecionados, resultando em plantas sucessoras produtivas e que obtenham qualidade padrão de frutos. Portanto, uma alternativa para seleção de plantas perenes, é a utilização de valores genéticos preditos, como, por exemplo, a metodologia REML/BLUP (máxima verossimilhança restrita/melhor predição linear não viciada) (ASSUNÇÃO et al., 2015).

2.4 Modelos Mistos

O sucesso em programas de melhoramento genético está associado à capacidade de acerto na seleção dos melhores genótipos que serão, portanto, os genitores nas próximas gerações ou selecionados como novas variedades. Em estudos realizados com espécies perenes, como a mangueira, a dependência entre eficiência de escolha dos melhores indivíduos e o êxito torna-se ainda mais clara, pois tais espécies apresentam ciclos longos e expressões de diferentes caracteres por possíveis alterações dos genes controladores ao longo das várias idades. Assim, a utilização de métodos que permitam a predição do valor genético de um indivíduo por intermédio de seus caracteres fenotípicos torna-se uma alternativa promissora (CRUZ; CARNEIRO, 2003; FERREIRA et al., 2016).

O modelo misto de seleção foi desenvolvido por Henderson, em 1973, no qual os candidatos à seleção são considerados variáveis aleatórias não observáveis pertencentes a mais de uma população, de forma que o mérito de cada candidato é

considerado a soma da média da população e o valor predito da variável aleatória, dependendo também dos efeitos fixos desconhecidos (RESENDE, 2007).

O uso dos modelos mistos tem despertado cada vez mais o interesse no melhoramento e seleção em culturas perenes. O método possui várias características vantajosas, pois permite a avaliação de elevado número de genótipos, pode ser aplicado a dados desbalanceados, considera as diversas medições no mesmo indivíduo ao longo do tempo, além de maximizar a acurácia da predição dos valores genéticos (ASSUNÇÃO, 2014).

Esta metodologia tem sido usada em estudos para o melhoramento de diversas fruteiras semiperenes e perenes como, em maracujazeiro (ASSUNÇÃO et al., 2015; FERREIRA et al., 2016), em mamoeiro (VIVAS et al., 2014; RAMOS et al., 2014), em guaranazeiro (ATROCH et al., 2011), em cajueiro (MAIA et al., 2009; MATOS FILHO, 2017), em cupuaçuzeiro (MAIA et al., 2011) e em mangueira (HARDNER et al., 2012; MAIA et al., 2014).

O método da máxima verossimilhança restrita e da melhor predição linear não viciada (REML/BLUP) tem merecido atenção especial por parte dos pesquisadores, pois pode fornecer parâmetros adicionais importantes na identificação de materiais genéticos superiores. O modelo apresenta tanto fatores de efeitos fixos como aleatórios, além do erro experimental e da constante μ , possibilitando modelar, simultaneamente, os efeitos fixos e aleatórios, sendo possível, assim, obter estimativas para os efeitos fixos e predições para os efeitos aleatórios (RESENDE, 2004; MAIA et al., 2011; FERREIRA et al., 2016).

O procedimento BLUP maximiza a acurácia seletiva e pode chegar a ser superior a qualquer outro método (FARIAS NETO et al., 2009). O BLUP tem sido utilizado no melhoramento de fruteiras, como na seleção de progênies de mangueira. Maia et al. (2014), visando a seleção precoce em uma população base do programa de melhoramento da variedade Rosa, observaram que a massa da polpa e a massa do fruto apresentaram ganhos genéticos para diversos genótipos, sendo considerados candidatos à seleção.

Na estimação de componentes de variância com dados desbalanceados, o método REML é considerado um procedimento ideal, se tornando padrão em programas de melhoramento genético. Além do mais, apresenta algumas vantagens, tais como: não exigir balanceamento dos dados, permitir lidar com estruturas complexas de dados, permitir utilizar simultaneamente um grande número de

informações, gerando estimativas e predições mais precisas, permitir a estimação dos efeitos de dominância, além dos aditivos, permitir comparar indivíduos através do tempo e do espaço, simultaneamente corrigindo os dados para os efeitos ambientais, estimar os componentes de variância e predizer valores genéticos (RESENDE, 2007).

As técnicas descritas de avaliação genética propiciam uma seleção mais acurada. Na maioria das vezes, a estimação dos componentes de variância e a predição de valores genéticos são feitas de forma simultânea pelo procedimento REML/BLUP (RESENDE; DIAS, 2000; RESENDE, 2007).

Referências

- ABREU, G. M. Posicionamento de marca do mercado de sucos e néctares: Uma análise do caso “do bem”. **Revista Augustus**, v. 18, n. 35, p. 75-90, 2013.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018. 88 p.
- AGUIAR, L. P. **Qualidade e potencial de bacuris oriundos da região Meio-Norte**. 2006. 124f. Dissertação (Mestrado em tecnologia de alimentos)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2006.
- ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo, SP. Edgard Blücher, 1971. 381 p.
- ARRIEL, D. A. A.; GUIMARÃES, L. M. DA S.; RESENDE, M. D. V. DE; LIMA NETO, F. P.; SILVA, D. F. S. H. S.; SIQUEIRA, D. L. DE; ALFENAS, A. C.. Genetic control of resistance on *Mangifera indica* to *Ceratocystis* wilt. **Scientia Horticulturae** , v. 211, p. 312-318, 2016.
- ASAD, H. U. **Improving mango breeding efficiency through improved pollen storage, fruit retention and understanding of the heritability of quantitative tree architectural traits**. 2017. 206 f. Tese de doutorado em agricultura tropical - James Cook University, Australia. 2017.
- ASSUNÇÃO, M. P. **Estimativas de parâmetros genéticos e estratégias de seleção no maracujazeiro azedo**. 2014. 54 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra-MT, 2014.
- ASSUNCAO, M. P.; KRAUSE, W. ; DALLACORT, R.; SANTOS, P. R. J.; NEVES, L. G. Seleção individual de plantas de maracujazeiro azedo quanto à qualidade de frutos via REML/BLUP. **Revista Caatinga** (UFERSA. Impresso), v. 28, p. 57-63, 2015.
- ATROCH, A. L.; NASCIMENTO FILHO, F. J. ; RESENDE, M. D. V. de ; LOPES, R. ; CLEMENT, C.R. . Predição de valores genéticos na fase juvenil de progênes de meios irmãos de guaranazeiro. **Revista de Ciências Agrárias** (Belém), v. 54, p. 73-79, 2011.
- BALLY, I. S. E. Advances in research and development of mango industry. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, Volume Especial, p. 057-063, 2011.
- BASSO, J. B.; FALEIRO, F. G.; OLIVEIRA J. S.; GUIMARÃES T. G.; BRAGA, M. F.; FONSECA K. G.; JUNQUEIRAN. T. V.; LIMA NETO, F. P. Variabilidade genética de cultivares e híbridos elite de mangueira com base em marcadores moleculares. **Agrotrópica**, Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus-BA, v. 30, n. 1, p. 49-56. 2018.
- BATISTA, C. E. de A. **Diversidade genética molecular em germoplasma de mangueira**. 2013. 103 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba-SP, 2013.
- BATISTA, P. F.; LIMA, M. A. C. de; TRINDADE, D. C. G. DA; ALVES, R. E. . Quality of different tropical fruit cultivars produced in the lower Basin of the São Francisco Valley. **Revista Ciência Agronômica** (UFC. Online), v. 46, p. 176-184, 2015.
- BENEVIDES, S. D., RAMOS, A. M., STRINGHETA, P. C., CASTROS, V. C.

Qualidade da manga e polpa da manga Ubá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28 n. 3, p. 571-578. 2008.

BOREM, A. **Melhoramento de plantas**. 2ª Ed. Viçosa, MG: UFV, 1998. 453 p.

BOTREL, N. Manga: Variedades, Qualidade e Tecnologia Pós-Colheita. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n. 179, p.55-60, 1994.

BROWN, J. S.; SCHNELL, R. J.; AVALA-SILVA, T.; MOORE, J. M.; TONDO, C. L.; WINTERSTEIN, M. C. Broad-sense heritability estimates for fruit color and morphological traits from open-pollinated Half-sib mango families. **Hortscience**. v. 44, n.3, p. 1552-1556. 2009.

CARVALHO, C. A. L. I. Dantas, A. C. V. L.; Pereira, F. A. de C.; Soares, A. C. F. V. MELO FILHO, J. F. de; OLIVEIRA, G. J. C. de. **Tópicos em Ciências Agrárias**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas: BA, 2009, v. 1, 296p.

CARVALHO, C.R.L. ROSETTO, C. J.; MANTOVANI, D. M. B.; 1 MORGANO, M. A.; CASTRO, J. V.; BORTOLETTO, N. Avaliação de cultivares de mangueira selecionadas pelo instituto agrônomo de Campinas comparadas a outras de importância comercial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, p.264-271, 2004.

CAMPBELL, R. J. **A Guide to Mangos in Florida**. Fairchild Tropical Garden. Miami. 1992, 227 p.

CAVALCANTI, J. J. V.; PINTO, C. A. B. P.; CRISÓSTOMO, J. R.; FERREIRA, D. F. Análise dialéctica para avaliação de híbridos interpopulacionais de cajueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF. v. 35, n. 8, p. 1567-1575. 2000.

CHAKRABORTI, K. Morpho-qualitative Traits of Different Mango Hybrids in New Alluvial Zone of West Bengal. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, India Section B: Biological Sciences . v. 82, n. 2, p. 275–284, 2012.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. atualizada e ampliada. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. 783 p.

CORREIA, R. C.; ARAÚJO, J. L. P. **Cultivo da mangueira: mercado**. Embrapa Semiárido, versão eletrônica. 2010. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira_2ed/mercado.htm>. Acesso em: 12 ago.2018.

CORREIA, R. C.; ARAÚJO, J. L. P; SILVA, P. C. G.. **Cultivo da mangueira: socioeconomia**. Embrapa Semiárido, versão eletrônica. 2015. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/temas-publicados>. Acesso em: 15 jul.2018.

COSTA, J. D. S.; FIGUEIREDO NETO, A.; ALMEIDA, F. A. C.; COSTA, M de S.; BORGES G. S. C.; SOUSA, K. S. M.; QUIRINO, A. K. R. Componentes principais de parâmetros físico-químicos de mangas cv. Tommy Atkins durante a maturação. **Revista Espacios**. v. 38, n. 16. 2017.

CRISÓSTOMO, J. R.; BARROS, L. M.; PAIVA, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V. Melhoramento genético do cajueiro. In: QUEIROZ, M. A.; GOEDERT, C. O.;

RAMOS, S. R. R. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste Brasileiro**. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido/Embrapa /Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br/catalogo/livrorg/cajumelhoramento.pdf>>. Acesso em: 20 out.2018.

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

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

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

DONADIO, L. C.; FERREIRA, F. R. Mangueira. In: BRUCKNER, C. H. **Melhoramento de Fruteiras Tropicais**. Editora da Universidade Federal de Viçosa. Viçosa - MG. 2002. p. 351-372.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa, UFV. Imprensa Universitária, 1987. 279p.

FAO. **Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso: 29 set.2018.

FARIAS NETO, J. T.; LINS, P. M. P.; RESENDE, M. D. V. de; MULLER, A. A. Seleção genética em progênies híbridas de coqueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 190-196, 2009.

FERREIRA, C. da S. **Trocas gasosas, polinização artificial e qualidade de frutos em clones de bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.)**. 2013. 90 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2013.

FERREIRA, R. T.; VIANA, A. P.; SILVA, F. H. DE L. E ; SANTOS, E. A.; SANTOS, J. O. Seleção recorrente intrapopulacional em maracujazeiro-azedo via modelos mistos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, p. 158-166, 2016.

GALLI, J. A.; ARRUDA-PALHARINI, M. C., FISCHER, I. H.; MARTINS, A. L. M.. Características físico-químicas de variedades de manga cultivadas em sistema orgânico. **Cadernos de Agroecologia**. Fortale, v. 6, n. 2, 2011.

HADA T. S.; SINGH, A. K. Evaluation of mango (*Mangifera indica* L.) cultivars for physical characteristics and quality parameters of fruit under indo-gangetic plains. **International Journal of Chemical Studies**; v. 6, n. 2, p. 2560-2563. 2018

HARDNER, C. M., BALLY, I. S. E. AND WRIGHT, C. L. Prediction of breeding values for average fruit weight in mango using a multivariate individual mixed model. **Euphytica**, 186, p. 463-477. 2012.

HONGYU, K., SANDANIELO, V. L. M., JUNIOR, G. J. O. Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. **E&S - Engineering and**

Science, v. 5, n. 1, 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal: Culturas Temporárias e Permanentes**. 2016. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>. Acesso em 15 set.2018.

IYER, C.P.A.; DEGANI, C. Classical breeding and genetics. In: LITZ, R.E. (Ed.). **The mango: botany, production and uses**. Wallingford: CAB International, 1997. p. 49-68.

IYER, C. P. A.; SCHNELL, R. J. Classical breeding and genetics. In: LITZ, R. E. (Ed.). **The mango: botany, production and uses**. Wallingford: CAB International, 2009. p. 68-89.

JHA, S. K.; SETHI, S.; SRIVASTAV, M.; DUBEY, A. K.; SHARMA, R. R.; SAMUEL, D. V. K.; SINGH, A. K. Firmness characteristics of mango hybrids under ambient storage. **Journal of Food Engineering**, v. 97, p. 208-212, 2010.

JERONIMO, E. M. et al. Qualidade de mangas 'Tommy Atkins' armazenadas sob atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.4, p. 237-243, 2007.

KHATTREE, R; DAYANAND N. N. Principal Component Analysis. In: **Multivariate Data Reduction and Discrimination with SAS® Software**, KHATTREE, R; DAYANAND N. N (Ed.) Cary, NC: SAS Institute Inc. 2000. 583 p.

KLEFENS, P. C. de O. **O biplot na análise fatorial multivariada**. 2009.102 f. Dissertação (Mestrado em Estatística) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 2009.

KONICA MINOLTA. **Konica Minolta Sensing Americas, Inc**. Disponível em: <http://sensing.konicaminolta.com.br/products/colorimetro-cr-410t-tomates/> Acesso: 14 out.2018.

KUHN, D. N.; BALLY, I. S. E.; DILLON, N. L.; INNES, D.; GROH, A. M.. Genetic Map of Mango: A Tool for Mango Breeding. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, artigo 577, 2017.

LIMA, M. A. C.; LIMA NETO F. P.; SANTOS, C. A. F.; ALVES, S. T. L.; CRUZ, M. de M. Caracterização dos frutos de híbridos completos de mangueira entre a variedade Tommy Atkins e Haden, Van Dyke ou Keitt. XXIV Congresso Brasileiro de Fruticultura – Frutas nativas e sustentabilidade. **Anais**. São Luis – MA. 2016.a

LIMA, M. A. C.; LIMA NETO F. P.; SANTOS, C. A. F.; ALVES, S. T. L.; CRUZ, M. de M. Caracterização dos frutos de híbridos de mangueira 'Tommy atkins' obtidos por polinização aberta. XXIV Congresso Brasileiro de Fruticultura– Frutas nativas e sustentabilidade. **Anais**. São Luis – MA. 2016.b

LIMA NETO, F. P. **Novas opções de variedades de mangueira e as vantagens competitivas** In: SIMPÓSIO DE MANGA DO VALE DO SÃO FRANCISCO, 2009, Juazeiro. Simpósio de Manga do Vale do São Francisco. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2009. CD-ROM.

LIMA NETO F. P.; LIMA, M. A. C.; SANTOS, C. A. F.; ALVES, S. T. L.; COELHO, W. C. P. Avaliação de híbridos meios irmãos de mangueira das variedades Haden e

- surpresa, em um ciclo, no semiárido brasileiro. XXIV Congresso Brasileiro de Fruticultura– Frutas nativas e sustentabilidade. **Anais**. São Luis – MA. 2016.
- LIMA NETO F. P.; SANTOS, C. A. F.; FILHO, J. M. P. L.; SANTOS, I. C. N. DOS. Avaliação de híbridos de mangueira entre variedades monoembriônicas, em um ciclo de produção, no semi-árido brasileiro. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura. **Anais**. Vitória/ES. 2008.
- LIMA NETO F. P.; SANTOS, C. A. F.; VIEIRA, P. F. Avaliação de híbridos completos de mangueira da variedade Tommy Atkins, em um ciclo, no semiárido brasileiro. XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura. **Anais**. Bento Gonçalves/RS. 2012.
- LIMA NETO F. P.; LIMA, M. A. C.; SANTOS, C. A. F.; RIZTOW, N. C.; CRUZ, M. de M. Avaliação de híbridos completos de mangueira da variedade Tommy Atkins, em um ciclo, no semiárido brasileiro. XXIII Congresso Brasileiro de Fruticultura. **Anais**. Cuiabá/MG. 2014.
- LIMA NETO F. P.; SANTOS, C. A. F.; LIMA, M. A. C.; ALVES, S. T. L.; COELHO, W. C. P. Avaliação de híbridos de mangueira entre as variedades Tommy Atkins e espada, em um ciclo, no semiárido brasileiro. XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura. **Anais**. São Luis/MA. 2016.
- LINS, L. C. R. **Caracterização e seleção de progênies de mangueira (mangifera indica L.) quanto à qualidade dos frutos**. 2017. 103 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2017.
- LITZ, R.E.; GÓMEZ-LIM, M.A. **Mangifera indica Mango**. In: LITZ, R. E. (Ed.). Biotechnology of fruit and nut crops. Wallingford: CAB International, p. 41-61. 2005.
- MACIEL, G. M.; FINZI, R. R; MARRA, A. W. C; CARVALHO, F. J.; NOGUEIRA, A. P. O. Agronomic potential and selection of okra hybrids to obtain potential genitors. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.36, n.1, p. 112-117, 2018.
- MAIA, M. C. C. ARAÚJO, L. B. DE; DIAS, C. T. DOS S.; OLIVEIRA, L. C. DE; VASCONCELOS, L. F. L.; CARVALHO JÚNIOR, J. E. V. DE ; SIMEÃO, M. ; BASTOS, Y. G. M. Selection of mango rosa genotypes in a breeding population using the multivariate-biplot method. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 10, p. 1689-1694, 2016
- MAIA, M. C. C.; OLIVEIRA, L. C.; VASCONCELOS, L. F. L.; LIMA NETO, F. P.; YOKOMIZO, G. K. ; ARAÚJO, L. B. Repetibilidade de características quantitativas de frutos em seleções elite de manga rosa. **Agro@ambiente on-line** , v. 11, p. 56, 2017.
- MAIA, M. C. C.; RESENDE, M. D. V. de; OLIVEIRA, L. C. de; ALVARES, V. de S.; MACIEL, V. T.; LIMA, A. C. de. Seleção de clones experimentais de cupuaçu para características agroindustriais via modelos mistos. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 5, n. 1, p. 35 - 43, 2011.
- MAIA M. C. C.; RESENDE, M. D. V. de; OLIVEIRA, L. C. de; VASCONCELOS, L. F. L.; LIMA NETO, F. P. Análise genética em genótipos de manga rosa via REML/BLUP. **Revista Agrotecnologia**, Anápolis, v. 5, n. 1, p. 01-16, 2014.
- MAIA, M. C. C.; RESENDE, M. D. V. R.; PAIVA, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.; BARROS, L. M. B. Seleção simultânea para produção, adaptabilidade e estabilidade genotípicas em clones de cajueiro, via modelos misto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiania, GO. v. 39. n. 1. p. 43-50. 2009.

