

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

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, SELEÇÃO DE
DESCRITORES E DIVERSIDADE GENÉTICA ENTRE
ACESSOS DE MANGUEIRA DO BANCO ATIVO DE
GERMOPLASMA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO**

Emille Mayara de Carvalho Souza

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
2018**

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, SELEÇÃO DE DESCRITORES E DIVERSIDADE GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE MANGUEIRA DO BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO

Emille Mayara de Carvalho Souza
Licenciada em Ciências Biológicas
Universidade de Pernambuco, 2016

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo
Coorientador: Dr. Francisco Pinheiro Lima Neto

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
2018**

FICHA CATALOGRÁFICA

S729c

Souza, Emille Mayara de Carvalho.

Caracterização morfológica, seleção de descritores e diversidade genética entre acessos de mangueira do banco ativo de germoplasma da Embrapa Semiárido / Emille Mayara de Carvalho Souza. _ Cruz das Almas, BA, 2018.

103f.; il.

Orientador: Carlos Alberto da Silva Ledo.

Coorientador: Francisco Pinheiro Lima Neto.

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

1.Manga – Diversidade genética. 2.Manga – Caracterização – Morfologia. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 634.44

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

Responsável pela Elaboração – Antonio Marcos Sarmiento das Chagas (Bibliotecário – CRB5 / 1615).

Os dados para catalogação foram enviados pela usuária via formulário eletrônico.

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

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, SELEÇÃO DE DESCRITORES
E DIVERSIDADE GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE MANGUEIRA DO
BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO**

Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de
Emille Mayara de Carvalho Souza

Aprovada em 26 de julho de 2018

Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo
Embrapa Mandioca e Fruticultura
Orientador

Dr (a). Viviane Peixoto Borges
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Examinador Externo

Prof (a). Dr (a). Francine Hiromi Ishikawa
Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF
Examinador Externo

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus avós por terem sido minha fonte de inspiração. Aos meus avôs Jorge Rodrigues de Souza (in memoriam) e Adalberto Barbosa (in memoriam), porque sei o quanto estariam orgulhosos de mim e sei também que estavam em todos os momentos segurando minha mão, me acalmando e juntamente com Deus guiando os meus passos. A minhas avós Edna Barbosa de Carvalho e Maria Paulina de Souza, por sempre terem acreditado, apoiado meus sonhos, por ficarem ao meu lado e por fazerem de tudo para que desse certo. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me concebido a vida, por ter me permitido chegar até aqui, por me dá forças para sempre correr atrás dos meus sonhos e objetivos.

Aos meus pais, Elayne Cristina e Mauro Jorge por me apoiarem sempre, a minha mãe por todo cuidado, carinho, atenção, por todo amor, por cada ligação, cada preocupação quando eu estava fora de casa, nos aproximando ainda mais.

A minha bisavó Paulina Brasilina do Nascimento (in memoriam) por todos os ensinamentos e carinho.

A minha família, sempre tão maravilhosa e atenciosa para comigo, principalmente meus tios: Marcos Jorge, Edinalva Barbosa, Elisangela Lins, Cicero Lins, Mara Sued e Marcia Rejane. Obrigada por sonharem meu sonho junto comigo e me ajudar a realiza-los. Amo vocês.

Aos meus irmãos, Mauro Filho, Hygor Gabriel, Jorge Neto, por me fazerem querer oferecer sempre o meu melhor.

Ao meu namorado, Diogo Ronielson, por todo apoio durante esses dois anos e durante todo o nosso relacionamento, por todo carinho, companheirismo, paciência, por está ao meu lado, sempre apoiar os meus sonhos e ajudar a alcançar meus objetivos, por nunca desistir de mim. Te amo meu amor!

Aos meus amigos, Ítala Layanne, Bruno Djyan e Rodrigo Moura por fazerem parte dessa correria, por estarem ao meu lado nos dias tristes e corridos, por compreenderem os meus ataques de ansiedade, por sempre me colocar para cima, por acreditarem.

A minhas amigas, Palloma Cavalcante, Nayara Bezerra, Thainara Magalhães, Janine Nascimento e Andréa Chaves, por compreenderem todos os momentos em que fui ausente, por acreditarem que eu conseguiria, por me fazer sentir segura mesmo estando longe.