- MANLY, B. J. F. **Métodos estatísticos multivariados: Uma Introdução**; Tradução Carmona, S. I.: Artmed Editora S. A. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- MARTEL, J. H. I.; FERRAUDO, A. S.; MÔRO, J. R.; PERECIN, D. Estatística multivariada na discriminação de raças amazônicas de pupunheiras (*Bactris gasipaes* Kunth.) em Manaus (Brasil). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, p.115-118, 2003.
- MATOS FILHO, C. H. A. **Diversidade genética e seleção em populações de cajueiro comum**. 2017. 89 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.
- MEULLENET, J. F.; XIONG, R.; FINDLAY, C. J. Panelistand Panel Performance: A Multivariate Experience. In: MEULLENET, J. F.; XIONG, R.; FINDLAY, C. J. (Ed.). **Multivariate and Probabilistic Analyses of Sensory Science Problems**. 1st ed. Blackwell Publishing, Ames, Iowa, p.27-48. 2007
- MIGUEL A. C. A.; DURIGAN, J. F.; FERRAUDO, A. S. Técnicas de análise multivariada na avaliação de injúrias pelo frio em mangas cv. Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, p. 371-376 n. 1, 2011.
- MORAES, P. L. D.; ASSIS, J. S.; SILVA, D. J. Equilíbrio Nutricional e Distúrbios Fisiológicos em Manga Tommy Atkins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. **Anais**. Belém. 2002.(CD-ROM).
- MOTTA J. D.; QUEIROS, A. J. de M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; SOUSA, K. dos S. M. de. Índice de cor e sua correlação com parâmetros físicos e físico-químicos de goiaba, manga e mamão. **Comunicata Scientiae**. v. 6, n. 1, p. 74-82, 2015.
- MUKHERJEE, S. K.; LITZ R. E. Introduction: Botany and Importance, In: LITZ,R.E(Ed.). **The mango**, London, UK: British Library, 2009, p. 1-18.
- 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.
- PINTO, A. C. Q.; BRAGA, M. F.; JUNQUEIRA, N. T. V. ; RAMOS, V. H. V. ; Faleiro ; ANDRADE, S. R. M. ; CORDEIRO, M. C. R. ; Dias ; LAGE, D. A. C. . **Programa de melhoramento genético da manga e a nova cultivar BRS Ômega para o cerrado brasileiro**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2005 (Comunicado Técnico, Embrapa).
- PINTO, A. C. Q.; FALEIRO, F. G.; RAMOS, V. H. V.; CORDEIRO, M. C. R.; ANDRADE, S. R. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; DIAS, J. N.. . Performance of Seven New Mango (*Mangifera indica* L.) Hybrid Selections at the Central Region of Brazil. **Acta Horticulturae** , v. 1, p. 137-145, 2009.
- PINTO, A. C. Q.; LIMA NETO, F. P.; GUIMARÃES, T. G. Estratégias do melhoramento genético da manga visando a atender a dinâmica de mercado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, (Volume Especial) p. 64-72, 2011.
- PINTO, A. C. de Q.; ROSSETTO, C. J.; FALEIRO, F. G. Melhoramento genético da manga: métodos, resultados, limitações e estratégias In: SIMPÓSIO DE MANGA DO VALE DO SÃO FRANCISCO, 1., 2005, Juazeiro, BA. **Palestras**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2005. 1 CD-ROM. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 189).

- PINTO, A.C. de Q.; SOUZA, V.A.B. de; ROSSETTO, C.J.; FERREIRA, F.R.; COSTA J.G. da. Melhoramento genético. In: GENÚ, P.J.de C.; PINTO, A.C. de Q. (Ed.). **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 53-92.
- PINTO, A. C. de Q.; VARGAS RAMOS, V. H.; DIAS, J. N. **Avaliação de cultivares e seleções híbridas de manga em áreas de cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 20 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).
- PRADO, R. M. Nutrição e desordens fisiológicas na cultura da manga. IN ROZANE, D.E.; DAREZZO, R.J.; AGUIAR, R.L.; AGUILERA, G.H.A.; ZAMBOLIM, L. (Eds.) **Manga: produção integrada, industrialização e comercialização**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa UFV, 2004. p 199 – 231.
- PRADO, K. de A. C. do; LIMA, M. A. C. de; LIMA NETO, F. P.; CRUZ, M. de M. Caracterização da qualidade de frutos de híbridos das variedades de mangueira Haden e Surpresa. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 10., 2015, Petrolina. **Anais**. Petrolina: Embrapa Semiárido, p. 249-253, 2015.
- PREISIGKE, S. DA C.; DE CAMPOS, A L.; SOUZA, N. S.; NEVES, L. G; APARECIDO BARELLI, M. A.; DA LUZ, P. B.; ARAÚJO, K. L.; PAIVA SOBRINHO, S. DE. Genetic divergence in mango and obtaining minimum efficient descriptors. **American Journal of Plant Sciences**, v. 4, p. 2318-2322, 2013.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas; aplicações no melhoramento do feijoeiro**. Goiania, Editora da UFV, 1993. 271 p.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. v. 2, Lavras: Editora UFLA, p. 464, 2008.
- RAMOS, A. M.; ARAGÃO, W. M. Correlações genéticas entre caracteres morfológicos em cultivares de mamoneira nos tabuleiros costeiros de Sergipe; IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, Inclusão Social e Energia: **Anais**. Campina grande: Embrapa Algodão, p. 1675-1680, 2010.
- RAMOS, H. C. C.; PEREIRA, M. G.; VIANA, A. P.; DA LUZ, L. N.; CARDOSO, D. L.; FERREGUETTI, G. A. Combined selection in backcross population of papaya (*Carica papaya* L.) by the mixed model methodology. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, p. 2973-2983, 2014.
- RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Colombo: Embrapa Floresta, 2007. 362p.
- RESENDE, M.D.V. de. **Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo**. Colombo: Embrapa Floresta, 2004. 57p.
- RESENDE, M. D. V.; DIAS, L. A. S. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de parâmetros genéticos e predição de valores genéticos aditivos e genotípicos em espécies frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 1, n.11, p. 44-52, 2000.
- RESENDE, M. D. V. de; FURLANI-JUNIOR, E.; MORAES, M. L. T. de; FAZUOLI, L. C. Estimativas de parâmetros genéticos e predição de valores genotípicos no

melhoramento de cafeeiro pelo procedimento REML/BLUP. **Bragantia**. Campinas, SP. v. 60, n.3, p. 185-193. 2001.

RISTOW, N. C.; ROSATTI, S. R.; SANTOS, F. C.; LIMA, M. A. C. Caracterização física de frutos de acessos de mangueira de diferentes origens do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 22.,2012, **Anais**. Bento Gonçalves, 2012.

ROCHA, M. C.; GONÇALVES, L. S. A.; RODRIGUES, R.; SILVA, P. R. A. da; CARMO, M. G. F. do; ABOUD, A. C. de S. Uso do algoritmo de Gower na determinação da divergência genética entre acessos de tomateiro do grupo cereja. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v. 32, n. 3, p. 423-431, 2010.

RODRIGUES, H. C. A.; CARVALHO, S. P.; CARVALHO, A. A.; FILHO J. L. S de C.; CUSTÓDIO, T. N. Avaliação da diversidade genética entre acessos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) por meio de caracteres morfoagronômicos. **Revista Ceres**, v. 57, p. 773-777. 2010.

ROSATTI, S. R.; SILVA, E. E. L. S.; RISTOW, N. C.; LIMA, M. A. C.; LIMA NETO, F. P. Qualidade de frutos de híbridos de mangueira gerados a partir das variedades Van dyke, Haden e Tommy Atkins. In: Simpósio brasileiro de pós-colheita de frutas, hortaliças e flores.; encontro nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças. **Anais**. Ribeirão Preto-SP, 2013.

RUFINI, J. C. M.; GALVÃO, E. R.; PREZOTTI, L.; SILVA, M. B.; PARRELLA, R. A. da C. Caracterização biométrica e físico-química dos frutos de acessos de manga Ubá. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n.2, p.456-464, 2011.

SANTOS, C. A. F.; LIMA FILHO, J. M. P.; LIMA NETO, F. P. Estratégias para o desenvolvimento de novas cultivares de mangueira para o semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jabotocabal. v.32 n. 2, 2010

SANTOS, R. da C. dos; SANTOS JUNIOR, J. E. dos. Divergência genética por análise multivariada de caracteres fenotípicos de *Anacardium humile* (St. Hilaire). **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 62, n. 6, p. 553-560. 2015.

SILVA, C. A. **Divergência genética entre acessos de mamoeiro e correlações entre suas características no Norte do Espírito Santo**. 2013. 78f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2013.

SILVA, C. A.; COSTA, P. R.; DETONI, J. L.; ALEXANDRE, R. S.; CRUZ, C. D.; SCHMILDT, O.; SCHMILDT, E. R. Divergência genética entre acessos de cajazinho (*Spondias mombin* L.) no norte do Espírito Santo. **Revista Ceres** (Online), v. 61, p. 362-369, 2014.

SILVA, D. F. P. da; SALOMAO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L.; BARBOSA, M. A.; VALLE, K. D. do ; OLIVEIRA, J. A. A. Correlação entre características físicas e químicas de frutos de manga Ubá. **Revista Cultura Agronômica**. v. 27, p. 73-81, 2018.

SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. L.; PEREIRA, C. S.; SALOMÃO, L. C. C.; STRUIVING, T. B.. Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira na Zona da Mata Mineira. **Revista Ceres**, v. 56: p. 783-789, 2009.

SILVA, D. F. P. SIQUEIRA, D. L.; ROCHA, A.; SALOMAO, L. C. C.; MATIAS, R. G. P.; STRUIVING, T. B.. Diversidade genética entre cultivares de mangueiras, baseada em caracteres de qualidade dos frutos. **Ceres**, v.59, p.225-232, 2012.

SILVA FILHO, J. L. da; BENITES, F. R. G. Análise biplot genótipos x características em fases iniciais de melhoramento do algodoeiro, Campina Grande, PB, 2009. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODAO, 7., Foz do Iguaçu. **Anais**. Foz do Iguaçu: Embrapa Algodão, 2009. p. 1506-1511.

SINGH, A. K.; PANDEY, Y.; MISHRA, N. K. Evaluation of hybrids and selections of mango (*Mangifera indica* L.) under Tarai region of Uttarakhand. **Progressive Horticulture**, v. 47, n. 1, 2015.

SOUSA, L. A. B.; SILVA, E. M.; GOMES, R. L. F.; LOPES, A. C. DE A.; SILVA, I. C. V. S. Caracterização e divergência genética de acessos de *Passiflora edulis* e *p. cincinnata* com base em características físicas e químicas de frutos **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 3, p. 832-839, 2012.

STRUIVING, T. B. **Avaliação de híbridos naturais de mangueira 'Ubá' selecionados na Zona da Mata de Minas Gerais**. 2015. 51 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2015

VICINI, L. **Análise multivariada da teoria à prática**. 2005. 215p. Monografia (Especialização em Estatística).- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

VIVAS, M. SILVEIRA, S.F.; VIANA, A.P.; AMARAL JR, A.T.; CARDOSO, D.L.; PEREIRA, M.G. Efficiency of circulant diallels via mixed models in the selection of papaya genotypes resistant to foliar fungal diseases. **Genetics and Molecular Research**. v. 13 n. 3, p. 4797-4804, 2014.

Capítulo I

Análise da diversidade em híbridos de mangueira no semiárido do Brasil

RESUMO

Os processos de hibridação intraespecífica têm sido um importante método para a obtenção de novas cultivares de mangueira, podendo originar cultivares superiores aos padrões disponíveis no mercado. Objetivou-se avaliar híbridos de mangueira obtidos por polinização aberta, com base em caracteres físicos e químicos dos frutos, além de estudar a diversidade genética entre os referidos híbridos, a fim de encontrar plantas que produzam frutos com qualidade tanto para consumo direto como para o processamento industrial. Os híbridos estudados foram gerados da germinação das sementes de frutos coletados de genótipos desconhecidos, resultantes de polinização livre casualmente dispersas em áreas cultivadas exclusivamente com a variedade Tommy Atkins. Na safra 2016/2017, trinta frutos de cada uma das 45 híbridos em estudo foram colhidos, mas somente dez foram selecionados para ser analisados quanto a caracteres físicos e químicos. Para aferir a diversidade genética, procedeu-se a análise de agrupamento, além da análise de componentes principais. Dois híbridos se destacaram quanto à massa, ao comprimento e ao diâmetro do fruto, massa e rendimento de polpa, com as médias superiores a 245 g para massa polpa e a 70% para rendimento de polpa. Com relação ao teor de fibras na polpa, seis híbridos apresentaram nota “2”, ou seja, frutos moderadamente fibrosos. Para acidez e teor de sólidos solúveis, os híbridos apresentaram variação de 0,19 a 1,06% de ácido cítrico/g de polpa; e de 13,10 a 20,6 °Brix, respectivamente. Para coloração da casca, observaram-se tons variando entre laranja avermelhado, amarelo e verde, com valores da cor (H) entre 74,70 e 115,13. Quanto à coloração da polpa os índices L* e de H° variaram de 59,10 a 76,31 e 75,59 a 92,77, respectivamente, com tons alaranjados a amarelo-claro. Houve variabilidade entre os 45 híbridos de mangueira quanto às características do fruto analisadas e foram identificados híbridos que produzem frutos que reúnem caracteres de interesse econômico.

Palavras Chave: *Mangifera indica* L., hibridações, melhoramento genético.

Chapter I

Diversity of mangotree hybrids in the semiarid region of Brazil

ABSTRACT

The intraspecific hybridization processes have been an important method for obtaining new mango cultivars, which may yield cultivars superior to the commercially available standards. The objective of this study was to evaluate mango hybrids obtained by open pollination, based on the physical and chemical characteristics of the fruits, and to study the genetic diversity among the hybrids, in order to find plants that produce quality fruits for both direct consumption and yield. industrial processing. The studied hybrids were generated from seed germination of fruits collected from unknown genotypes, resulting from free pollination casually dispersed in areas cultivated exclusively with the Tommy Atkins variety. In the 2016/2017 crop, thirty fruits from each of the 45 hybrids under study were harvested, but only ten were selected to be analyzed for physical and chemical traits. To assess genetic diversity, the cluster analysis was performed, as well as the principal component analysis. Two hybrids stood out for fruit mass, length and diameter, pulp mass and yield, with averages greater than 245 g for pulp mass and 70% for pulp yield. Regarding the fiber content in the pulp, six hybrids had grade "2", ie moderately fibrous fruits. For acidity and soluble solids content, the hybrids ranged from 0.19 to 1.06% citric acid / g of pulp; and from 13.10 to 20.6 °Brix, respectively. For peel coloration, shades ranging from reddish orange, yellow and green were observed, with color values (H) between 74.70 and 115.13. Regarding pulp color, the L * and H ° indices ranged from 59.10 to 76.31 and 75.59 to 92.77, respectively, with orange to light yellow tones. There was variability among the 45 mango hybrids regarding the characteristics of the fruit analyzed and hybrids that produce fruits that have characters of economic interest were identified.

Key words: *Mangifera indica* L., hybridizations, genetic breeding.

3.1 Introdução

O cultivo da mangueira ganha destaque por ser uma das mais importantes fruteiras tropicais do mundo, com produção global de cerca de 40 milhões de toneladas ao ano. O Brasil ocupa a 7^a posição entre os maiores produtores, estando atrás da Índia, China, Tailândia, Indonésia, México e Paquistão (FAOSTAT - FAO, 2018). Nos anos de 2016 e 2017, o Brasil exportou, respectivamente, 154 mil e 205 mil toneladas, proporcionando as maiores receitas entre as frutas frescas mais exportadas do país (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2018).

A cultivar Tommy Atkins é a mais produzida e exportada do país, pois possui atributos de interesse econômico, como sua intensa coloração da casca, bom rendimento de frutos, satisfatória conservação pós-colheita, além de uma boa resposta à indução floral. Entretanto, apresenta baixa qualidade quanto ao sabor, além de problemas de suscetibilidade à malformação floral, à mosca-das-frutas e ao colapso interno de polpa (CARVALHO et al., 2004; PINTO et al., 2011).

Os programas de melhoramento genético têm trabalhado no intuito de aumentar a base genética e a disponibilidade de cultivares com caracteres físico-químicos e agrônômicos superiores, e, com isso, promover a diversificação qualitativa de manga no mercado consumidor e dos pomares formados, pois quando o cultivo se concentra em apenas uma cultivar, os pomares podem ficar expostos ao ataque de pragas, doenças e às mudanças na preferência do mercado consumidor (PINTO et al., 2005; PINTO et al., 2011).

Os processos de hibridação intraespecífica têm sido um importante método para a obtenção de novas cultivares de mangueira, podendo originar cultivares superiores aos padrões disponíveis no mercado, com melhores características físicas, químicas e sensoriais, ofertando uma nova alternativa ao produtor para a incorporação no mercado consumidor (PINTO et al., 2011).