Aos meus irmãos de Embrapa, Helder Santos, Bruna Nunes, João Paulo, Jessica Islane e José Henrique por todos os ensinamentos, momentos felizes e tristes compartilhados, pelo companheirismo, amizade, carinho.

Aos amigos que fiz em Cruz das Almas, Nathanne Castro, Talita Matos, Fernanda Santos, Luís Fernando, Willian Oliveira e Alison Borges, por todos os conhecimentos compartilhados, apoio e amizade durante esse período, por todas as conversas que me faziam sentir mais perto de casa. Em especial ao meu amigo Antônio Leandro, por todo apoio, pela paciência com minhas dúvidas no trabalho, pela atenção, pelo carinho e pela disponibilidade em ajudar sempre, só tenho a agradecer, vocês foram muito importantes e contribuíram para que hoje eu estivesse aqui. Obrigada!

Ao meu orientador Carlos Alberto da Silva Ledo, por todos os ensinamentos, compreensão, flexibilidade e atenção, principalmente nessa etapa final do trabalho.

Ao meu coorientador Francisco Pinheiro Lima Neto, por toda atenção, flexibilidade, apoio, compreensão, ensinamentos, amizade e ajuda para a concretização desse trabalho.

A Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e Embrapa Mandioca e Fruticultura, por me permitir fazer parte deste programa de pós-graduação.

A Embrapa Semiárido por toda a infraestrutura para a realização desse trabalho, bem como todo aprendizado desde a graduação.

Aos funcionários da Embrapa Semiárido - Campo experimental de Mandacaru, em especial Altamirando Bomfim, por todo apoio para a concretização desse trabalho, principalmente quando eu precisei me ausentar para creditar as disciplinas.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a minha formação e que torceram por mim.

MUITO OBRIGADA!

EPÍGRAFE

“A vida não é sobre metas, conquistas e linhas de chegada... É sobre quem você se torna nesta caminhada”.

Autor Desconhecido.

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, SELEÇÃO DE DESCRITORES E DIVERSIDADE GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE MANGUEIRA DO BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO

Autor: Emille Mayara de Carvalho Souza

Orientador: Carlos Alberto da Silva Ledo

Coorientador: Francisco Pinheiro Lima Neto

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo realizar a análise de diversidade genética entre os acessos de mangueira do banco ativo de germoplasma da Embrapa Semiárido, por meio da caracterização morfológica, bem como selecionar descritores para uso posterior na caracterização dos acessos. Foram utilizados 53 acessos para o primeiro capítulo e 41 para os demais. Foram aplicados 53 descritores, sendo a lista disponibilizada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento no ano de 2011. A aplicação dos descritores foi realizada por apenas uma pessoa para tornar mínima a diferença no julgamento pessoal. Para a caracterização dos acessos foi utilizada percentagem simples. A seleção de descritores qualitativos ocorreu através do nível de entropia de Shannon e dos descritores quantitativos por meio do método de seleção direta, proposto por Jolliffe e o diagnóstico de multicolinearidade. A análise de agrupamento foi obtida pelo método UPGMA, utilizando o complemento do coeficiente de similaridade para os descritores qualitativos, a distância euclidiana para os descritores quantitativos e a distância de Gower para os descritores quantitativos e qualitativos separados e em conjunto. Na caracterização dos acessos observou-se variabilidade genética para os descritores aplicados, principalmente naqueles relacionados à coloração dos frutos. Observou-se baixa variabilidade nos acessos para os descritores: hábito de crescimento dos ramos principais, espaço entre as nervuras secundárias do limbo, comprimento do peciolo e presença de pescoço no fruto. A seleção de descritores permitiu excluir aqueles que pouco contribuía para a variação total, na seleção de descritores qualitativos foram excluídos 19,45% que corresponde aos descritores hábito de crescimento dos ramos principais, espaço entre as nervuras secundárias do limbo, ondulação da borda do limbo, presença de pescoço no fruto, protuberância proximal da cicatriz estilar, ponto na cicatriz estilar, forma na vista lateral da semente. Para os descritores quantitativos foram excluídos 17,65%, que equivale ao comprimento do fruto, largura do limbo e diâmetro da inflorescência. Os descritores selecionados foram aplicados na análise de divergência genética, permitindo observar genótipos distintos que poderão ser considerados como novas opções para uso em cruzamentos controlados, possibilitando a diversificação dos pomares da cultura, além de que a caracterização dos acessos permitiu detectar variabilidade genética para os descritores aplicados, alcançando conseqüentemente a conclusão da caracterização morfológica do banco ativo de germoplasma da Embrapa Semiárido.

Palavras-Chaves: Análise de agrupamento; Variabilidade; *Mangifera* spp; Melhoramento genético; Germoplasma;

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION, SELECTION OF DESCRIPTORS AND GENETIC DIVERSITY AMONG MANGO ACCESSES FROM EMBRAPA SEMIÁRIDO GERMOPLASMA ACTIVE BANK

Author: Emille Mayara de Carvalho Souza

Advisor: Carlos Alberto da Silva Ledo

Co-advisor: Francisco Pinheiro Lima Neto

ABSTRACT: The aim of this work was to perform the genetic diversity analysis among the active germplasm bank of mango accesses from Embrapa Semiarid which was performed through morphological characterization, another goal was to select descriptors for later use in the characterization of the accesses. We used 53 accesses for the first chapter and 41 for the others. A total of 53 descriptors were applied, the list of descriptors was given by the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply in 2011. The application of the descriptors was performed by only one person to reduce the difference in personal judgment. For the characterization of the accesses, a simple percentage was used. The selection of qualitative descriptors occurred through the Shannon entropy level and the quantitative descriptors through the direct selection method, proposed by Jolliffe and the multicollinearity diagnosis. The clustering analysis was obtained using the UPGMA method, using the complement of the similarity coefficient for the qualitative descriptors, the Euclidean distance for the quantitative descriptors and the Gower distance for the quantitative and qualitative descriptors separated and together. In the characterization of the accesses, genetic variability was observed for the descriptors applied, mainly in those related to the coloring of the fruits. It was observed a low variability in the accesses for the descriptors: growth habit of the main branches, space between the secondary veins of the limbus, length of the petiole and presence of neck in the fruit. The selection of descriptors allowed to exclude those that contributed little to the total variation, in the selection of qualitative descriptors were excluded 19.45% corresponding to the descriptors habit of growth of the main branches, space between the secondary veins of the limb, rippling of the edge of the limbus, presence of neck in the fruit, proximal protuberance of the stylus scar, point in the stylus scar, shape in the lateral view of the seed. For the quantitative descriptors, 17.65% were excluded, which is equivalent to fruit length, limb width and inflorescence diameter. The selected descriptors were applied in the analysis of genetic divergence, allowing to observe distinct genotypes that could be considered as new options for use in controlled crossings, allowing the diversification of the orchards of the crop, besides the characterization of the accesses allowed to detect genetic variability for the descriptors applied, thus reaching the conclusion of the morphological characterization of the active germplasm bank from Embrapa Semiarid.

Key-words: Cluster analysis; Variability; *Mangifera* spp; Germplasm; Genetic breeding; Germoplasm

SUMÁRIO**RESUMO****ABSTRACT**

	Págs
1- INTRODUÇÃO.....	12
2- REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
CAPÍTULO I	
Caracterização morfológica de acessos do banco ativo de germoplasma de mangueira da Embrapa Semiárido.....	34
CAPÍTULO II	
Seleção de descritores para caracterização morfológica de acessos de mangueira.....	55
CAPÍTULO III	
Diversidade genética entre acessos de mangueira, a partir de descritores morfológicos.....	79
APÊNDICES.....	101

1- INTRODUÇÃO

A manga é uma das principais frutas produzidas e exportadas na região do Vale do São Francisco, isso ocorre devido a excelente condição climática da região, a vasta disponibilidade de mão de obra e os recursos hídricos disponíveis (JULIÃO, BRANCO e LIMA, 2017). No ano de 2017, as exportações brasileiras de manga totalizaram 180 mil toneladas, proporcionando a geração de aproximadamente 205 milhões de dólares (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2018).

As cultivares de mangueira direcionadas para a exportação foram, na maioria, desenvolvidas na Flórida e tornara-se a base do sistema de cultivo nos principais países produtores (SCHNELL et al., 2006). De acordo com Pinto e Ferreira (1999), o comércio da mangicultura brasileira é concentrado em poucas cultivares, porém todas de origem americana, sendo que a principal delas é a Tommy Atkins.