Estudos realizados evidenciaram a importância de caracterizar a qualidade de frutos de genótipos de mangueira, com a possibilidade de selecionar indivíduos com caracteres que podem fortalecer a lista de escolhas de grupos parentais, que podem servir como base para o desenvolvimento de novas cultivares (PINTO et al., 2004; LIMA NETO et al., 2010; LIMA NETO et al., 2014; PRADO et al., 2015; RIBEIRO et al., 2015).

São inúmeros os caracteres exigidos em uma variedade considerada “ideal”, e combiná-las em uma única cultivar é uma tarefa muito difícil nos programas de melhoramento (PINTO et al., 2011). Para reduzir a dificuldade mencionada em reunir inúmeras características de interesse em uma nova cultivar, é importante haver uma grande variabilidade genética de genótipos.

Estudos de divergência genética são importantes para o conhecimento da variabilidade genética entre indivíduos. Para analisar divergência genética, geralmente são utilizados métodos estatísticos multivariados que são amplamente utilizadas no melhoramento genético de plantas perenes, pois propiciam a avaliação do indivíduo em vários aspectos, proporcionando uma identificação mais abrangente (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

Objetivou-se no presente estudo, portanto avaliar híbridos de mangueira, oriundos de polinização livre, com base em caracteres físicos e químicos dos frutos, além de estudar a diversidade, a fim de encontrar plantas que produzam frutos com qualidade tanto para consumo a fresco como para o processamento.

3.2 Material e métodos

O estudo foi conduzido em híbridos de mangueira de experimentos conduzidos na Estação Experimental de Mandacaru, da Embrapa Semiárido, em Juazeiro-BA. O clima é semiárido e o solo do tipo Vertissolo. De acordo com a estação meteorológica de Mandacaru, a temperatura média anual é de 26,76°C, sendo que a média da temperatura máxima é de 33,52 °C e a média da temperatura mínima é de 21,05 °C.

Os híbridos são compostos por uma planta por tratamento, dispostos em espaçamento 4 x 4 m. As práticas culturais recomendadas foram implementadas, fazendo-se a irrigação por microaspersão, podas de limpeza após as operações de colheita, para a remoção de ramos secos, doentes e tardios e de restos de colheita visando ao controle fitossanitário e à obtenção de ramos produtivos, além de capinas regulares através da roçagem ou da aplicação de herbicidas. Os requerimentos nutricionais são estimados com base em análises foliares e edáficas realizadas após as operações de colheita.

Foram avaliados 45 híbridos de mangueira resultantes da germinação das sementes de frutos coletados de genótipos desconhecidos, decorrentes de

hibridações espontâneas casualmente encontradas, em áreas cultivadas exclusivamente com a cultivar Tommy Atkins, localizadas no Vale do São Francisco, visando o aproveitamento de elevadas taxas de fecundação cruzada que são observadas na espécie (SANTOS et al., 2010).

Foram coletados 30 frutos por planta em “ponto de colheita” (maturação fisiológica), dos quais 10 foram utilizados para análises. Os frutos foram levados ao Laboratório Pós-Colheita da Embrapa Semiárido, para armazenamento em câmara fria, a 12°C, até estarem maduros, em “ponto de consumo”, e submetidos às análises.

Os caracteres analisados foram: massa do fruto (g); comprimento (mm); diâmetro (mm); massa da casca (g); massa da semente (g); massa da polpa (g); rendimento de polpa por fruto (%); firmeza da polpa (N); teor de sólidos solúveis totais (°Brix); acidez total titulável (% ácido cítrico/g de polpa); Relação teor de sólidos solúveis totais/acidez total titulável (SST/ATT); fibrosidade da polpa; cor da casca e cor da polpa.

A medição da massa do fruto, da casca e do endocarpo (caroço) foi realizada em balança de precisão. As medidas de comprimento e diâmetro dos frutos foram determinadas com o auxílio de um paquímetro digital.

A massa da polpa (g) foi calculada pela diferença entre os caracteres massa do fruto, massa da casca e massa da semente, enquanto o rendimento de polpa por fruto, em %, foi obtido pela razão entre os caracteres massa da polpa e massa do fruto multiplicada por 100. A firmeza da polpa foi determinada com a retirada de toda a casca, deixando-se a polpa do fruto exposta para introdução do aparelho penetrômetro analógico de dupla escala (marca TR), os resultados foram expressos em N.

O teor de sólidos solúveis totais, em °Brix, foi obtido com leituras em refratômetro digital (ATAGO PAL-1) usando gotas de suco de cada fruto, já a acidez titulável total foi determinada através do peso de 1 g do suco dissolvido em 50 ml de água destilada posteriormente mensurada em titulador modelo Tritino Plus 848 (Metrohm) e expressa em % de ácido cítrico. A relação SST/ATT correspondeu à razão entre teor de sólidos solúveis totais e acidez titulável total.

A presença de fibras foi analisada em escala subjetiva (visual e tátil) com a atribuição de notas, considerando-se ausente = 1, fibra moderada = 2 e fibrosa = 3. Cor da casca e cor da polpa foram determinadas com o auxílio de um colorímetro

(Konica Minolta), usando os atributos de luminosidade (L), croma (C) e hue (H), onde o coeficiente L (luminosidade) varia de 0 a 100; $L^* = 0$ (cores escuras ou opacas) e $L^* = 100$ (cores brancas ou de máximo brilho); o C (croma – saturação ou intensidade da cor), quanto maior o valor, indica maior pureza ou intensidade da cor; o H (cor verdadeira) varia de 0 a 360° , sendo 0° – vermelho, 90° – amarelo, 180° – verde e 270° – azul (McGUIRE, 1992)

As médias dos caracteres analisados foram utilizadas para estimar a variabilidade entre eles. A partir da matriz de similaridade gerada, procedeu-se a análise de agrupamento, utilizando o método hierárquico de ligação média entre grupos ou UPGMA - Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages para a composição do dendograma e formação dos grupos, com emprego do coeficiente de Gower e análise de componentes principais - ACP. A relação entre os caracteres foi aferida pela análise de correlação, com análise da significância pelo teste t. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados com auxílio dos softwares SAS (2008) e R (R CORE TEAM, 2017).

3.3 Resultados e discussão

As médias, os valores mínimos e máximos e os coeficientes de variação para cada caráter analisado nos 45 híbridos de mangueira em experimentos conduzidos na Estação Experimental de Mandacaru, da Embrapa Semiárido estão expostos na tabela 1. Massa do fruto, comprimento e diâmetro transversal variaram de 160,46 a 434,56 g, 73,63 a 136,77 mm e 63,50 a 83,08 mm, respectivamente.

Entre os híbridos, dois deles (F3DT3A e F3DT03) se destacaram com maiores médias para massa do fruto (Tabela 2). O tamanho e o formato do fruto (massa, comprimento e diâmetro) são importantes para a comercialização do fruto. Frutos com peso médio de 300 a 500 g, com boa aparência externa são mais atrativos ao consumidor. A massa dos frutos é um parâmetro importante no mercado europeu do que no dos Estados Unidos, porém no mercado brasileiro há muito mais flexibilidade (PINTO et al., 2009).

As massas, da casca e da semente, variaram entre 23,71 a 60,32 g e 29,12 a 51,89 g (Tabela 1). Cultivares de mangueira com menores médias para casca e semente, são mais interessantes para o processamento, por conta do maior rendimento de polpa (BENEVIDES et al., 2007).

Quanto à firmeza dos frutos, a variação encontrada foi de 3,70 a 8,24 N (Tabela 1). Os híbridos TD101, TD30, TD103, F7DT3B, TD89, TD11, TD22, TD15, TD60, TD13, TD61 e F20P15 apresentaram maiores médias para firmeza da polpa (Tabela 2). Valores superiores a 7,0 N são considerados como de boa firmeza, de acordo com Montalvo et al. (2009). Esta característica é um dos atributos de importância na qualidade de frutos, já que afeta a resistência ao transporte e define o tempo útil de prateleira (*shelf-life*) (JERÔNIMO et al., 2007; MAIA et al., 2014).

Tabela 1 Estatística descritiva para os caracteres físicos e químicos do fruto analisados em 45 híbridos de mangueira (*Mangifera indica* L.), no semiárido brasileiro, na safra 2016/2017.

Caracteres	Média	Mínimo	Máximo	CV (%)
Massa do fruto (g)	229,18	160,46	434,56	21,62
Comprimento (mm)	90,51	73,63	136,77	13,43
Diâmetro transvesal (mm)	72,69	63,50	83,08	5,99
Massa da casca (g)	37,45	23,71	60,32	20,63
Massa da semente (g)	38,49	29,12	51,89	15,42
Firmeza (N)	6,10	3,70	8,24	20,31
Massa da polpa (g)	153,23	107,64	325,77	26,45
Rendimento de polpa	66,26	55,16	75,01	6,02
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	17,05	13,10	20,60	10,87
Acidez (%)	0,69	0,19	1,06	28,84
SST/AT	29,58	14,99	80,15	46,38
Fibra	2,87	2	3	11,99
Cor da casca (L)	65,98	50,93	73,66	6,40
Cor da casca (C)	39,88	30,91	47,62	9,41
Cor da casca (H)	90,27	74,70	115,13	9,08
Cor da polpa (L)	69,03	59,10	76,31	5,86
Cor da polpa (C)	60,69	52,70	69,14	6,95
Cor da polpa (H)	81,93	75,59	92,77	4,84

Relação teor de Sólidos Solúveis/Acidez Total (SST/AT); L = luminosidade, C= croma, H = cor verdadeira; Coeficiente de Variação (CV).

Os híbridos apresentaram massa da polpa e rendimento de polpa variando entre 107,64 e 325,77 g e entre 55,16 e 75,01%, respectivamente (Tabela 1). Os híbridos F3DT3A e F3DT03 se destacaram com as maiores médias quanto à massa da polpa e rendimento de polpa (Tabela 2). Os atributos de qualidade descritos são muito utilizados como parâmetro na seleção de variedades para a agroindústria no processamento da polpa dos frutos e são também aceitos como critério na seleção

de cultivares para o consumo da fruta fresca, conduzindo à seleção de cultivares com dupla finalidade (PINTO et al., 2011).

Para acidez e teor de sólidos solúveis as progênies apresentaram variação de 0,19 a 1,06%; 13,10 a 20,6 °brix, respectivamente (Tabela 1). Três progênies apresentaram acidez menor que 0,40% de ácido cítrico em 1 g de polpa, e a grande maioria apresentou valores superiores (Tabela 2) . Frutos com melhor sabor são aqueles com acidez intermediária, cerca de 0,40% de ácido cítrico, quando maduro (RIBEIRO et al., 2015) .

As progênies F7DT3B, F3DT03, TD61 e TD115 apresentaram as maiores médias para teor de sólidos solúveis (Tabela 2). Valores superiores a 18,1 °Brix (IPGRI, 2006) são preferidos pelo consumidor e pela indústria para o processamento, pois representam maior teor de açúcar, podendo resultar em melhor sabor. A relação teor de sólidos solúveis/acidez variou de 14,89 a 80,15 (Tabela 1). Geralmente, frutos que apresentam maiores valores para esse caráter são considerados mais saborosos. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a relação fornece uma informação precisa sobre o equilíbrio entre os dois componentes analisados, ou seja, sobre o sabor do fruto.

Em estudos com mangueira, Maia et al. (2014) e Maia et al. (2017) selecionaram genótipos superiores em sólidos solúveis em relação à Tommy Atkins, indicando que as cultivares que têm sido geradas pela seleção têm ultrapassado a referida cultivar na concentração de sólidos solúveis, os quais incluem importantes compostos responsáveis pelo sabor e pela consequente aceitação por parte dos consumidores.

Com relação ao teor de fibras na polpa, seis híbridos (F3DT3A, F7DT3B, TD114, TD44, TD15 e TD47) apresentaram nota “2” (Tabela 2), ou seja, quantidade moderada de fibra na polpa. Para Pinto et al, (2011), a fibrosidade da polpa está entre as características selecionadas para a obtenção de uma “variedade ideal”, que deve apresentar polpa com pouca ou sem fibras.

Tabela 2 Médias dos descritores físicos e químicos¹ do fruto analisados em 45 híbridos de mangueira da Embrapa Semiárido, em Juazeiro-BA, 2016/2017.

Progênie	MASSA (g)	COMP (mm)	DIAM (mm)	MC (g)	SEM (g)	FIRM (N)	SST (°Brix)	AT (%)	SST/AT	Fibra	MP (g)	RP (%)	Corcasca			Corpolpa		
													L	C	H	L	C	H
TD101	253,84	88,47	76,88	41,57	43,73	7,65	18,0	0,99	18,61	3	168,53	66,48	69,34	42,07	84,64	69,90	64,23	81,71
TD30	254,31	92,39	76,54	49,59	45,55	8,24	15,9	0,85	18,97	3	159,17	62,39	69,08	40,18	87,62	70,37	65,54	81,37
TD103	200,58	84,82	70,78	34,60	34,55	7,25	16,7	0,65	25,84	3	131,42	65,76	68,51	41,36	85,43	69,08	63,94	79,84
F3DT3A	434,56	135,64	83,08	60,32	48,28	6,81	15,0	0,19	80,15	2	325,77	75,01	57,09	47,62	74,70	74,22	69,14	90,24
F7DT3B	269,21	116,02	66,95	46,93	35,34	7,77	20,5	0,67	59,99	2	186,94	69,04	61,54	42,72	82,92	76,31	56,51	92,77
TD89	206,61	87,66	69,46	41,11	42,23	7,34	14,7	0,75	18,78	3	123,27	59,24	72,10	42,12	82,43	71,95	63,17	82,84
HT80	212,18	84,22	72,38	38,54	37,70	5,51	17,5	0,51	39,03	3	135,95	64,23	67,83	44,28	87,47	64,41	65,65	75,59
TD102	170,24	80,50	67,17	27,21	29,16	6,71	17,5	0,64	27,41	3	113,88	66,74	64,67	38,93	88,12	71,60	64,65	80,27
TD108	230,32	91,34	74,17	37,44	40,86	6,52	18,5	0,51	37,10	3	152,02	65,91	67,31	41,87	82,47	69,86	63,56	78,74
F3DT03	338,37	136,77	72,63	51,58	37,90	6,68	19,9	0,70	32,61	3	248,88	73,51	50,93	34,12	115,13	70,01	52,70	92,10
TD11	183,02	85,10	67,12	29,73	35,99	7,15	15,3	0,53	30,94	3	117,31	64,00	66,49	39,75	87,92	71,17	62,59	80,94
TD74	248,02	92,77	78,30	40,18	46,35	4,12	14,0	0,44	37,22	3	161,49	64,87	65,17	42,35	90,50	65,01	52,93	82,65
TD108	208,72	87,61	71,74	27,53	32,16	5,05	17,6	0,67	30,39	3	149,03	71,20	66,89	45,79	96,24	62,32	59,88	76,49
TD36	209,08	87,35	71,46	31,82	34,34	3,81	16,2	0,98	16,85	3	142,92	68,22	64,49	34,82	94,44	66,91	56,96	80,67
TD106	307,80	102,15	80,40	49,00	38,27	5,25	17,4	0,63	33,13	3	220,53	71,64	65,02	43,91	106,09	60,90	53,15	79,30

¹ MASSA = massa do fruto (g); COMP = comprimento do fruto (mm); DIAM = diâmetro do fruto (mm); MC = massa da casca (g); SEM = massa da semente (g) e MP = massa da polpa (g); RP = rendimento de polpa (%); FIRM = firmeza de polpa; SST = sólidos solúveis totais (°Brix); ATT = acidez total titulável e SST/AT = relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável; fibra = ausente = 1, fibra moderada = 2 e fibrosa = 3; Corcasca = Cor da casca; corpolpa = cor da polpa; L = luminosidade, C= croma, H = cor verdadeira.

Continua...

Tabela 2 Médias dos descritores físicos e químicos¹ do fruto analisados em 45 híbridos de mangueira da Embrapa Semiárido, em Juazeiro-BA, 2016/2017.

Progênie	Massa (g)	Comp (mm)	Diam (mm)	MC (g)	SEM (g)	FIRM (N)	SST (°Brix)	AT (%)	SST/AT	Fibra	MP (g)	RP (%)	Corcasca			Corpolpa		
													L	C	H	L	C	H
TD61	223,56	89,55	73,29	32,88	31,50	4,20	19,9	0,82	24,18	3	159,18	71,12	69,15	44,32	94,80	63,27	58,17	75,87
TD90	204,97	84,59	71,01	30,83	32,02	4,56	17,9	0,67	27,60	3	142,12	69,08	70,87	44,89	90,68	62,57	54,68	78,06
TD110	253,10	90,46	76,12	44,01	45,90	4,59	13,5	0,23	65,33	3	163,36	61,75	68,73	43,44	86,50	61,65	54,30	77,93
HT06	284,38	96,23	80,56	34,84	44,13	5,10	19,2	0,75	28,14	3	205,42	72,24	61,15	35,81	102,86	66,99	57,79	81,00
TD68	184,17	83,49	67,11	31,10	30,08	6,08	14,1	0,96	14,99	3	122,99	66,59	65,74	33,25	112,08	74,65	55,66	90,21
TD114	216,18	84,78	71,96	33,68	33,98	5,40	19,3	0,91	21,29	2	148,53	68,70	64,06	33,70	93,81	71,40	63,97	81,09
TD44	220,96	94,06	70,98	37,81	35,95	5,55	17,6	0,85	22,56	2	147,20	66,31	64,02	35,51	88,54	73,43	59,33	84,25
TD43	209,12	88,10	72,80	41,85	51,89	4,01	14,1	0,21	67,69	3	115,38	55,16	70,21	43,32	80,06	65,52	57,43	83,70
TD78	180,06	80,62	71,12	31,65	34,17	5,58	17,3	0,68	26,19	3	114,23	63,24	65,25	35,09	89,36	66,35	61,28	79,64
TD42	219,98	89,52	75,93	40,31	32,32	4,61	13,1	0,44	31,33	3	147,36	66,99	67,72	38,41	85,45	70,55	59,59	84,80
TD115	160,46	73,63	63,50	23,71	29,12	3,70	20,6	0,79	26,98	3	107,64	66,87	63,04	41,19	90,48	59,10	56,20	76,69
TD03	260,99	97,09	74,49	48,08	49,18	4,77	17,5	0,73	24,65	3	163,73	62,75	64,24	35,98	91,23	64,61	56,15	82,07
TD83	199,03	82,09	71,16	34,74	41,16	5,81	18,5	0,61	30,34	3	123,14	61,83	63,30	37,36	87,97	67,37	60,67	79,64
TD72	227,24	88,76	72,57	50,13	45,37	5,64	15,6	0,85	18,89	3	131,74	57,85	54,79	30,91	112,19	68,39	57,57	83,35
TD112	234,17	89,51	74,43	35,58	42,24	4,74	16,7	0,73	23,53	3	156,35	66,44	67,28	37,73	87,81	67,99	54,88	84,73

¹ MASSA = massa do fruto (g); COMP = comprimento do fruto (mm); DIAM = diâmetro do fruto (mm); MC = massa da casca (g); SEM = massa da semente (g) e MP = massa da polpa (g); RP = rendimento de polpa (%); FIRM = firmeza de polpa; SST = sólidos solúveis totais (°Brix); ATT = acidez total titulável e SST/AT = relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável; fibra = ausente = 1, fibra moderada = 2 e fibrosa = 3; Corcasca = Cor da casca; corpolpa = cor da polpa; L = luminosidade, C= croma, H = cor verdadeira.