O cultivo na região do Submédio do São Francisco está concentrado apenas na variedade Tommy Atkins, fazendo-se necessária, a diversificação dos pomares para fortalecer e revigorar a produção tanto para o mercado nacional como para o mercado internacional. A diversificação proporcionará menores riscos com eventuais ocorrências de disseminação de pragas e doenças nos pomares que apresentarem uniformidade genética, assim o desenvolvimento de novas variedades pode ser automaticamente impulsionado (LIMA NETO et al., 2012).

Para proporcionar a diversificação dos pomares e a geração de variedades melhoradas, a Embrapa Semiárido desenvolve um programa de melhoramento genético fundamentado nos acessos preservados no Banco Ativo de Germoplasma (CRUZ et al., 2014). Para dar suporte ao programa, está sendo realizada a caracterização de acessos, atividade fundamental, que permitirá o posterior estudo da diversidade genética da coleção (SANTOS et al., 2009; RIBEIRO et al., 2013; SANTANA et al., 2015; ALBUQUERQUE et al., 2015; ALVES et al., 2015; COELHO et al., 2015; SOUZA et al., 2017).

A caracterização morfológica dos acessos possibilita a diferenciação fenotípica e contribui para uma melhor organização dos bancos de germoplasma, além de permitir a identificação de cultivares com características

superiores e herdáveis (RITSCHER et al., 1998; GUSMÃO e NETO, 2008). A seleção de descritores vem auxiliando os estudos de caracterização morfológica. O descarte de variáveis possibilita a exclusão daqueles descritores que pouco contribuem para a variação total, é realizado de maneira que não ocorra perda de informação considerável, além de que a seleção desses descritores permite a redução do tempo e da mão de obra necessária para a coleta de dados.

Dentre os principais parâmetros de interesse dos melhoristas, encontra-se a análise de diversidade genética, a qual tem grande importância na fase inicial de um programa de melhoramento genético, permitindo a detecção de genótipos divergentes e proporcionando consistência e repetibilidade dos resultados (MILACH, 1998). Para Cruz et al. (2011), o estudo é fundamental pois propicia a quantificação da variabilidade genética e a identificação de genótipos geneticamente distantes que podem proporcionar a ampliação da base genética.

O objetivo do presente trabalho foi, portanto, realizar a análise de diversidade genética entre os acessos de mangueira do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido, por meio da caracterização morfológica, bem como selecionar descritores para uso posterior na caracterização dos acessos.

2- REFERENCIAL TEÓRICO

A cultura da mangueira:

A mangueira pertence à classe Dicotiledônea, família Anacardiaceae, e ao gênero *Mangifera* que apresenta 41 espécies, porém somente a *Mangifera indica* L. possui cultivo comercial, representando 90% do germoplasma da cultura ao nível internacional. A planta é originária do sul da Ásia, espalhando-se posteriormente para outras partes do mundo, inclusive os continentes americanos (PINTO e FERREIRA, 1999; MODESTO, 2013).

A mangueira se expandiu no mundo por meio de contatos comerciais. Os portugueses, no século XVI, transportaram sementes e mudas nativas da

Índia para a África, chegando ao Brasil, mais precisamente na Bahia, em 1700, aproximadamente. As condições climáticas brasileiras permitiram que a cultura tivesse uma grande expansão e assim alcançasse quase todas as regiões. O Brasil foi, assim, considerado o primeiro país a plantar a espécie nos continentes americanos. No século XIX, a mangueira foi levada para o México, seguindo posteriormente para a região da Flórida nos Estados Unidos. Atualmente, é cultivada nos países da faixa tropical e equatorial do planeta. Através de sementes e mudas, muitas variedades foram cultivadas e eram responsáveis até a década de 60, pela mangicultura brasileira (SIMÃO, 1971; SILVA, 1999; SOUZA et al., 2002; CARVALHO et al., 2004) No entanto, as variedades encontradas na referida década eram da raça filipina, conhecida por apresentar frutos fibrosos e sementes poliembriônicas (SANTOS et al., 2008).