Continua...

Tabela 2 Médias dos descritores físicos e químicos¹ do fruto analisados em 45 híbridos de mangueira do Banco de Germoplasma da Embrapa Semiárido, em Juazeiro-BA, 2016/2017,

Progênie	MASSA (g)	COMP (mm)	DIAM (mm)	MC (g)	MS (g)	FIRM (N)	SST (°brix)	AT (%)	SST/AT	Fibra	MP (g)	RP (%)	CorCasca			CorPolpa		
													L	C	H	L	C	H
TD22	299,17	97,04	80,35	43,05	47,35	7,88	16,5	1,04	16,00	3	208,77	69,67	73,66	42,15	83,88	75,72	56,98	89,42
TD24	207,55	84,16	70,79	38,77	45,70	6,90	15,2	0,91	16,76	3	123,08	59,37	69,18	41,55	91,67	74,13	65,00	83,96
TD62	257,45	92,72	76,12	39,55	42,54	6,70	15,5	0,61	25,12	3	175,36	67,86	69,15	42,30	88,80	69,84	64,88	81,36
TD15	175,87	77,38	66,81	29,32	31,30	7,43	19,4	0,71	27,37	2	115,25	65,24	63,34	39,97	88,06	70,70	65,70	79,64
TD19	196,09	84,97	69,44	29,29	36,01	6,65	18,4	0,55	33,64	3	130,78	66,41	66,25	38,56	89,80	71,87	63,26	81,66
TD50	177,25	83,51	67,53	28,75	33,29	6,22	16,4	0,56	29,86	3	115,21	64,92	65,81	39,22	89,02	70,05	61,70	82,41
TD65	221,40	89,02	71,86	34,50	36,95	6,82	17,3	0,69	25,46	3	149,95	67,58	69,39	40,22	84,26	71,86	62,61	81,33
TD60	234,56	88,62	74,63	36,54	38,38	7,16	17,3	0,80	21,95	3	159,64	67,94	71,16	44,13	80,47	69,97	64,89	80,39
TD27	184,75	79,48	67,35	32,53	36,20	6,08	16,7	0,61	27,59	3	116,03	62,73	64,55	36,57	93,33	67,43	64,04	78,09
TD13	264,31	94,65	77,63	41,36	38,87	7,21	18,3	1,06	17,28	3	184,08	69,21	69,33	37,84	87,92	71,90	64,21	81,79
DT61	242,02	91,08	75,35	43,45	39,55	7,63	17,0	0,77	22,07	3	159,03	65,76	66,54	39,61	90,57	71,01	65,10	79,95
TD8	233,37	86,26	76,15	34,89	37,41	6,98	16,1	0,71	22,56	3	161,07	69,07	66,52	38,92	88,82	72,52	62,04	84,14
TD47	165,74	79,46	65,59	25,87	29,46	6,28	17,0	0,65	26,46	2	110,40	66,58	64,57	37,52	91,92	71,33	63,13	79,42
TD29	218,36	89,00	72,09	34,84	36,29	6,81	17,2	0,57	30,98	3	147,23	67,51	66,95	38,64	88,31	69,15	60,76	83,11
F20P15	229,77	90,20	73,18	34,34	41,55	7,36	19,2	0,71	27,14	3	153,88	66,81	66,76	44,46	85,42	70,90	64,28	81,48

¹ MASSA = massa do fruto (g); COMP = comprimento do fruto (mm); DIAM = diâmetro do fruto (mm); MC = massa da casca (g); SEM = massa da semente (g) e MP = massa da polpa (g); RP = rendimento de polpa (%); FIRM = firmeza de polpa; SST = sólidos solúveis totais (°Brix); ATT = acidez total titulável e SST/AT = relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável; fibra = ausente = 1, fibra moderada = 2 e fibrosa = 3; Corcasca = Cor da casca; corpolpa = cor da polpa; L = luminosidade, C= croma, H = cor verdadeira.

Os híbridos avaliados apresentaram cor da casca com tons variando entre laranja avermelhado, amarelo e verde, com médias do ângulo hue (H) entre 74,70 e 115,13 (Tabela 1). A grande maioria das progênes apresentou cor da casca amarelo e/ou verde. Frutos com essa tal coloração são menos apreciados no mercado externo, porém sem muita restrição no mercado interno e quando destinados ao processamento. É importante ressaltar que frutos verdes, que ficam amarelos quando maduros, são preferidos pelos asiáticos (WYZYKOWSKI et al., 2002). A progênie F3DT3A apresentou a menor média para cor da casca (H), com cores da casca tendendo do laranja ao vermelho (Tabela 2). Frutos com tal coloração são mais apreciados no mercado externo.

Quanto à coloração da polpa os valores de L e de H variaram de 59,10 a 76,31 e 75,59 a 92,77, respectivamente, variando de alaranjado até amarelo-claro (Tabela 1). O híbrido HT80 apresentou a menor média para cor da polpa (H) (Tabela 2). Menores valores de do índice H para cor da polpa são mais apreciados pelas indústrias na produção de sucos ou néctar, pois polpas com coloração amarelo-intenso não necessitam da adição de corantes (FONTES, 2002).

O coeficiente de variação apresentou amplitude com valores que variam de 4,84 a 46,28% para os caracteres cor da polpa (H) e relação sólidos solúveis/acidez (SST/AT) respectivamente (Tabela 1). Sousa (2018), em estudos realizados com genótipos de mangueira com base em descritores agromorfológicos, obteve variação de 13,31 a 74,26%. Altos valores de CV podem ser encontrados devido aos genótipos estarem em ambiente não controlado e sujeitos a interferência ambiental (LEAL, 2014).

A análise de agrupamento pelo método hierárquico de ligação média entre grupos (UPGMA) possibilitou a formação de quatro grupos. Os grupos 1 (G1) e grupo 2 (G2) foram compostos por 1 indivíduo cada. Já o grupo 3 (G3) foi o que apresentou o maior número de indivíduos, 32 híbridos, enquanto que, no grupo 4 (G4), ficou composto por 11 indivíduos (Figura 6).

A formação dos grupos indica a presença de variabilidade entre as progênes de mangueira avaliadas. Informações sobre a variabilidade numa espécie é importante para sua preservação e para o sucesso dos programas de melhoramento (LIMA et al., 2011).

Quanto aos grupos formados (Figura 6), a separação das progênes foi devida, principalmente, aos caracteres relacionados ao tamanho do fruto, sendo que

a progênie do G2 apresentou as maiores médias para massa do fruto, diâmetro, massa da polpa, e rendimento de polpa, apresentando ainda as maiores médias para a relação SST/AT e menor para hue da casca (H), ou seja, frutos de coloração tendendo ao laranja e vermelho, podendo assim ser selecionado por causa do maior tamanho do fruto, massa e rendimento de polpa e coloração da casca (Tabela 2). Algumas das características de grande interesse para a agroindústria de polpa e seus derivados são: massa da polpa e rendimento de polpa. O grupos 1 e 2 foram os últimos a ser formados e a se unir aos demais, indicando conter as progênies mais divergentes dos genótipos avaliados (Figura 6).

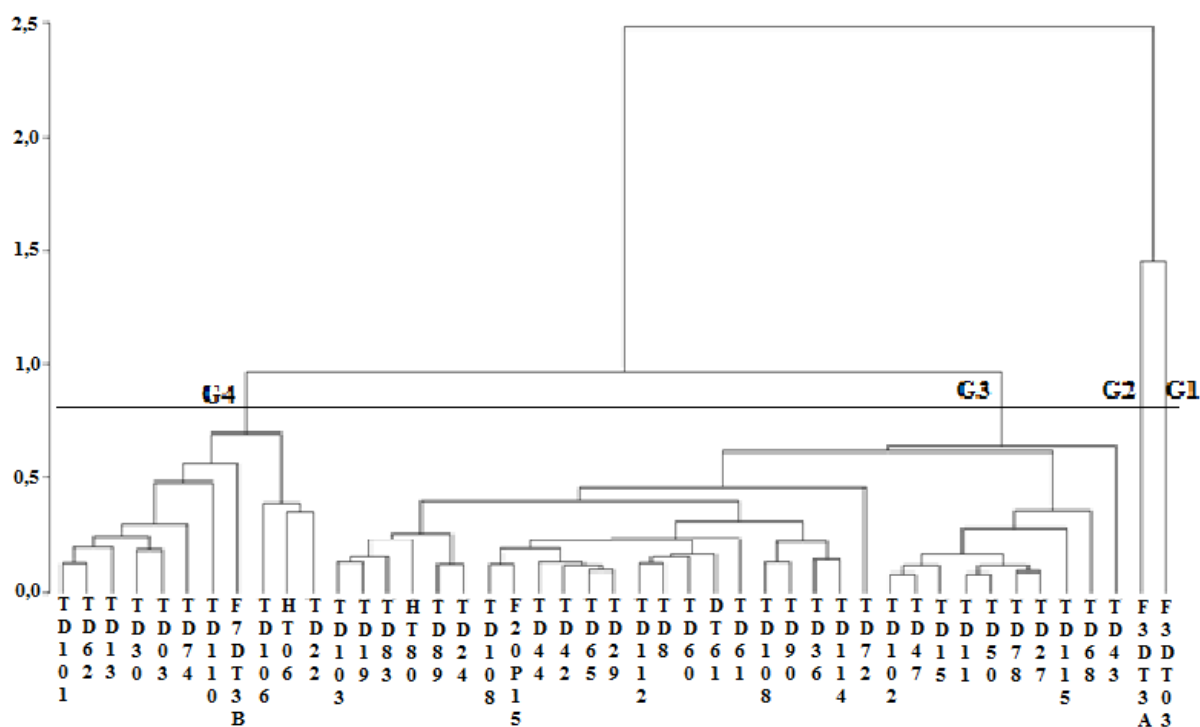


Figura 6 - Dendrograma gerado pelo método de agrupamento hierárquico de ligação média entre grupos (UPGMA), baseado na distância de Gower, para os 45 híbridos de manga, em Juazeiro-BA. Na safra 2016/2017. G₁, G₂, G₃ e G₄ são os grupos formados.

O representante do grupo G1 apresentou as maiores médias para comprimento do fruto, teor de sólidos solúveis e cor da casca (H). A cor da casca (H) apresentou média superior a 100°, caracterizando frutos de coloração verde, não muito apreciados no mercado externo, porém sem muita restrição no mercado

interno (Tabela 3). A progênie deste grupo pode ser aproveitada em outros cruzamentos como fonte de altos valores para teor de sólidos solúveis, massa do fruto e rendimento de polpa.

Em estudos de diversidade genética em acessos de mangueira, com base em descritores quantitativos e qualitativos da planta, Sousa (2018) identificou a formação de grupos de acessos divergentes entre si, com resultados que podem auxiliar programas de melhoramento da cultura na escolha de genótipos para serem utilizados como parentais em novos cruzamentos.

Os indivíduos do G3 apresentaram as menores médias quanto aos caracteres relacionados ao tamanho do fruto, porém alguns indivíduos apresentaram valores satisfatórios para teor de sólidos solúveis, podendo ser aproveitados posteriormente em outros cruzamentos como fonte para o caráter (Tabelas 2 e 3). O G4 apresentou progênies com médias intermediárias para tamanho do fruto, em relação aos demais grupos.

Tabela 3 Médias dos caracteres físicos e químicos do fruto analisados em 45 progênies de mangueira, em Juazeiro-BA, na safra 2016/2017, para os quatro grupos obtidos pelo método UPGMA.

Caracteres	G1	G2	G3	G4
Massa do fruto (g)	338,37	434,56	205,86	268,42
Comprimento (mm)	136,77	135,64	85,64	96,36
Diâmetro transvesal (mm)	72,63	83,08	70,97	76,76
Massa da casca (g)	51,58	60,32	34,23	43,47
Massa da semente (g)	37,90	48,28	36,53	43,38
Firmeza (N)	6,68	6,81	5,99	6,30
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	19,90	15,00	17,06	16,94
Acidez (%)	0,70	0,19	0,69	0,73
SST/AT	32,61	80,15	27,30	31,31
Massa da polpa (g)	248,88	325,77	135,10	181,58
Rendimento de polpa	73,51	75,01	65,48	67,08
Cor da casca (L)	50,93	57,09	66,40	66,95
Cor da casca (C)	34,12	47,62	39,50	40,80
Cor da casca (H)	115,13	74,70	89,98	90,27
Cor da polpa (L)	70,01	74,22	69,03	68,47
Cor da polpa (C)	52,70	69,14	61,32	58,79
Cor da polpa (H)	92,10	90,24	81,03	82,85

(L = luminosidade, C= coroma, H = cor verdadeira)

Os coeficientes de correlação fenotípica estimados indicam que existem correlações significativas e positivas entre os pares de caracteres, massa do fruto, comprimento, diâmetro, massa da polpa e rendimento de polpa. Comprimento e diâmetro do fruto apresentaram correlação de alta magnitude com massa do fruto e massa da polpa (Tabela 4). Os dois primeiros, sendo de mensuração mais fácil, podem ser utilizados na seleção indireta para os caracteres massa do fruto e massa da polpa, que são mais passíveis de erros de mensuração. Os resultados encontrados corroboram com os obtidos por Lins (2017), que obteve correlações positivas e significativas de massa do fruto e massa da polpa com comprimento do fruto, 0,79 e 0,76, respectivamente e com diâmetro transversal do fruto, 0,87 e 0,86, respectivamente.

Para Ferreira et al. (2012), quando se têm correlações significativas e de alta magnitude entre dois caracteres, é possível a obtenção de ganho em um deles pela seleção indireta do outro. A seleção pode ser feita no caráter que apresenta alta herdabilidade ou fácil mensuração, visando melhorar o outro caráter que apresenta uma herdabilidade inferior ou uma maior dificuldade no processo de medição.

O rendimento de polpa obteve correlação significativa e positiva com massa e comprimento do fruto (Tabela 4). A análise do rendimento de polpa requer o despulpamento do fruto, assim, o caráter pode ser estudado em função de massa e comprimento dos frutos, uma vez que a análise dos referidos caracteres é fácil no campo experimental. Resultados semelhantes foram obtidos por Maia et al. (2016), em que percentagem de polpa foi associado a diâmetro do fruto e massa da polpa. Rendimento de polpa é uma característica muito apreciada na indústria para o processamento de frutas.

Tabela 4 Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica entre os descritores físicos e químicos¹ analisados em 45 híbridos de mangueira da Embrapa Semiárido, em Juazeiro-BA, na safra 2016/2017.

Caracteres	COMP	DIAM	CASCA	SEM	FIRM	SST	AT	SST/AT	FIBRA	MP	RP	CCL	CCC	CCH	CPL	CPC	CPH
MASSA	0,90*	0,79*	0,83*	0,56*	0,17	-0,03	-0,13	0,41	-0,14	0,98*	0,50*	-0,31	0,25	-0,01	0,14	-0,08	0,51*
COMP		0,50*	0,77*	0,37	0,18	0,07	-0,18	0,47	-0,24	0,90*	0,50*	-0,50*	0,14	0,08	0,23	-0,17	0,66*
DIAM			0,66*	0,65*	0,02	-0,23	-0,08	0,02	0,16	0,74*	0,32	0,07	0,26	-0,08	-0,03	-0,05	0,16
CASCA				0,70*	0,20	-0,23	-0,15	0,38	-0,07	0,72*	0,03	-0,27	0,12	0,00	0,15	-0,08	0,50*
SEM					0,08	-0,36	-0,19	0,29	0,18	0,40	-0,33	0,05	0,17	-0,20	0,04	-0,03	0,25
FIRM						0,10	0,24	-0,17	-0,14	0,15	0,05	0,11	0,09	-0,24	0,73*	0,61*	0,32
SST							0,35	-0,15	-0,32	0,06	0,43	-0,27	-0,04	0,12	-0,09	0,01	-0,16
AT								-0,83*	0,04	-0,11	0,13	0,10	-0,39	0,33	0,25	0,00	0,06
SST/AT									-0,29	0,38	0,02	-0,22	0,46	-0,35	-0,12	-0,06	0,18
FIBRA										-0,18	-0,22	0,33	0,03	0,17	-0,37	-0,21	-0,26
MP											0,65*	-0,33	0,26	0,02	0,14	-0,08	0,49
RP												-0,23	0,16	0,14	0,06	-0,07	0,18
CCL													0,45	-0,53*	-0,02	0,19	-0,34
CCC														-0,56*	-0,20	0,18	-0,19
CCH															-0,20	-0,49	0,08
CPL																0,45	0,66*
CPC																	-0,19

* Significativo a 1% pelo teste t,

¹ MASSA = massa do fruto (g); COMP = comprimento do fruto (mm); DIAM = diâmetro do fruto (mm); MC = massa da casca (g); SEM = massa da semente (g) e MP = massa da polpa (g); RP = rendimento de polpa (%); FIRM = firmeza de polpa; SST = sólidos solúveis totais (°Brix); ATT = acidez total titulável e SST/AT = relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável; fibra = teor de fibra do fruto; Cor da casca (CCL = luminosidade, CCC= croma, CCH = cor verdadeira); Cor da polpa (CPL = luminosidade, CPC= croma, CPH = cor verdadeira).

Para melhor interpretação da divergência fenotípica entre as progênes estudadas, foi realizada a análise de componentes principais, mostrando que a variação existente entre as progênes de mangueira é explicada em 62%, por três componentes principais. O componente principal 1 (CP1) explica 30,79% da variabilidade total e o componente principal 2 (CP2) explica 16,51% e o CP3 explica 14,9% (Tabela 5).

A técnica estatística descrita consiste em transformar um conjunto de variáveis originais em outro conjunto de variáveis de mesma dimensão denominadas de componentes principais. Os componentes apresentam propriedades importantes, sendo que cada um é uma combinação linear de todas as variáveis originais, são independentes entre si e estimados com o objetivo de reter, em ordem de estimação, o máximo de informação, em termos da variação total contida nos dados (HONGYU et al., 2016).

Tabela 5 Variância (autovalor) de cada componente principal e sua importância em relação à variância total estimada em 45 híbridos de mangueira, em Juazeiro-BA, na safra 2016/2017,

Componente Principal	Autovalores	Variância	Variância acumulada
CP1	5,54	0,3079	0,3079
CP2	2,97	0,1651	0,4730
CP3	2,68	0,1490	0,6220
CP4	2,01	0,1117	0,7337
CP5	1,75	0,0974	0,8310

Os caracteres que mais contribuíram para a variabilidade no componente principal 1 (CP1) foram massa do fruto, comprimento, diâmetro, massa da casca, teor de sólidos solúveis e massa da polpa, predominando um grupo de caracteres físicos do fruto. Para o CP2 foram a acidez total titulável e os caracteres relacionados à cor da casca, Quanto ao CP3 predominaram os caracteres, firmeza, cor polpa L* e cor polpa C* (Tabela 6). Com o uso da análise de componentes principais, é possível identificar os caracteres que contribuem mais ou menos para a variação acumulada. Aqueles que exibem maiores coeficientes (autovetores) nos componentes com maiores autovalores, são os que apresentam maiores contribuições (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

Em estudos realizados com a cultura da mangueira, Maia et al, (2016) verificaram que a ACP permitiu reduzir a dimensionalidade das variáveis originais, pois os dois primeiros componentes principais explicaram 76% da variabilidade total dos dados, e corroborando o presente estudo, os caracteres de maior peso para o CP1 foram massa, comprimento e diâmetro do fruto, massa da casca e da polpa. Sendo os caracteres que mais contribuíram para a variabilidade dos genótipos avaliados..

Já Lins (2017), verificou que pouco mais da metade da variação entre os 17 caracteres analisados foi retido nos três primeiros componentes principais, que, somados, foram responsáveis por 51,58% da variação total. O CP1, que teve como maior peso a porcentagem de polpa, explicou 32,79% da variação dos dados; o CP2, cujo maior peso foi obtido para massa da casca, explicou 11,22%; e o CP3 foi responsável por 7,57% e teve como maior peso a cor da polpa (H).

Tabela 6 - Autovetores associados aos caracteres e aos três primeiros componentes principais (CP1, CP2 e CP3), estimados em 45 híbridos de mangueira, em Juazeiro-BA, na safra 2016/2017.

Caracteres	CP1	CP2	CP3
Massa do fruto (g)	0,41	0,01	-0,03
Comprimento (mm)	0,39	0,12	-0,04
Diâmetro (mm)	0,30	-0,14	-0,06
Massa da casca (g)	0,36	-0,04	-0,01
Massa da semente (g)	0,24	-0,25	0,002
Firmeza (N)	0,08	0,11	0,51
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	-0,41	0,29	-0,01
Acidez (%)	-0,10	0,37	0,12
SST/AT	0,22	-0,27	-0,09
Fibra	-0,09	-0,16	-0,18
Massa da polpa (g)	0,40	0,06	-0,04
Rendimento de polpa	0,17	0,25	-0,04
Cor da casca (L)	-0,14	-0,32	0,21
Cor da casca (C)	0,10	-0,38	0,09
Cor da casca (H)	-0,02	0,36	-0,35
Cor da polpa (L)	0,10	0,21	0,48
Cor da polpa (C)	-0,03	-0,08	0,48
Cor da polpa (H)	0,26	0,22	0,12

(L = luminosidade, C= croma, H = cor verdadeira)

3.4 Conclusões

As progênies avaliadas apresentam variabilidade quanto aos caracteres físicoquímicos do fruto.

O caráter teor de polpa por fruto pode ser selecionado indiretamente por massa do fruto e comprimento do fruto, que são de mais fácil mensuração.

Os caracteres que mais contibuíram para a diversidade entre os híbridos foram massa, comprimento e diâmetro do fruto, massa da casca, teor de sólidos solúveis e massa da polpa.

O híbrido F3DT3A pode ser selecionado para caracteres relacionados ao tamanho do fruto e rendimento de polpa, além de caracteres relacionados à coloração do fruto.

O híbrido F3DT03 se destacou quanto a caracteres relacionados ao tamanho do fruto, rendimento de polpa e teor de sólidos solúveis totais, podendo ser envolvido em cruzamnetos futuros como fonte de caracteres de interesse econômico.

Os híbridos F7DT3B, TD61 e TD115 apresentaram as maiores médias para teor de sólidos solúveis totais, podendo ser selecionadas quanto a esse caráter.

Referências

- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 49 p. 2018.
- BENEVIDES, S. D, RAMOS, A. M; PEREZ, R. Necessidade da implementação da rastreabilidade como ferramenta de qualidade para a industrialização da manga na Zona da mata mineira. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13: p. 19-24, 2007.
- CARVALHO, C. R. L; ROSETTO, C. J.; MANTOVANI, D. M. B.; MORGANO, M. A.; CASTRO, J. V.; BORTOLETTO, N. Avaliação de cultivares de mangueira selecionadas pelo instituto agrônomo de Campinas comparadas a outras de importância comercial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 26, p. 264-271, 2004.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2ª ed. atualizada e ampliada. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. 783 p.
- CRUZ C. D; CARNEIRO P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, v. 2, 2003, 585 p.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, v. 2. 2006.
- FAOSTAT. **Produção mundial de manga**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/faostatgateway/go/to/download/Q/QC/E>> Acesso em: 13. out. 2018.
- FERREIRA, J. P. O. SCHMILDT, E R. SCHMILDT, W. de C. PIANTAVINHA L. F CATTANEO. Correlações entre características morfo-agronômicas de acessos de mamoeiro. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 8, n.14; p. 246, 2012.
- FONTES, E. A. F. **Cinética de alterações químicas e sensoriais em néctar de manga (*Mangifera indica* L. var. Ubá) durante tratamento térmico**. 2002. 112 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.
- HONGYU, K., SANDANIELO, V. L. M., JUNIOR, G. J. O. Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. **E&S - Engineering and Science**, ed. 5, v. 1, 2016.
- IPGRI. **Descriptors for Mango**. International Plant Genetic Resources Institute. Roma, 2006. 60 p.
- JERONIMO, E. M. BRUNINI, M. A.; ARRUDA, M. C. DE; CRUZ, J. C. S.; GAVA, G. J. C.; SILVA, M. DE A. Qualidade de mangas 'Tommy Atkins' armazenadas sob atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.4, p. 237-243, 2007.
- MAIA, M. C. C.; ARAÚJO, L. B. DE ; DIAS, C. T. DOS S. ; OLIVEIRA, L. C. DE ; VASCONCELOS, L. F. L. ; CARVALHO JÚNIOR, J. E. V. DE ; SIMEÃO, M. ;

- BASTOS, Y. G. M.. Selection of mango rosa genotypes in a breeding population using the multivariate-biplot method. **Ciência Rural**, v. 46, n. 10, p. 1689-1694, 2016.
- MAIA, M. C. C.; OLIVEIRA, L. C.; VASCONCELOS, L. F. L.; LIMA NETO, F. P.; YOKOMIZO, G. K. ; ARAÚJO, L. B. Repetibilidade de características quantitativas de frutos em seleções elite de manga Rosa. **Agro@ambiente on-line**, v. 11, p. 56, 2017.
- MAIA M. C. C.; RESENDE, M. D. V. de; OLIVEIRA, L. C. de; VASCONCELOS, L. F. L.; LIMA NETO, F. P. Análise genética em genótipos de manga rosa via REML/BLUP. **Revista Agrotecnologia**, Anápolis, v. 5, n. 1, p. 01-16, 2014.
- McGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v. 27, n. 12, p. 1254-1260, 1992.
- MONTALVO, E. et al. Changes of sugars, b-carotene and firmness of refrigerated Ataulfo mangoes treated with exogenous ethylene. **Journal of Agricultural Science**, v. 147, n. 2, p. 193-199, 2009.
- LEAL, V. D. J. **Seleção de Descritores Morfoagronômico e Análise de Dissimilaridade Genética em Acessos de Bananeira (Musa spp.)**. 2014. 104 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais). Cruz das Almas. 2014.
- LIMA A. T. B.; SOUZA V. A. B.; GOMES R. L. F.; Lima P. S. C. Molecular characterization of cajá, *Spondias mombin* (Anacardiaceae), by RAPD markers. **Genetics and Molecular Research**, v. 10, n. 4, p. 2893-2904, 2011.
- LIMA NETO F. P.; SANTOS, C. A. F.; LIMA, M. A. C.; RIZTOW, N. C.; CRUZ, M. de M. Avaliação de híbridos meios irmãos de mangueira da variedade surpresa, em um ciclo, no semiárido brasileiro. XXIII Congresso Brasileiro de Fruticultura. **Anais**. Cuiabá/MG. 2014.
- LIMA NETO, F. P.; SANTOS, C. A. F.; SANTOS, R. O.; COSTA, T. P. P. Avaliação de híbridos de mangueira entre variedades monoembriônicas, em uma safra, no Semiárido Brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2010, Natal. **Anais**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010.
- LINS, L. C. R. **Caracterização e seleção de progênies de mangueira (mangifera indica L.) quanto à qualidade dos frutos**. 2017. 103 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2017.
- PINTO, A. C. de Q.; LIMA NETO, F. P.; GUIMARAES, T. G. Estratégias do melhoramento genético da manga a visando atender a dinâmica de mercado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial, p. 64-72, 2011.
- PINTO, A. C. Q.; FALEIRO, F. G.; RAMOS, V. H. V.; CORDEIRO, M. C. R.; ANDRADE, S. R. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; DIAS, J. N. Performance of seven new mango (*Mangifera indica* L.) hybrid selections at the central region of brazil. **Acta Horticulturae**, v. 1, p. 137-145, 2009.
- PINTO, A. C. Q.; RAMOS, V. H. V.; DIAS, J. N. **Avaliação de cultivares e seleções híbridas de manga em áreas de cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 20 p. (Boletim de Pesquisa 140).
- PINTO, A. C. Q.; ROSSETTO, C. J.; FALEIRO, F. G. **Melhoramento Genético da Manga: Métodos, Resultados, Limitações e Estratégias**. In: Simpósio de Manga

do Vale do São Francisco, 1, 2005, Juazeiro - BA. Palestras. Embrapa Semi-Árido. Petrolina - PE. 2005.

PRADO, K. de A. C. do; LIMA, M. A. C. de; LIMA NETO, F. P.; CRUZ, M. de M. Caracterização da qualidade de frutos de híbridos das variedades de manga Haden e Surpresa. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 10., 2015, Petrolina. **Anais**. Petrolina: Embrapa Semiárido, p. 249-253, 2015.

R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

RIBEIRO, T. P.; LIMA, M A C. de; TRINDADE, D. C. G. da ; LIMA NETO, F. P. ; RISTOW, N. C. Quality and bioactive compounds in fruit of foreign accessions of mango conserved in an Active Germplasm Bank1. **Revista Ciência Agronômica** (UFC. Online), v. 46, p. 117-125, 2015.

SANTOS, C. A. F.; LIMA FILHO, J. M. P.; LIMA NETO, F. P. Estratégias para o desenvolvimento de novas cultivares de manga para o Semi-Árido Brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 493-497, 2010.

SAS-Statistical Analyses System. **Statistical analysis system user's guide. Version 9.2**. Cary: Statistical Analyses System Institute, 2008.

SOUSA, E. M. de C. **Caracterização morfológica, seleção de descritores e diversidade genética entre acessos de manga do banco ativo de germoplasma da Embrapa Semiárido**. 2018. 103 f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz da Almas-BA, 2018.

WYZYKOWSKI, J.; ARAÚJO, J. L. P.; ALMEIDA, C. O. **Mercado e Comercialização**. In: GENÚ, P. J. C.; PINTO, A. C. Q. A Cultura da Manga. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília - DF. p. 433-444. 2002.



Figura 7 – Híbrido F3TD3A em destaque. Frutos com as maiores médias para os caracteres relacionados ao tamanho do fruto e rendimento de polpa, além de apresentar cores de casca tendendo do laranja ao vermelho.



Figura 8 – Híbrido F7DT3B em destaque. Maiores médias para sólidos solúveis totais.



Figura 9 – Híbrido F3DT03 em destaque. Destaque para os descritores relacionados ao tamanho do fruto, rendimento de polpa e sólidos solúveis totais.



Figura 10 – Híbrido HT80. Destaque para o descritor Coloração da polpa, tendendo ao alaranjado.

CAPÍTULO II

Avaliação e seleção de híbridos de mangueira no semiárido brasileiro

RESUMO

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma das mais importantes frutíferas tropicais, com uma grande variabilidade genética disponível, porém a produção de frutos em pomares comerciais se concentra em poucas cultivares. Assim, objetivou-se estimar os parâmetros genéticos e selecionar genótipos superiores de mangueira, utilizando a abordagem de modelos mistos. Os 16 genótipos, entre eles variedades e seleções híbridas de mangueira, delineados em blocos ao acaso com seis repetições, foram avaliados quanto aos caracteres físico-químicos do fruto. As estimativas de herdabilidade foram de média a alta magnitude (0,45 a 0,99) e altos valores de acurácia foram observados para todos os caracteres considerados (0,67 a 0,99). Os caracteres massa do fruto e massa da polpa apresentaram correlações positivas e significativas com comprimento e diâmetro do fruto. A variedade Tommy Atkins foi superada quanto a massa do fruto e massa da polpa pela seleção híbrida CPAC26934. As elevadas estimativas de herdabilidade individual, para caracteres de interesse econômico, indicam possibilidade de seleção individual de híbridos, utilizando a metodologia REML/BLUP. Os híbridos CPAC 26394, Lita e Rosa 46 podem ser selecionados para caracteres relacionados ao tamanho do fruto. Os híbridos R12P09, CPAC 2293, Roxa, Omega, Alfa e Lita, foram superiores à testemunha (Tommy Atkins) para os caracteres sólidos solúveis totais e relação teor de sólidos solúveis totais/acidez titulável. O híbrido Roxa apresentou polpa com pouca ou nenhuma fibra. Os genótipos Alfa, CPAC 5895, Ômega, R10P08, R12P09, R13P10, ROSA 2, Rosa 36 e Rosa 46 apresentaram polpa livre de colapso interno.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L., herdabilidade, correlação genética, ganhos genéticos

Chapter II

Evaluation and selection of mangotree hybrids in the Brazilian semiarid

ABSTRACT

Mango (*Mangifera indica* L.) Is one of the most important tropical fruit, with a great genetic variability available, but fruit production in commercial orchards is concentrated in a few cultivars. Thus, the objective was to estimate the genetic parameters and select superior mango tree genotypes using the mixed model approach. The 16 genotypes, including varieties and hybrid selections of hose, randomized blocks with six replications, were evaluated for the physicochemical characteristics of the fruit. Heritability estimates were from medium to high magnitude (0.45 to 0.99) and high accuracy values were observed for all traits considered (0.67 to 0.99). The characters fruit mass and pulp mass showed positive and significant correlations with fruit length and diameter. The Tommy Atkins variety was surpassed in fruit mass and pulp mass by the CPAC26934 hybrid selection. The high estimates of individual heritability for traits of economic interest indicate the possibility of individual selection of hybrids using the REML / BLUP methodology. The hybrids CPAC 26394, Lita and Rosa 46 can be selected for characters related to fruit size. The hybrids R12P09, CPAC 2293, Roxa, Omega, Alpha and Lita were superior to the control (Tommy Atkins) for total soluble solid characters and total soluble solids / titratable acidity ratio. The Roxa hybrid presented pulp with little or no fiber. The Alpha, CPAC 5895, Omega, R10P08, R12P09, R13P10, ROSA 2, Rosa 36 and Rosa 46 genotypes presented pulp free of internal collapse.

Key words: *Mangifera indica* L, heritability, genetic correlation, genetic gains,

4.1 Introdução

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma das mais importantes culturas frutíferas em termos de cobertura de área e produção. Seu fruto é bastante apreciado devido ao sabor e elevado valor nutricional e terapêutico. No Brasil, a mangueira é cultivada em vários estados, cuja produção alcança todo o território nacional e o mercado externo (SINGH et al., 2015; LIMA et al., 2016). No ano de 2017, as exportações brasileiras alcançaram 180 mil toneladas, proporcionando uma receita de aproximadamente 205 milhões de dólares (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2018).

A cultura da mangueira apresenta grande variabilidade genética, porém a produção de frutos em pomares comerciais se concentra em poucas cultivares. Com a ampliação do número de concorrentes nas exportações brasileiras, há a necessidade de diversificar as variedades cultivadas por meio de seleção de novas variedades, assim, o investimento nos programas de melhoramento da cultura tem um papel fundamental no processo (LIMA NETO, 2009; MAIA et al., 2017).

Além das cinco variedades tradicionais de origem americana, Tommy Atkins, Haden, Palmer, Keitt e Kent, há outras, apresentando potencial para conquistar os mercados internos e externos (LIMA NETO, 2009). Pinto et al (2009) avaliando sete seleções híbridas de mangueira cultivadas na região dos Cerrados, com o objetivo de identificar materiais com caracteres superiores ao da 'Tommy Atkins', identificaram seleções híbridas com melhor desempenho quanto a produção e qualidade de frutos do que as duas cultivares testemunha, Heidi e Tommy Atkins.