A existência dos centros de origem das plantas cultivadas foi determinada por Vavilov, em 1950 e, seguindo a classificação proposta, a mangueira teve origem no Centro Indiano e no subcentro Indo-Malaio; a partir dos quais duas raças foram originadas: a raça filipina ou indochinesa, que teve origem no centro Filipínico Celeste Timor e apresenta flores com cinco estames viáveis, sementes poliembriônicas e frutos com formato alongado, casca fina de cor verde-amarelada no estágio de amadurecimento, polpa fibrosa e succulenta e teor de terebentina elevado atribuindo aroma marcante, sendo preferida para bebidas e néctar, e a raça indiana, que teve origem no centro Indo-Burma Tailandês e apresenta flores com apenas um estame viável, sementes monoembriônicas e frutos com excelente aparência externa, casca colorida e espessa, formato oblongo-ovalado, polpa carnosa, firme e geralmente desprovida de fibras e teor de sólidos solúveis maior, sendo assim frequentemente escolhida para a indústria de processamento (SUBRAMANYAM et al., 1975; MUKHERJEE, 1985).

Novas cultivares de mangueira foram desenvolvidas através de polinização aberta no sul da Flórida nos Estados unidos, transformando assim o local em um centro secundário de diversidade genética da espécie. A cultivar indiana “Mulgoba”, plantada até 1912, apresentava qualidade superior a todas vistas anteriormente, possibilitando o desenvolvimento de novas cultivares, como, por exemplo, a variedade Haden (VIRUEL et al., 2005; SANTOS et al., 2008).

A introdução no Brasil de variedades da raça indiana apresentando sementes monoembriônicas, ocorreu ainda na década de 60, o que proporcionou um novo entusiasmo para a cultura, pois os frutos das referidas variedades eram bem coloridos, mais resistentes à antracnose e praticamente desprovidos de fibra, características que permitiram a ampliação do comércio nacional e a conquista do comércio internacional (PINTO et al., 2002a; FERREIRA et al., 2012).

Botânica da Mangueira:

A mangueira é uma árvore frondosa, possuindo porte médio a alto, caule lignificado e copa simétrica, podendo ser compacta ou aberta com forma variando de arredondada a globosa. As folhas possuem pedúnculo curto e estão sempre verdes. O sistema radicular é definido por uma raiz pivotante e por raízes de superfície, as quais apresentam ramificações finas e fibrosas (MANICA, 2001a; SILVA et al., 2001; SANTOS-SEREJO, 2005).

As flores encontram-se em panículas terminais ou laterais e possuem diferentes formas, tamanhos e colorações. As panículas desenvolvem-se em condições normais nas gemas de ramos maduros entre 6 e 9 meses de idade e apresentam tanto com flores perfeitas (hermafroditas) como também flores masculinas (unissexuais). A quantidade de panículas pode variar de 600 a 6000 e a quantidade de flores de 200 a 4000 por panícula. A antese se inicia antes que o comprimento total da panícula seja atingido (MUKHERJEE, 1985; SILVA et al., 2001).

O desenvolvimento da panícula acontece de 35 a 42 dias e a abertura das primeiras flores ocorre 21 dias após. O florescimento dura de 18 a 23 dias, depois do desenvolvimento da inflorescência (CUNHA, 2002). A abertura das flores da mangueira geralmente ocorre à noite, no Brasil, entretanto, na Flórida, Estados Unidos, ocorre a partir das oito horas da manhã, porém a abertura das anteras e a posterior polinização acontecem somente depois do meio dia (DONADIO, 1996). O fruto da mangueira é uma drupa que exhibe características bem variáveis quanto ao tamanho, ao peso, à forma e à cor da casca (CARVALHO et al., 2009; SIVAKUMAR et al., 2011).

A manga é um fruto climatérico, podendo assim completar o amadurecimento após a colheita, entretanto, se o fruto for colhido antes da fase pré-climatérica, ou seja, na fase de desenvolvimento fisiológico, o fluxo da seiva originário da planta materna é interrompido, ocasionando murchamento devido às perdas de água, e acarretando, conseqüentemente, uma polpa esbranquiçada, insípida, ácida e dura (MANICA, 2001b).

As sementes da mangueira podem apresentar várias formas e vários tamanhos, sendo cercadas por um endocarpo fibroso na maturidade. Os embriões são dicotiledôneos. As sementes podem ser monoembriônicas, quando contêm apenas um embrião zigótico, e poliembriônicas, quando apresentam mais embriões (SILVA et al., 2001; MUKHERJEE e LITZ, 2009).

Variabilidade genética e conservação da mangueira:

O conhecimento da variabilidade genética de uma determinada espécie é considerado necessário para a preservação e, conseqüentemente, para o êxito nos programas de melhoramento (LIMA et al., 2011). A maior fonte de variabilidade genética é encontrada nos bancos de germoplasma das espécies, que têm como principal função a manutenção, a preservação e a conservação da variabilidade, possibilitando ainda a seleção de acessos superiores que podem ser aproveitados por melhoristas em programas de melhoramento vegetal (RAMALHO et al., 2008; CARVALHO JÚNIOR, 2015).

O maior Banco de Germoplasma de mangueira do Brasil, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, contém 302 acessos e está localizado no município de Visconde do Rio Branco, auxiliando o programa de melhoramento genético desenvolvido pela instituição que visa obter híbridos a partir do intercruzamento natural de várias cultivares comerciais. Além do suporte oferecido ao programa de melhoramento, a coleção é mantida para a preservação do germoplasma no campo e para interesse didático (LINS, 2017).

A segunda maior coleção de acessos de mangueira do Brasil encontra-se na Embrapa Semiárido e é composta atualmente por 161 acessos, coleção encontrando-se ainda em processo de caracterização morfológica (LIMA NETO et al., 2014).

Os objetivos dos programas de melhoramento da mangueira no Brasil em geral consistem em desenvolver híbridos que apresentem frutos com qualidade superior, produtividade elevada e regular, resistência a pragas e doenças e porte de planta baixo (PINTO et al., 2002a; ROCHA, 2009).

Aspectos econômicos da mangueira:

Dentre as fruteiras de grande destaque econômico no Brasil, encontra-se à mangueira, cultivada em diversos estados, cuja produção supre a necessidade tanto do mercado nacional como do internacional. Em 2015, as exportações brasileiras de mangueira geraram uma receita de 184 milhões de dólares, sendo considerada a maior receita do ano. Os valores alcançados representam um aumento de 24% em relação à receita do ano anterior (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2016).

No ano de 2016 a produção brasileira de mangueira foi de 1.417.149 toneladas, onde os estados produtores de maior destaque foram: Bahia (353.689 t), Pernambuco (230.381 t), São Paulo (178.722 t), Minas Gerais (85.718 t) e Ceará (43.233 t). O maior polo produtor da fruta é encontrado no Submédio do Vale do São Francisco e conhecido como polo Petrolina-Juazeiro, formado pelas cidades de Petrolina, Santa Maria da Boa Vista, Cabrobó, Lagoa Grande e Orocó em Pernambuco e Juazeiro, Casa Nova, Sento Sé, Curaçá e Sobradinho na Bahia. No ano de 2016 a produção desse polo foi de 385.040 toneladas, representando grande parte da produção brasileira da fruta (IBGE, 2016).

Apesar de ser cultivada em diversas regiões do Brasil, a mangueira apresenta maior expressão nas regiões Sudeste e Nordeste. O estado de São Paulo apresenta a maior área plantada, entretanto a região Nordeste conta com os mais tecnificados sistemas de cultivo, sobretudo na região do Submédio do Vale do São Francisco. Enquanto a mangicultura da referida região é direcionada às exportações, na região Sudeste a atividade é dirigida ao mercado interno (SILVA et al., 2004; SILVA et al., 2011).

Nos anos de 2016 e 2017, as exportações brasileiras alcançaram 154 e 180 mil toneladas, respectivamente, proporcionando a geração de

aproximadamente 180 e 205 milhões de dólares (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2017; 2018).

Diversificação dos pomares e melhoramento genético da mangueira:

Apesar da grande variabilidade genética presente na cultura da mangueira, a produção da fruta concentra-se em poucas cultivares, a maioria proveniente da Flórida. No território brasileiro, encontram-se em maior quantidade nos pomares comerciais as variedades Tommy Atkins, Haden, Keitt, Kent, Palmer, Rosa e Espada. As cinco primeiras são direcionadas ao mercado internacional, já as duas últimas geralmente são dirigidas ao mercado nacional (LIMA NETO, 2009).