O melhoramento genético da mangueira é uma estratégia para se obter maior eficiência de produção e qualidade de produto. A utilização de metodologias específicas que traduzam fielmente a herdabilidade dos caracteres a ser selecionados se faz necessária, resultando em plantas sucessoras produtivas apresentando padrão de qualidade de frutos, padrão de qualidade que pode determinar a aceitação do produto e ter influência direta no preço obtido em sua comercialização (HADNER et al., 2012; SILVA et al., 2012; ASSUNÇÃO, 2014).

Em se tratando de uma fruteira perene, como a mangueira, métodos mais eficientes de análise e ranqueamento de genótipos podem ser necessários, por conta da complexidade de alguns caracteres da cultura. A aplicação de procedimentos estatísticos mais refinados, como a análise padrão de estimação de

componentes de variância e predição de componentes de média via REML/BLUP, estabelecem uma tendência recente no melhoramento genético de plantas, fornecendo parâmetros adicionais importantes na identificação de materiais genéticos superiores (BROWN et al., 2009; MAIA et al., 2011; MAIA et al., 2017).

MAIA et al (2014), utilizando a metodologia REML/BLUP na estimação de componentes de variância e predição dos valores genotípicos em uma população de melhoramento de mangueira, com base em caracteres agroindustriais do fruto, concluiu que o estudo permitiu a obtenção de informações técnicas para a realização de seleção precoce na população.

A avaliação de híbridos de mangueira promissores é um dos pré-requisitos para o sucesso no cultivo da fruteira, Portanto, torna-se decisivo estudar o desempenho de diferentes seleções híbridas de mangueira no intuito de disponibilizar materiais que possam concorrer com os já existentes no mercado, (SINGH et al., 2015).

Objetivou-se estimar os parâmetros genéticos de caracteres de qualidade do fruto em variedades e seleções híbridas de mangueira, para a seleção de genótipos superiores, usando a metodologia de modelos mistos.

4.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Mandacaru, no município de Juazeiro-BA, pertencente à Embrapa Semiárido, nas coordenadas latitude 9° 24' S e longitude 40° 26' W, O clima é semiárido e o solo do tipo Vertissolo. De acordo com os dados meteorológicos da estação experimental, a precipitação pluvial no ano de 2017 foi de 99,13 mm, enquanto a umidade relativa do ar, de 68,24%. A temperatura média anual é 26,76 °C, sendo que a média da temperatura máxima é de 33,52 °C e a média da temperatura mínima é de 21,05 °C.

Um ensaio nacional do Programa de Melhoramento Genético da Mangueira, visando recomendação de material genético que reúna características produtivas, adaptativas, estáveis e tecnológicas importantes para atender aos produtores, aos consumidores, à agroindústria e aos distribuidores, foi implantado na Embrapa Semiárido com 25 materiais selecionados; das quais, as seguintes seleções foram avaliadas na safra 2017/2018: Rosa 2, CPAC 26394, Rosa 36, Rosa 46; CPAC 5895, Lita, Alfa, Ômega, Beta, Roxa, CPAC 2293, R12P09, R6P06, R10P08,

R13P010 e Tommy Atkins. O experimento foi implantado em delineamento em blocos ao acaso, com 25 tratamentos e 6 repetições, sendo uma planta por parcela.

As práticas culturais recomendadas foram implementadas, fazendo-se a irrigação por microaspersão, podas de limpeza após as operações de colheita, para a remoção de ramos secos, doentes e tardios e de restos de colheita visando ao controle fitossanitário e à obtenção de ramos produtivos, além de capinas regulares através da roçagem ou da aplicação de herbicidas. Os requerimentos nutricionais são estimados com base em análises foliares e edáficas realizadas após as operações de colheita.

Para análise, os frutos foram coletados em “ponto de colheita” (maturação fisiológica), dos quais 10 foram utilizados para as análises. Os frutos foram levados ao Laboratório Pós-colheita da Embrapa Semiárido, onde foram armazenados em câmara fria, a 12°C, até estarem maduros, em “ponto de consumo”, para serem submetidos às análises.

Os caracteres analisados foram: massa do fruto (g), comprimento (mm), diâmetro (mm), massa da casca (g), massa da semente (g), massa da polpa (g), rendimento de polpa (%), firmeza da polpa (N), sólidos solúveis totais (°Brix), acidez total titulável (% ácido cítrico/g de polpa), relação sólidos solúveis/acidez (SST/ATT), cor da casca e cor da polpa, fibrosidade da polpa e presença de colapso interno da polpa.

A massa do fruto, da casca e do endocarpo (caroço) foram determinadas em balança de precisão. As medidas de comprimento e diâmetro dos frutos foram realizadas com o auxílio de um paquímetro digital. A massa da polpa (g) foi calculada pela diferença entre os caracteres massa do fruto, massa de casca e massa da semente; enquanto o rendimento de polpa, em %, foi obtido pela razão entre as massas da polpa e do fruto, multiplicada por 100.

A firmeza da polpa foi determinada com a retirada de toda a casca, deixando-se a polpa do fruto exposta para introdução do aparelho penetrômetro analógico de dupla escala (marca TR), os resultados foram expressos em N.

O teor de sólidos solúveis totais, em °Brix, foi obtido com leituras em refratômetro digital (ATAGO PAL-1) usando gotas de suco de cada fruto, já a acidez titulável total foi determinada através do peso de 1 g do suco dissolvido em 50 ml de água destilada posteriormente mensurada em titulador modelo Tritino Plus 848

(Metrohm) e expressa em % de ácido cítrico. A relação SST/ATT correspondeu à razão entre teor de sólidos solúveis totais e acidez titulável total.

A presença de fibras foi analisada em escala subjetiva (visual e tátil) com a atribuição de notas, considerando-se ausente = 1, fibra moderada = 2 e fibrosa = 3. Cor da casca e cor da polpa foram determinadas com o auxílio de um colorímetro (Konica Minolta), usando os atributos de luminosidade (L), croma (C) e hue (H), onde o coeficiente L (luminosidade) varia de 0 a 100; $L^* = 0$ (cores escuras ou opacas) e $L^* = 100$ (cores brancas ou de máximo brilho); o C (croma – saturação ou intensidade da cor), quanto maior o valor, indica maior pureza ou intensidade da cor; o H (cor verdadeira) varia de 0 a 360°, sendo 0° – vermelho, 90° – amarelo, 180° – verde e 270° – azul (McGUIRE, 1992).

Os frutos ainda foram avaliados quanto à presença ou ausência de sintomas de colapso interno da polpa. Frutos que apresentaram degradação da polpa, formação de cavidade abaixo do pendunculo, fendilhamento da semente e manchas necróticas na polpa e na cavidade penduncular foram caracterizados como sintomas de desordem fisiológica.

As análises estatísticas foram realizadas de acordo com o modelo linear misto descrito a seguir:

$$y = Xb + Zg + e,$$

Em que:

Y - vetor de observações fenotípicas; X - matriz de incidência dos efeitos fixos; b: vetor de efeitos fixos (blocos); Z - matriz de incidência dos efeitos aleatórios; g - vetor de efeitos aleatórios das plantas ou genótipos; sendo $g \sim NMV(G, 0)$.

Os componentes da variância foram estimados pelo método de máxima verossimilhança restrita (REML). O ajuste do modelo linear misto e obtenção das soluções BLUE (melhor estimativa linear não-tendenciosa) dos efeitos fixos e predições BLUP (melhor predição linear não-viesada) dos valores genotípicos foi feito via Proc Mixed do SAS (LITTELL et al., 2006). Estimou-se também as acurácias das predições BLUP (ac) e a herdabilidade (h^2) para seleção em nível de planta (RESENDE, 2002).

As associações entre os caracteres foram aferidas pela estimativa da correlação genética, cuja significância foi testada usando-se o método bootstrap não paramétrico, realizado com o auxílio do software Genes (CRUZ, 2013). Foi estimado

o ganho genético a partir da média das predições BLUP dos valores genotípicos dos híbridos avaliados (SAS, 2008).

4.3 Resultados e discussão

As estimativas da herdabilidade individual no sentido restrito, para os caracteres avaliados, apresentaram valores de média a alta magnitude (0,45 a 0,99). Verifica-se que os caracteres massa, comprimento e diâmetro do fruto apresentaram elevados valores de herdabilidade, revelando um alto controle genético em um processo de seleção (Tabela 7), Estes caracteres são importantes para a comercialização e consumo *in natura* do fruto.

Tabela 7 Estimativas de herdabilidade (h^2), acurácia (ac) para os caracteres do frutos avaliados em 16 genótipos de mangueira na Embrapa Semiárido, na safra 2017/2018.

Caracteres ¹	Herdabilidade		Acurácia
	h^2		ac
MASSA	0,73		0,85
COMP	0,84		0,91
DIAM	0,71		0,84
CASC	0,59		0,76
SEM	0,82		0,91
FIR	0,62		0,79
MP	0,72		0,75
RP	0,57		0,76
SST	0,99		0,99
AT	0,45		0,67
SST/AT	0,89		0,94
CCL	0,87		0,93
CCC	0,83		0,91
CCH	0,77		0,88
CPL	0,67		0,82
CPC	0,77		0,87
CPH	0,68		0,82

¹ MASSA = massa do fruto (g); COMP = comprimento do fruto (mm); DIAM = diâmetro do fruto (mm)); CASC = massa da casca (g); SEM = massa da semente (g) e MP = massa da polpa (g); RP = rendimento de polpa (%); FIRM = firmeza de polpa (N); SST = sólidos solúveis totais (°Brix); AT = acidez total titulável (%) e SST/AT = relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável; CCL = luminosidade da cor da casca, CCC = croma da cor da casca, CCH = cor verdadeira da casca, CPL = luminosidade da cor da polpa, CPC = croma da cor da polpa e CPH = cor verdadeira da polpa.

Para SST e SST/AT, os valores de herdabilidade apresentaram-se com maior magnitude, 0,99 e 0,89, respectivamente, Indicando uma condição favorável para ganho genético com a seleção. Estes caracteres estão relacionados tanto com o consumo *in natura* quanto com o processamento.

No trabalho realizado por Hadner et al. (2012), utilizando a metodologia REML/BLUP, foi obtido sucesso na predição dos valores genéticos para o peso médio dos frutos em mangueira a partir de dados desbalanceados coletados ao longo de várias safras e ensaios. As estimativas de herdabilidade variaram de 0,46 a 0,94, indicando um médio a alto controle genético.

Quanto aos caracteres relacionados à cor do fruto e da polpa, foram obtidas estimativas de herdabilidade variando de 0,67 a 0,87. Os caracteres CCH e CPH apresentaram valores de média a alta herdabilidade, 0,77 e 0,68, respectivamente. A coloração dos frutos é um importante atributo de qualidade, não só por contribuir para uma boa aparência, mas também, por determinar a preferência do consumidor, Além disso, pode ser um importante fator na determinação do estágio de maturação (MOTTA et al., 2015).

Estimativas de herdabilidade acrescentam informações valiosas para os melhoristas de manga, no estabelecimento eficiente de esquemas de cruzamentos e no processo seletivo (BROWN et al., 2009). Vale destacar que a herdabilidade não é imutável, sendo influenciada pela característica avaliada, pela população e condições ambientais nas quais estão submetidas as populações, unidade experimental, tamanho da amostra e acurácia na coleta dos dados (FALCONER, 1987).

No conjunto da avaliação genotípica, o parâmetro estatístico mais importante é a acurácia (ac), o qual se refere à correlação entre o valor genotípico verdadeiro do material genético e aquele estimado ou predito, a partir das informações dos experimentos de campo (MAIA et al., 2014). Neste estudo, obteve-se variação de 0,67 a 0,99 (Tabela 7), ou seja, altas acurácias foram observadas para todos os caracteres considerados, com exceção de AT (0,67).

Nos estudos de Maia et al. (2017), foram obtidas valores de acurácias variando de de 0,23 (%polpa) a 0,97 (pH), sendo encontradas estimativas maiores ou iguais a 0,71 para onze dos doze caracteres avaliados. Destacaram que um significativo grau de certeza nas inferências, precisão e ganho na seleção pôde ser observado, exceto para % polpa. Um processo de seleção torna-se mais efetivo

quando age sobre caracteres de alta herdabilidade e que tenham alguma associação com caráter de importância econômica (ASSIS et al., 2010).

Pelas estimativas dos coeficientes de correlação genética mensuradas entre os caracteres avaliados, verifica-se que os caracteres massa do fruto e massa da polpa apresentaram correlações positivas e significativas com os caracteres comprimento e diâmetro do fruto (tabela 8), estes últimos podem ser usados para a seleção dos primeiros, que são de mensuração mais difícil. Para rendimento de polpa, foram obtidas associações genéticas positivas e significativas com massa e diâmetro do fruto. O rendimento de polpa é uma característica de grande importância para indústrias de processamento de frutos. Segundo Maia et al. (2014), estimativas de associações genéticas entre caracteres são indispensáveis, uma vez que permitem ao melhorista avaliar a resposta seletiva e obter ganhos indiretos em outras variáveis.

A seleção de genótipos com caracteres desejáveis do fruto torna-se facilitada pela presença de correlações genéticas positivas e significativas entre eles. Com isso, caracteres de natureza genética complexa e bastante influenciados pelo ambiente, podem ser selecionados indiretamente a partir de caracteres providos com medidas mais fáceis e menos passíveis de erros de mensuração (CRUZ et al, 2004; MAIA et al., 2014).

Com o descritor relacionado à cor verdadeira da casca do fruto (CCH), foram obtidas correlações negativas e significativas com massa e diâmetro do fruto, massa da polpa e rendimento de polpa. Com isso, foi possível observar que frutos de maior tamanho apresentaram menores valores de CCH, ou seja, cores tendendo do amarelo ao vermelho. Já nos frutos com menor tamanho, foi observada uma tendência a cores amarela a verde. Frutos de maior tamanho e com coloração avermelhada são caracteres buscados em um processo de seleção.

A aparência visual de frutas é um determinante de qualidade muito importante na escolha para o consumidor. Assim, a cor da manga é um fator importante na escolha do consumidor, e os frutos recobertos de cor vermelha são especialmente mais valorizados nos mercados internacionais (BROWN et al., 2009), porém não há tanta exigência quanto a cor no mercado interno brasileiro.

Tabela 8 Estimativas dos coeficientes de correlação genética entre caracteres do fruto¹, avaliados em 16 híbridos de mangueira na Embrapa Semiárido, em Juazeiro-BA, na safra 2017/2018.

	COMP	DIAM	CASC	SEM	FIR	MP	RP	SST	AT	SSTAT	CCL	CCC	CCH	CPL	CPC	CPH
MASSA	0,6986*	0,8368*	0,9183*	0,9280*	0,0175	0,9983*	0,8090*	-0,5633	-0,1256	-0,3520	-0,1955	-0,0203	-0,7375*	-0,3346	-0,2118	-0,0774
COMP		0,3153	0,6406*	0,7511*	0,0083	0,6812*	0,4396	-0,3157	-0,0217	-0,1923	-0,0441	0,0365	-0,4675	-0,0185	-0,4824	-0,1313
DIAM			0,6771*	0,7924*	0,0896	0,8429*	0,7972*	-0,4782	-0,1891	-0,3509	-0,0404	0,1020	-0,7026*	-0,2897	0,0728	-0,1540
CASC				0,8175*	-0,0731	0,9060*	0,6184	-0,5327	-0,1881	-0,2569	-0,1762	0,0107	-0,6974*	-0,3632	-0,2747	-0,0312
SEM					0,0196	0,9111*	0,6195	-0,5528	-0,0779	-0,3558	-0,0394	0,1172	-0,7075*	-0,2486	-0,2409	-0,1290
FIR						0,0290	0,1080	-0,4728	0,4583	-0,6145	0,4530	0,4215	-0,1736	0,4033	0,7113*	-0,2689
MP							0,8380*	-0,5588	-0,1204	-0,3573	-0,2137	-0,0398	-0,7331*	-0,3379	-0,1946	-0,0723
RP								-0,3187	-0,0633	-0,3366	-0,2818	-0,1646	-0,6280*	-0,2984	-0,0333	-0,1420
SST									-0,1434	0,6008	-0,0155	-0,1245	0,2714	0,1484	-0,2899	0,1067
AT										-0,7683*	0,1936	0,1764	0,0079	0,3262	0,1268	0,0575
SSTAT											-0,3124	-0,3897	0,2958	-0,1643	-0,2010	0,0222
CCL												0,5763	0,1078	0,6422*	0,1938	0,1078
CCC													-0,2033	0,5763	0,1016	0,1923
CCH														-0,0379	0,0413	0,0356
CPL															0,0514	0,4184
CPC																-0,4106

* significativo a 1% pelo teste t.

¹MASSA = massa do fruto (g); COMP = comprimento do fruto (mm); DIAM = diâmetro do fruto (mm); CASC = massa da casca (g); SEM = massa da semente (g) e MP = massa da polpa (g); RP = rendimento de polpa (%); FIRM = firmeza de polpa (N); SST = sólidos solúveis totais (°Brix); AT = acidez total titulável (%) e SST/AT = relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável; CCL = luminosidade da cor da casca, CCC = croma da cor da casca, CCH = cor verdadeira da casca, CPL = luminosidade da cor da polpa, CPC = croma da cor da polpa e CPH = cor verdadeira da polpa.

A predição dos valores genotípicos, ganho genético e nova média, para os caracteres avaliados (tabela 9) mostram que para massa do fruto e massa da polpa houve um elevado grau de coincidência no ranqueamento dos genótipos, com os melhores ganhos para CPAC26934, Tommy Atkins, Lita, Rosa 46 e R6P16, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos por Maia et al. (2014), com alto grau de concordância no ordenamento entre os genótipos para os caracteres em questão, devido a correlação de alta magnitude encontrada entre eles.

A variedade Tommy Atkins foi superada quanto a massa do fruto e massa da polpa pela seleção híbrida CPAC26934. Maia et al. (2017), observaram a Tommy Atkins como superior aos outros genótipos, quanto a massa do fruto. Desse modo, tomando como critério os caracteres massa do fruto e da polpa, o genótipo CPAC 26934 pode ser candidato à seleção.