No Submédio do Vale do São Francisco, variedades como Keitt, Kent, Palmer, tornaram-se recentemente mais cultivadas, reduzindo a produção da cultivar Tommy Atkins que ocupava anteriormente 85% dos pomares da região (SILVA 2014).

A 'Tommy Atkins' apresenta elevado valor comercial, sendo a variedade mais cultivada e exportada pelo Brasil, fato justificado pelas excelentes características constatadas como, por exemplo, elevada produtividade, capacidade de adaptação a ambientes diversos para cultivo, boa conservação de prateleira, coloração atraente, boa resposta à indução floral e moderada resistência a algumas doenças. Contudo, ela expressa algumas características indesejáveis como teor de sólidos solúveis menor que 17^o Brix, e suscetibilidade à malformação floral, à mosca das frutas, ao colapso interno e à exsudação de látex, afetando assim a quantidade e a qualidade dos frutos no mercado consumidor (PINTO et al., 2011; MIGUEL et al., 2011).

A diversificação dos pomares de mangueira faz-se necessária, pois a concentração do cultivo em poucas cultivares pode acarretar vulnerabilidade genética. Para Scanavaca Júnior et al. (2006), a diversificação da mangicultura nacional é uma necessidade tanto econômica como fitossanitária que permitiria diminuir o prejuízo com eventuais ataques de pragas e doenças. Já Lima Neto (2009) enfatiza que a promoção da diversificação é importante por prevenir contra possíveis mudanças normalmente observadas no mercado e repentinas alterações na preferência dos consumidores.

Para conseguir obter sucesso na diversificação dos pomares, é fundamental disponibilizar outras cultivares com características superiores, seja através de introdução, seja através das hibridações planejadas no melhoramento genético (PINTO et al., 2005).

Os programas de melhoramento da cultura, em geral, buscam obter variedades apresentando elevada produtividade, regularidade, hábito de crescimento espraído, porte anão, precocidade, autocompatibilidade e frutos coloridos graúdos, resistente ao transporte e desprovidos de fibras com polpa firme, terebintina, vida de prateleira com duração mínima de dez dias, sabor agradável e sementes pequenas (MELO NUNES, 1995; IYER e SCHNELL, 2009).

Combinar características desejáveis em uma cultivar é uma tarefa difícil para o melhorista que, assim, dependerá de variabilidade genética que estiver à disposição. As variedades desenvolvidas nos programas de melhoramento genético precisam apresentar duas ou mais vantagens quando comparadas às variedades comercializadas atualmente, devendo ainda demonstrar potencial tanto para o consumo direto como para o processamento, permitindo atender as necessidades de diferentes segmentos da cadeia produtiva (PINTO et al., 2011).

Caracterização morfológica:

Uma das principais necessidades do melhorista, na implantação de um programa de melhoramento, é conhecer o germoplasma disponível, o que permite identificar as plantas que apresentam genes de interesse para o programa (WEEDEN et al., 1994).

Em geral, um programa de melhoramento é composto por três fases: pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento. A caracterização morfológica e a avaliação dos acessos fazem parte do pré-melhoramento e são consideradas etapas de grande importância, pois proporcionam o melhor conhecimento do que se tem disponível, permitindo identificar e caracterizar o germoplasma de tal forma que possa vir a ser utilizado em cruzamentos com cultivares elites, além de detectar possíveis duplicatas nos bancos (VALLS, 1988; AMORIM et al., 2011; RIBEIRO, 2011).

Entre os aspectos do processo de caracterização e avaliação dos acessos, encontram-se os caracteres morfológicos, nos quais de forma sistemática, é realizada uma observação com o auxílio de listas de características descritivas ou “descritores” (RIBEIRO, 2011).

O vasto uso dos descritores morfológicos em caracterização de germoplasma é devido à sua fácil aferição, ao baixo custo e à menor influência ambiental em relação aos caracteres agronômicos (VIEIRA, 2007). Segundo Pinto et al. (2002a), descritores são considerados caracteres de alta herdabilidade, ou seja, não apresentam alterações quando aplicados em ambientes distintos, assim permitem diferenciar uma variedade de outra.