Para os outros caracteres, houve alterações quanto ao ranqueamento dos genótipos. Estes resultados corroboram com os de Maia et al. (2014), que associam alteração no ordenamento dos genótipos como resposta das correlações de baixa e média magnitude encontradas, com algumas exceções.

Quanto à firmeza do fruto, os genótipos que apresentaram os maiores ganhos foram CPAC5895, Rosa 46, R13P10, CPAC26394, Rosa 36, Rosa 2, Ômega e R6P16. Um dos aspectos mais significativos da qualidade da manga para os consumidores é a firmeza, pois representa a maturação. Além disso, esta característica pode definir a vida de prateleira e a resistência ao transporte (JHA et al., 2010; PINTO et al., 2011; MAIA et al., 2014).

Para rendimento de polpa (RP), a variedade Tommy Atkins apresentou os maiores ganhos, porém, CPAC 26394, Roxa, Lita, Ômega, R6P16 e Rosa 46 também apresentaram ganhos, podendo ser selecionadas quanto a esse descritor. Para processamento industrial, valores de RP acima de 60% são os mais requisitados, sendo que todos os genótipos avaliados neste estudo obtiveram rendimento de polpa acima de 70%. Maia et al, (2017), obtiveram ordenamento dos genótipos diferente e ganhos inferiores aos encontrados neste estudo.

No trabalho desenvolvido por Pinto et al, (2009), visando identificar caracteres agrônômicos e de qualidade do fruto superiores aos da Tommy Atkins, em sete seleções híbridas obtidas na Embrapa Cerrados, obtiveram genótipos com excelente rendimento de polpa e entre 10 e 18% maior do que o rendimento de polpa da referida variedade.

Tabela 9 Distribuição, baseado nos valores genotípicos dos 16 genótipos, valor genético (VG) valor da média mais efeito genético (U+G), ganho, nova média, dos caracteres do fruto avaliados, em Juazeiro-BA, na safra 2017/2018.

Genótipo	MASSA (g)				Genótipo	COMP (mm)				Genótipo	DIAM (mm)			
	VG	U + G	Ganho	Nova média		VG	U + G	Ganho	Nova média		VG	U + G	Ganho	Nova média
CPAC26394	175,15	561,62	175,15	561,62	CPAC26394	40,61	152,58	40,61	152,58	TOMMY	11,50	93,89	11,50	93,89
TOMMY	167,39	553,86	171,27	559,68	R6P16	14,28	126,26	27,45	146,00	CPAC26394	6,02	88,41	8,76	92,52
LITA	18,79	405,26	93,09	532,97	LITA	13,46	125,43	13,87	139,28	ROSA46	4,28	86,67	5,15	90,86
ROSA46	16,05	402,52	17,42	500,70	ALFA	8,95	120,92	11,20	135,25	ROSA2	4,01	86,40	4,14	89,78
R6P16	9,62	396,09	12,84	480,42	ROSA46	8,59	120,56	8,77	132,35	ROSA36	3,99	86,38	4,00	89,10
ROSA36	5,63	392,10	7,63	466,03	CPAC2293	7,45	119,42	8,02	130,29	ROXA	3,00	85,39	3,50	88,57
R10P08	4,47	390,94	5,05	455,39	TOMMY	2,87	114,84	5,16	128,41	R10P08	0,65	83,04	1,83	87,94
ALFA	-0,26	386,21	2,11	447,04	ROSA36	-1,36	110,62	0,76	126,45	R13P10	0,22	82,61	0,44	87,30
R13P10	-7,90	378,57	-4,08	439,86	OMEGA	-5,84	106,13	-3,60	124,44	LITA	-0,75	81,64	-0,26	86,73
ROSA2	-9,76	376,71	-8,83	433,63	BETA	-6,75	105,22	-6,30	122,57	ALFA	-0,96	81,43	-0,85	86,21
ROXA	-18,67	367,80	-14,21	428,05	R10P08	-11,50	100,47	-9,13	120,77	R6P16	-2,97	79,42	-1,96	85,68
CPAC2293	-21,34	365,13	-20,00	422,92	ROSA2	-11,92	100,05	-11,71	119,06	OMEGA	-3,49	78,90	-3,23	85,14
OMEGA	-47,18	339,29	-34,26	417,48	R12P09	-12,41	99,56	-12,17	117,58	BETA	-4,81	77,58	-4,15	84,61
BETA	-64,04	322,43	-55,61	411,30	R13P10	-13,59	98,38	-13,00	116,25	CPAC2293	-5,88	76,51	-5,35	84,07
R12P09	-107,91	278,56	-85,98	403,91	ROXA	-15,21	96,76	-14,40	115,01	R12P09	-5,99	76,40	-5,94	83,56
CPAC5895	-120,05	266,42	-113,98	395,69	CPAC5895	-17,61	94,36	-16,41	113,79	CPAC5895	-8,83	73,56	-7,41	83,03

MASSA = massa do fruto (g); COMP = comprimento do fruto (mm); DIAM = diâmetro do fruto (mm)); CASCA = massa da casca (g); SEM = massa da semente (g) e MP = massa da polpa (g); RP = rendimento de polpa (%); FIRM = firmeza de polpa; SST = sólidos solúveis totais (°Brix); ATT = acidez total titulável e SST/AT = relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável; Cor da casca (CCL = luminosidade, CCC= croma, CCH = cor verdadeira); Cor da polpa (CPL = luminosidade, CPC= croma, CPH = cor verdadeira).

Tabela 9 Distribuição, baseado nos valores genotípicos dos 16 genótipos, valor genético (VG) valor da média mais efeito genético (U+G), ganho, nova média, dos caracteres do fruto avaliados, em Juazeiro-BA, na safra 2017/2018.

Genótipo	CASCA (g)				Genótipo	SEM (g)				Genótipo	FIRM (N)			
	VG	U + G	Ganho	Nova média		VG	U + G	Ganho	Nova média		VG	U + G	Ganho	Nova Média
TOMMY	10,84	57,95	10,84	57,95	CPAC26394	18,68	67,92	18,68	67,92	CPAC5895	1,58	10,97	1,58	10,97
CPAC26394	9,76	56,87	10,30	57,68	TOMMY	12,93	62,17	15,81	66,48	ROSA46	1,37	10,76	1,48	10,92
R13P10	4,46	51,57	7,11	56,52	ROSA46	6,18	55,42	9,56	63,92	R13P10	0,87	10,26	1,12	10,78
R6P16	2,74	49,85	3,60	55,07	ROSA36	5,73	54,97	5,96	61,74	CPAC26394	0,58	9,97	0,73	10,61
CPAC2293	2,62	49,73	2,68	54,01	ALFA	2,83	52,06	4,28	60,09	ROSA36	0,53	9,92	0,55	10,48
R10P08	0,98	48,09	1,80	53,16	ROSA2	0,56	49,80	1,69	58,57	ROSA2	0,49	9,88	0,51	10,38
LITA	0,74	47,85	0,86	52,42	R10P08	0,43	49,67	0,50	57,30	OMEGA	0,45	9,84	0,47	10,31
ALFA	0,55	47,66	0,64	51,84	LITA	0,00	49,24	0,22	56,32	R6P16	0,37	9,75	0,41	10,24
ROSA36	-1,00	46,11	-0,23	51,29	CPAC2293	-0,76	48,48	-0,38	55,49	TOMMY	0,14	9,53	0,25	10,18
ROSA46	-1,43	45,68	-1,21	50,75	R6P16	-1,95	47,29	-1,35	54,73	R12P09	0,14	9,53	0,14	10,11
ROSA2	-1,44	45,67	-1,44	50,29	BETA	-3,89	45,35	-2,92	53,97	LITA	-0,55	8,84	-0,20	10,03
OMEGA	-3,10	44,01	-2,27	49,83	R13P10	-4,38	44,86	-4,13	53,23	CPAC2293	-0,58	8,80	-0,57	9,93
BETA	-3,15	43,96	-3,13	49,38	ROXA	-6,78	42,46	-5,58	52,49	ROXA	-0,77	8,62	-0,68	9,83
ROXA	-3,70	43,41	-3,43	48,98	OMEGA	-7,31	41,93	-7,05	51,76	R10P08	-1,46	7,93	-1,11	9,72
R12P09	-9,07	38,04	-6,38	48,43	R12P09	-10,45	38,79	-8,88	51,00	BETA	-1,48	7,91	-1,47	9,60
CPAC5895	-9,78	37,33	-9,43	47,75	CPAC5895	-11,83	37,40	-11,14	50,19	ALFA	-1,69	7,70	-1,58	9,49

MASSA = massa do fruto (g); COMP = comprimento do fruto (mm); DIAM = diâmetro do fruto (mm); CASCA = massa da casca (g); SEM = massa da semente (g) e MP = massa da polpa (g); RP = rendimento de polpa (%); FIRM = firmeza de polpa; SST = sólidos solúveis totais (°Brix); ATT = acidez total titulável e SST/AT = relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável; Cor da casca (CCL = luminosidade, CCC= croma, CCH = cor verdadeira); Cor da polpa (CPL = luminosidade, CPC= croma, CPH = cor verdadeira).

Tabela 9 Distribuição, baseado nos valores genotípicos dos 16 genótipos, valor genético (VG) valor da média mais efeito genético (U+G), ganho, nova média, dos caracteres do fruto avaliados, na safra 2017/2018.

Genótipos	MP (g)				Genótipos	RP (%)			
	VG	U + G	Ganho	Nova média		VG	U + G	Ganho	Nova média
CPAC26394	142,17	432,29	142,17	432,29	TOMMY	2,99	77,25	2,99	77,25
TOMMY	141,38	431,50	141,78	432,09	CPAC26394	1,88	76,14	2,44	76,97
LITA	17,16	307,28	79,27	411,19	ROXA	1,50	75,75	1,69	76,63
ROSA46	11,23	301,35	14,20	384,47	LITA	0,93	75,19	1,21	76,34
R6P16	8,36	298,48	9,80	367,56	OMEGA	0,39	74,65	0,66	76,06
R10P08	2,77	292,89	5,56	355,58	R6P16	0,33	74,58	0,36	75,82
ROSA36	0,25	290,37	1,51	346,45	ROSA46	0,21	74,46	0,27	75,63
ALFA	-4,02	286,10	-1,89	339,17	ROSA2	0,01	74,27	0,11	75,47
ROXA	-7,89	282,23	-5,95	333,06	ALFA	-0,37	73,88	-0,18	75,32
R13P10	-8,20	281,92	-8,05	327,96	R10P08	-0,39	73,86	-0,38	75,17
ROSA2	-8,59	281,53	-8,40	323,76	ROSA36	-0,40	73,86	-0,39	75,05
CPAC2293	-23,65	266,47	-16,12	319,61	R13P10	-0,84	73,41	-0,62	74,94
OMEGA	-35,17	254,95	-29,41	315,08	CPAC5895	-1,36	72,90	-1,10	74,80
BETA	-55,66	234,46	-45,42	310,05	R12P09	-1,37	72,88	-1,37	74,66
R12P09	-85,77	204,35	-70,72	304,01	CPAC2293	-1,53	72,73	-1,45	74,54
CPAC5895	-94,35	195,77	-90,06	297,51	BETA	-1,97	72,29	-1,75	74,41

MASSA = massa do fruto (g); COMP = comprimento do fruto (mm); DIAM = diâmetro do fruto (mm); CASCA = massa da casca (g); SEM = massa da semente (g) e MP = massa da polpa (g); RP = rendimento de polpa (%); FIRM = firmeza de polpa; SST = sólidos solúveis totais (°Brix); ATT = acidez total titulável e SST/AT = relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável; Cor da casca (CCL = luminosidade, CCC= croma, CCH = cor verdadeira); Cor da polpa (CPL = luminosidade, CPC= croma, CPH = cor verdadeira).

Tabela 9 Distribuição, baseado nos valores genotípicos dos 16 genótipos, valor genético (VG) valor da média mais efeito genético (U+G), ganho, nova média, dos caracteres do fruto avaliados, em Juazeiro-BA, na safra 2017/2018.

Genótipos	SST (°brix)				Genótipos	AT (%)				Genótipos	SSTAT			
	VG	U + G	Ganho	Nova média		VG	U + G	Ganho	Nova média		VG	U + G	Ganho	Nova média
R12P09	2,25	20,62	2,25	20,62	CPAC5895	0,17	0,75	0,17	0,75	R12P09	6,51	42,47	6,51	42,47
ALFA	2,02	20,39	2,14	20,56	LITA	0,08	0,66	0,12	0,73	CPAC2293	3,89	39,84	5,20	41,81
LITA	1,58	19,95	1,80	20,43	ROSA2	0,04	0,62	0,06	0,70	BETA	3,72	39,68	3,81	41,13
OMEGA	1,39	19,76	1,49	20,29	ROSA46	0,00	0,58	0,02	0,68	ROXA	3,08	39,04	3,40	40,69
CPAC2293	0,72	19,09	1,06	20,11	ROSA36	0,00	0,58	0,00	0,66	OMEGA	1,81	37,77	2,44	40,23
ROXA	0,44	18,81	0,58	19,92	CPAC26394	0,00	0,58	0,00	0,64	R10P08	1,44	37,40	1,62	39,79
ROSA2	0,17	18,54	0,31	19,74	CPAC2293	0,00	0,58	0,00	0,64	ALFA	1,32	37,27	1,38	39,44
R10P08	-0,07	18,30	0,05	19,58	TOMMY	-0,01	0,57	-0,01	0,63	R6P16	0,04	36,00	0,68	39,09
BETA	-0,26	18,11	-0,16	19,42	ALFA	-0,01	0,57	-0,01	0,62	ROSA36	-1,23	34,73	-0,59	38,67
ROSA36	-0,58	17,79	-0,42	19,28	R13P10	-0,02	0,57	-0,01	0,62	R13P10	-1,92	34,03	-1,58	38,25
R6P16	-0,70	17,66	-0,64	19,13	OMEGA	-0,02	0,56	-0,02	0,61	LITA	-2,09	33,87	-2,01	37,85
CPAC5895	-0,74	17,62	-0,72	19,01	R10P08	-0,03	0,56	-0,02	0,61	ROSA46	-2,19	33,77	-2,14	37,52
ROSA46	-0,99	17,37	-0,87	18,89	R6P16	-0,03	0,55	-0,03	0,60	TOMMY	-2,23	33,73	-2,21	37,23
TOMMY	-1,26	17,11	-1,12	18,78	BETA	-0,05	0,53	-0,04	0,60	ROSA2	-2,95	33,01	-2,59	36,95
R13P10	-1,30	17,07	-1,28	18,66	ROXA	-0,06	0,52	-0,06	0,59	CPAC26394	-3,06	32,90	-3,00	36,69
CPAC26394	-2,69	15,68	-1,99	18,52	R12P09	-0,07	0,51	-0,06	0,59	CPAC5895	-6,14	29,82	-4,60	36,35

MASSA = massa do fruto (g); COMP = comprimento do fruto (mm); DIAM = diâmetro do fruto (mm); CASCA = massa da casca (g); SEM = massa da semente (g) e MP = massa da polpa (g); RP = rendimento de polpa (%); FIRM = firmeza de polpa; SST = sólidos solúveis totais (°Brix); ATT = acidez total titulável e SST/AT = relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável; Cor da casca (CCL = luminosidade, CCC= croma, CCH = cor verdadeira); Cor da polpa (CPL = luminosidade, CPC= croma, CPH = cor verdadeira).

Tabela 9 Distribuição, baseado nos valores genotípicos dos 16 genótipos, valor genético (VG) valor da média mais efeito genético (U+G), ganho, nova média, dos caracteres do fruto avaliados, em Juazeiro-BA, na safra 2017/2018.

Genótipo	CCL				Genótipo	CCC				Genótipo	CCH			
	VG	U + G	Ganho	Nova média		VG	U + G	Ganho	Nova média		VG	U + G	Ganho	Nova média
ROSA46	14,96	71,51	14,96	71,51	ROSA46	14,53	66,92	14,53	66,92	CPAC5895	15,45	99,27	15,45	99,27
R6P16	11,11	67,65	13,03	70,55	R6P16	12,37	64,77	13,45	66,39	BETA	13,06	96,88	14,25	98,68
ROSA2	9,85	66,40	10,48	69,37	R13P10	10,95	63,35	11,66	65,61	R10P08	12,28	96,10	12,67	97,95
ROSA36	7,90	64,44	8,88	68,39	ROSA36	9,90	62,30	10,43	64,91	R12P09	9,12	92,95	10,70	97,09
R13P10	7,66	64,20	7,78	67,57	ALFA	9,61	62,01	9,76	64,36	ROXA	8,75	92,57	8,93	96,23
R12P09	6,12	62,66	6,89	66,88	ROSA2	8,78	61,18	9,20	63,90	OMEGA	6,59	90,42	7,67	95,44
ALFA	5,61	62,15	5,86	66,24	R12P09	3,56	55,96	6,17	63,14	R13P10	2,73	86,55	4,66	94,45
CPAC5895	2,56	59,11	4,08	65,54	CPAC5895	1,67	54,07	2,62	62,12	ALFA	1,72	85,54	2,22	93,40
R10P08	-1,85	54,70	0,36	64,58	R10P08	-2,13	50,27	-0,23	61,02	ROSA2	-0,28	83,55	0,72	92,41
LITA	-2,24	54,30	-2,04	63,57	TOMMY	-2,86	49,54	-2,49	59,91	R6P16	-2,38	81,45	-1,33	91,42
CPAC2293	-8,22	48,33	-5,23	62,46	LITA	-3,64	48,76	-3,25	58,93	CPAC26394	-3,41	80,41	-2,90	90,47
OMEGA	-8,30	48,25	-8,26	61,28	CPAC26394	-7,54	44,86	-5,59	57,92	CPAC2293	-5,62	78,20	-4,52	89,54
TOMMY	-8,60	47,95	-8,45	60,27	CPAC2293	-10,67	41,73	-9,10	56,79	ROSA46	-6,22	77,61	-5,92	88,64
CPAC26394	-8,84	47,71	-8,72	59,38	OMEGA	-11,66	40,73	-11,17	55,68	LITA	-8,14	75,68	-7,18	87,79
BETA	-11,29	45,26	-10,06	58,52	BETA	-12,88	39,52	-12,27	54,65	ROSA36	-12,05	71,78	-10,09	86,85
ROXA	-16,43	40,12	-13,86	57,53	ROXA	-20,00	32,40	-16,44	53,48	TOMMY	-31,58	52,24	-21,82	85,30

¹MASSA = massa do fruto (g); COMP = comprimento do fruto (mm); DIAM = diâmetro do fruto (mm); CASCA = massa da casca (g); SEM = massa da semente (g) e MP = massa da polpa (g); RP = rendimento de polpa (%); FIRM = firmeza de polpa; SST = sólidos solúveis totais (°Brix); ATT = acidez total titulável e SST/AT = relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável; Cor da casca (CCL = luminosidade, CCC= croma, CCH = cor verdadeira); Cor da polpa (CPL = luminosidade, CPC= croma, CPH = cor verdadeira).

Tabela 9 Distribuição, baseado nos valores genotípicos dos 16 genótipos, valor genético (VG) valor da média mais efeito genético (U+G), ganho, nova média, dos caracteres do fruto avaliados, em Juazeiro-BA, na safra 2017/2018.

Genótipo	CPL				Genótipos	CPC				Genótipos	CPH			
	VG	U + G	Ganho	Nova média		VG	U + G	Ganho	Nova média		VG	U + G	Ganho	Nova média
R12P09	2,68	77,50	2,68	77,50	ROSA2	5,39	69,79	5,39	69,79	R12P09	2,62	90,04	2,62	90,04
LITA	2,33	77,15	2,51	77,41	CPAC5895	3,72	68,12	4,56	69,37	LITA	2,55	89,97	2,59	90,02
CPAC5895	1,65	76,47	1,99	77,21	OMEGA	3,46	67,86	3,59	68,91	R10P08	1,88	89,30	2,21	89,89
ROSA46	1,44	76,26	1,54	77,00	ROSA46	3,34	67,73	3,40	68,63	TOMMY	1,62	89,04	1,75	89,71
ROSA36	1,48	76,30	1,46	76,86	ROSA36	2,25	66,65	2,80	68,34	R13P10	1,34	88,75	1,48	89,55
R6P16	1,17	75,99	1,33	76,74	R12P09	2,16	66,55	2,21	68,05	CPAC5895	1,33	88,75	1,33	89,42
R13P10	0,81	75,63	0,99	76,60	R13P10	2,13	66,52	2,14	67,84	BETA	1,25	88,67	1,29	89,31
CPAC2293	-0,40	74,42	0,21	76,41	ROXA	1,25	65,64	1,69	67,62	ALFA	1,08	88,50	1,17	89,22
ALFA	-0,43	74,39	-0,41	76,18	TOMMY	0,90	65,29	1,07	67,38	R6P16	0,63	88,05	0,85	89,12
ROSA2	-0,69	74,12	-0,56	75,99	CPAC2293	-0,54	63,85	0,18	67,10	ROSA36	-0,14	87,28	0,24	88,97
ROXA	-1,22	73,59	-0,96	75,80	R6P16	-0,85	63,54	-0,70	66,79	CPAC26394	-1,31	86,11	-0,73	88,76
CPAC26394	-1,33	73,49	-1,28	75,61	R10P08	-0,87	63,52	-0,86	66,52	ROXA	-1,64	85,78	-1,48	88,53
BETA	-1,53	73,28	-1,43	75,44	CPAC26394	-2,29	62,11	-1,58	66,23	CPAC2293	-2,42	85,00	-2,03	88,29
TOMMY	-1,56	73,26	-1,55	75,28	BETA	-3,33	61,07	-2,81	65,90	ROSA46	-2,47	84,95	-2,45	88,05
R10P08	-1,79	73,02	-1,68	75,14	LITA	-6,17	58,23	-4,75	65,48	ROSA2	-2,58	84,84	-2,52	87,84
OMEGA	-2,61	72,21	-2,20	74,98	ALFA	-10,56	53,83	-8,36	64,89	OMEGA	-3,73	83,69	-3,15	87,62

¹MASSA = massa do fruto (g); COMP = comprimento do fruto (mm); DIAM = diâmetro do fruto (mm); CASCA = massa da casca (g); SEM = massa da semente (g) e MP = massa da polpa (g); RP = rendimento de polpa (%); FIRM = firmeza de polpa; SST = sólidos solúveis totais (°Brix); ATT = acidez total titulável e SST/AT = relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável; Cor da casca (CCL = luminosidade, CCC= croma, CCH = cor verdadeira); Cor da polpa (CPL = luminosidade, CPC= croma, CPH = cor verdadeira).

Os genótipos R12P09, Alfa, Lita, Omega, CPAC2293 e Roxa obtiveram os maiores ganhos para sólidos solúveis totais (Tabela 9), suas novas médias foram acima de 20° brix, sendo superiores à média geral (18,37) e à média da Tommy Atkins, portanto, são candidatos a seleção. Estes resultados corroboram com os encontrados por Maia et al. (2017).

Os sólidos solúveis consistem em substâncias que são dissolvidas na polpa da fruta, tendo os açúcares como elementos principais, e são um fator decisivo na aceitação dos frutos, de acordo com o mercado (BATISTA et al., 2015). Para Pinto et al. (2011), dentre os caracteres do fruto de uma variedade ideal, está o SST, que deve ser superior a 18° Brix e ligeiramente ácido.

Para a acidez titulável (AT), ganhos foram observados para CPAC 5895, Lita, Rosa 2 e Rosa 46, Para Maia et al. (2017), frutos menos ácidos são mais apreciados para o consumo *in natura*, O genótipos que apresentaram as menores médias para acidez titulável foram R12P09 e Roxa, podendo ser selecionados quanto a essa característica, Porém, de acordo com as normas do MAPA (2000), para fixação de padrões de qualidade para polpa de manga, com as novas médias associadas aos ganhos com a seleção, o uso dos genótipos classificados como de maior acidez é permitido para o processamento agroindustrial,

Quanto à relação SST/AT (Tabela 9), os maiores ganhos foram observados para os genótipos, R12P09, CPAC2293, Beta, Roxa, Ômega, R10P08 e Alfa, Essa relação é um indicativo do sabor do fruto, ou seja, valores elevados dessa relação são atribuídos a frutos de melhor qualidade (MAIA et al., 2014). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), é uma das formas de avaliação do sabor mais utilizadas, sendo mais representativa do que a medição isolada de açúcares ou acidez.

Os caracteres fibrosidade da polpa e colapso interno da polpa foram avaliados qualitativamente (Tabela 10), pelo nível de fibra na polpa e a presença ou ausência de colapso na polpa, nos 16 genótipos avaliados. A variedade Roxa apresentou polpa com pouca ou nenhuma fibra.

Os genótipos Alfa, CPAC 2293, CPAC 26394, Lita, Ômega, R10P08, R12P09, R13P10, R6P16, e TOMMY apresentaram teor de fibra moderado, sendo que os demais apresentaram polpa classificada como fibrosa, Os consumidores tem preferência por mangas com um menor teor de fibras na polpa. Segundo Pinto et al. (2011), dentre os caracteres de uma variedade 'ideal', está a fibrosidade da polpa do fruto, que deve se apresentar com pouca ou nenhuma fibra.

Tabela 10 Nível de fibrosidade da polpa e presença ou ausência de colapso na polpa dos 16 genótipos avaliados, em Juazeiro-BA, na safra 2017/2018.

Genótipos	Fibra ¹			Colapso	
	1	2	3	Presença	Ausência
ALFA		x			x
BETA			x	x	
CPAC 2293		x		x	
CPAC 26394		x		x	
CPAC 5895			x		x
LITA		x		x	
OMEGA		x			x
R10P08		x			x
R12P09		x			x
R13P10		x			x
R6P16		x		x	
ROSA 2			x		x
ROSA 36			x		x
ROSA 46			x		x
ROXA	x			x	
TOMMY		x		x	

¹Fibra: 1 = pouca ou nenhuma fibra; 2 = fibra moderada; 3 = fibrosa,

Quanto à presença ou ausência de colapso na polpa, os genótipos Alfa, CPAC 5895, Ômega, R10P08, R12P09, R13P10, Rosa 2, Rosa 36 e Rosa 46 apresentaram sem sintoma de colapso interno. Os resultados deste estudo corroboram com os encontrados por Pinto et al. (2009), para presença de colapso em Tommy Atkins e CPAC 26394, e difere quanto à ausência de colapso em CPAC 2293, apesar da porcentagem de colapso apresentada ser baixa.

A presença destes distúrbios fisiológicos está relacionada normalmente ao desequilíbrio nutricional, sendo o cálcio, o nutriente mais estudado, visando a qualidade pós-colheita e a redução dos sintomas de colapso interno no fruto. A presença de colapso interno também pode estar condicionada a outros fatores como ao patrimônio genético, uma vez que existe cultivares mais suscetíveis mesmo nas mesmas condições edafoclimáticas e tratos culturais (PRADO, 2004).

Os frutos afetados perdem a qualidade e o valor comercial, pois há uma degradação da polpa em torno do endocarpo formando uma massa gelatinosa e com um odor característico (NJUGUNA et al., 2016), além da formação de cavidade com manchas necróticas abaixo do pedúnculo (Figuras 11 e 12). Os sintomas do colapso nem sempre são visíveis na parte externa do fruto, o que dificulta ainda

mais ser detectado. Geralmente pode ser detectado ainda em frutos verdes, com um amolecimento da polpa e uma alteração na cor da casca no local.

4.4 Conclusões

As variedades e seleções híbridas analisadas apresentam variabilidade quanto aos caracteres do fruto.

Para os caracteres massa, comprimento e diâmetro do fruto, massa da polpa, sólidos solúveis e relação sólidos solúveis/acidez, há possibilidade de seleção individual de híbridos, utilizando a metodologia REML/BLUP.

Os caracteres massa do fruto e massa da polpa podem ser selecionados indiretamente com base no comprimento e diâmetro do fruto, que são mais facilmente avaliados

Os híbridos CPAC 26394, Lita e Rosa 46 podem ser selecionados para caracteres relacionados ao tamanho do fruto.

Os híbridos R12P09, CPAC 2293, Roxa, Ômega, Alfa e Lita foram superiores à Tommy Atkins para os caracteres sólidos solúveis totais e relação sólidos solúveis/acidez.

O híbrido Roxa apresentou polpa com pouca ou nenhuma fibra, característica muito requisitada por consumidores e para processamento.

Os genótipos Alfa, CPAC 5895, Ômega, R10P08, R12P09, R13P10, ROSA 2, Rosa 36 e Rosa 46 apresentaram polpa livre de colapso interno.

Referências

- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA.** Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 49 p. 2018.
- ASSIS, L. C. S. L. C.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F. DUBEUX, J. C. B.; CUNHA, M. V. Estimativa de parâmetros genéticos sob duas estratégias de avaliação em híbridos intra e interespecíficos de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2589-2597, 2010.
- ASSUNÇÃO, M. P. **Estimativas de parâmetros genéticos e estratégias de seleção no maracujazeiro azedo.** 2014. 54 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra, 2014.
- BATISTA, P. F.; LIMA, M. A. C. DE; TRINDADE, D. C. G. DA; ALVES, R. E. . Quality of different tropical fruit cultivars produced in the Lower Basin of the São Francisco Valley. **Revista Ciência Agrônômica** (UFC. Online), v. 46, p. 176-184, 2015.
- BROWN, J. S.; SCHNELL, R. J.; AVALA-SILVA, T.; MOORE, J. M.; TONDO, C. L.; WINTERSTEIN, M. C. Broad-sense heritability estimates for fruit color and morphological traits from open-pollinated half-sib mango families. **Hortscience**. v. 44, n.3, p. 1552-1556. 2009.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio.** 2.ed. atualizada e ampliada. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. 783 p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P. C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento Genético.** Viçosa, MG: UFV, 2004. v. 1, 480 p.
- CRUZ, C.D. GENES - A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. Maringá. v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.
- FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa.** Viçosa, UFV. Imprensa Universitária, 1987. 279p.
- HARDNER, C. M., BALLY, I. S. E. AND WRIGHT, C. L. Prediction of breeding values for average fruit weight in mango using a multivariate individual mixed model. **Euphytica**, v. 186, p. 463-477. 2012.
- JHA, S. K.; SETHI, S.; SRIVASTAV, M.; DUBEY, A. K.; SHARMA, R. R.; SAMUEL, D. V. K.; SINGH, A. K. Firmness characteristics of mango hybrids under ambient storage. **Journal of Food Engineering**, v. 97, p. 208-212, 2010.
- LIMA, M. A. C.; LIMA NETO F. P.; SANTOS, C. A. F.; ALVES, S. T. L.; CRUZ, M. de M. Caracterização dos frutos de híbridos completos de mangueira entre a variedade Tommy Atkins e Haden, Van Dyke ou Keitt. XXIV Congresso Brasileiro de Fruticultura – Frutas nativas e sustentabilidade. **Anais**. São Luis – MA. 2016.
- LIMA NETO, F. P. **Novas opções de variedades de mangueira e as vantagens competitivas** In: Simpósio de Manga do Vale do São Francisco, 2009. Juazeiro, Bahia. Embrapa Semi-Árido. Petrolina - PE. 2009. CD-ROM.
- LITTELL, R. C.; GEORGE A. M.; WALTER, W. S.; RUSSELL, D. W.; OLIVER, S. 2006. **SAS for Mixed Models.** Cary, NC: SAS Institute Inc. 2006. 834 p.

MAIA, M. C. C. RESENDE, M. D. V. de; OLIVEIRA, L. C. de; ALVARES, V. de S.; MACIEL, V. T.; LIMA, A. C. de. Seleção de clones experimentais de cupuaçu para características agroindustriais via modelos mistos. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 5, n. 1, p. 35- 43, 2011

MAIA, M. C. C.; OLIVEIRA, L. C.; VASCONCELOS, L. F. L.; LIMA NETO, F. P.; YOKOMIZO, G. K.; ARAÚJO, L. B. Repetibilidade de características quantitativas de frutos em seleções elite de manga rosa. **Agro@ambiente on-line**, v. 11, p. 56, 2017.

MAIA M. C. C.; RESENDE, M. D. V. de; OLIVEIRA, L. C. de; VASCONCELOS, L. F. L.; LIMA NETO, F. P. Análise genética em genótipos de manga rosa via REML/BLUP. **Revista Agrotecnologia**, Anápolis, v. 5, n. 1, p. 01-16, 2014.

McGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v. 27, n. 12, p. 1254-1260, 1992.

MAPA Instrução Normativa Nº 01, de 7 de janeiro de 2000. 14 p. Disponível em: <www2.agricultura.rs.gov.br/uploads/126989581629.03_enol_in_1_00_mapa.doc>. Acesso em: 26.Out.2018.

MOTTA, J. D.; QUEIROS, A. J. de M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; SOUSA, K. dos S. M. de. Índice de cor e sua correlação com parâmetros físicos e físico-químicos de goiaba, manga e mamão. **Comunicata Scientiae**. v. 6 n. 1, p. 74-82, 2015.

NJUGUNA, J.; AMBUKO, J.; HUTCHINSON, M.; OWINO, W. Effect of Dolomitic Lime and Muriate of Potash on Jelly Seed Disorder and Fruit Tissue Mineral Content in Mango (*Mangifera indica* L.). **International Journal of Plant & Soil Science**. v. 6, n. 12, p. 01 – 08, 2016.

PINTO, A. C. Q.; FALEIRO, F. G.; RAMOS, V. H. V.; CORDEIRO, M. C. R.; ANDRADE, S. R. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; DIAS, J. N. Performance of Seven New Mango (*Mangifera indica* L.) Hybrid Selections at the Central Region of Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 1, p. 137-145, 2009.

PINTO, A. C. Q.; LIMA NETO, F. P.; GUIMARÃES, T. G. Estratégias do melhoramento genético da manga visando a atender a dinâmica de mercado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Volume Especial, p. 64-72, 2011.

PRADO, R. M. Nutrição e desordens fisiológicas na cultura da manga. IN ROZANE, D.E.; DAREZZO, R.J.; AGUIAR, R.L.; AGUILERA, G.H.A.; ZAMBOLIM, L. (Eds.) **Manga: produção integrada, industrialização e comercialização**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa UFV, 2004. p 199 - 231.

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: EMBRAPA Informação tecnológica, 2002. 975 p.

SAS-Statistical Analyses System. **Statistical analysis system user's guide**. Version 9.2. Cary: Statistical Analyses System Institute, 2008.

SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. L.; ROCHA, A.; SALOMAO, L. C. C.; MATIAS, R. G. P.; STRUIVING, T. B. Diversidade genética entre cultivares de mangueiras, baseada em caracteres de qualidade dos frutos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, p. 225-232, 2012.

SINGH, A. K.; PANDEY, Y.; MISHRA, N. K. Evaluation of hybrids and selections of mango (*Mangifera indica* L.) under Tarai region of Uttarakhand. **Progressive Horticulture**, v. 47, n. 1, 2015.



Figura 11 Presença de sintomas de colapso interno da polpa. Detalhe para formação de cavidade com manchas necróticas abaixo do pendúnculo.



Figura 12 Presença de sintomas de colapso interno na polpa. Detalhe para a degradação da polpa em torno do endocarpo formando uma massa gelatinosa.

Considerações finais

Houve variabilidade entre os híbridos de mangueira quanto aos caracteres do fruto avaliados e foram identificados genótipos que produzem frutos que reúnem atributos de interesse econômico. As informações obtidas neste estudo podem servir de apoio aos programas de melhoramento genético da mangueira, por meio da seleção de progênies com caracteres superiores, essas informações podem ser úteis aos melhoristas na escolha de novos genitores para integrar mais processos de hibridações, com o objetivo de desenvolver novas variedades, podendo originar cultivares superiores às existentes no mercado.

As variedades e seleções híbridas avaliadas no capítulo II apresentaram potencial para serem selecionados quanto a caracteres de qualidade do fruto tanto para consumo *in natura* como para o processamento, embora apresentem respostas diferentes individualmente. Além disso, apresentaram-se superiores á Tommy Atkins para alguns caracteres.

Apêndice

Rosa 46:



R6P16:



Lita:



Ômega:



CPAC 26394:



R12P09:



Alfa:



CPAC 2293:



Roxa:



R13 P10:



Beta:



Tommy Atkins