Na caracterização de bancos de germoplasma, como regra geral têm-se a observação e a mensuração de um grande número de caracteres. Atualmente estão disponíveis normas, regras e descritores mínimos para o reconhecimento, o registro e a proteção de novas cultivares de mangueira (PEREIRA, 1989; PINTO et al., 2002a).

Trabalhos com caracterização morfológica vêm sendo realizados, principalmente no Banco de Germoplasma da Embrapa Semiárido. A diversidade de variáveis permite disponibilizar trabalhos com diferentes parâmetros, como caracteres da folha, da inflorescência e dos frutos, precocidade, hábito de crescimento, porte, diâmetro do tronco e diâmetro da copa (SIQUEIRA et al., 1989; SÁ, et al., 2004; SANTOS et al., 2004; FONSECA et al., 1994; RIBEIRO, 2011; ALBUQUERQUE et al., 2015; ALVES et al., 2015; COELHO et al., 2015; SANTANA et al., 2015;).

Visando a encontrar materiais promissores úteis para programas de melhoramento da cultura, foram desenvolvidos trabalhos para selecionar genótipos com base na análise de variabilidade genética e caracterização dos acessos (GALLI et al., 2008; SILVA et al., 2009; SILVA et al., 2012).

Seleção de descritores morfológicos:

Como descritor é tido todo e qualquer atributo ou caráter que permita distinguir acessos de uma mesma cultura (GIACOMETTI, 1988). Para Querol (1993), o termo descritor é utilizado em coleções de germoplasma, para referir-se a um atributo ou caráter que se observa ou se mensura nos acessos.

Os descritores utilizados na caracterização de acessos devem ser relevantes para a classificação esperada, com isso deverão ser preservados apenas os que retratarem a estrutura do sistema biológico estudado, podendo ser suficientes para representar as características mais importantes (ADAMS e WIERSMAN, 1978). De acordo com Daher (1997), o aumento do número de descritores avaliados podem trazer informações redundantes, devido um caráter quase sempre estar relacionado a outro. Em vista disso, a eliminação de descritores redundantes é proveitosa, pois reduziria o trabalho de coleta de dados, evitando a imprecisão na caracterização, principalmente dos caracteres de difícil mensuração, com baixa variabilidade e estabilidade de expressão (PEREIRA et al., 1992).

O descarte de descritores qualitativos tem sido realizado em diversos trabalhos através do nível de entropia de Shannon, onde o pesquisador escolhe de acordo com seus dados um nível de entropia que não acarrete perda de informação importante, ou seja, onde se percebe a ocorrência de baixa variabilidade. Segundo Ledo et al. (2011), o nível de entropia pode ser utilizado para quantificar a variabilidade dos descritores qualitativos presentes nos acessos, por meio da observação das frequências relativas das classes para cada descritor avaliado. Onde baixos valores de entropia estão associados a uma menor quantidade de classes fenotípicas e a um maior desequilíbrio na proporção entre a frequência dos acessos nas diferentes classes.

Existem alguns métodos utilizados para a seleção de descritores quantitativos, entre eles têm-se o diagnóstico de multicolinearidade e a análise de componentes principais. Jolliffe (1973) impulsionou a utilização da análise de componentes principais para o descarte de variáveis. Esse autor avaliou quatro métodos de descarte utilizando tanto dados reais como simulados e concluiu que o objetivo era alcançado quando o número de caracteres rejeitados era igual ao de componentes principais que apresentassem variâncias inferiores a 0,70. O diagnóstico de multicolinearidade é realizado através do fator de inflação da variância (VIF) e o número de condição de Montgomery e Peck. No descarte consideram-se como variáveis multicolineares aquelas que apresentam $VIF > 10$, e um número de condição alto (HAIR et al., 2009; CRUZ et al., 2012) De acordo com a escala de

Montgomery e Peck (1981), número de condição com valores menores que 100, apresentam multicolinearidade fraca, valores entre 100 e 1.000 moderada a forte e multicolinearidade severa quando são superiores a 1.000.

Diversidade genética:

A caracterização dos acessos aliada ao estudo de diversidade genética é de extrema importância para trabalhos de conservação e manutenção de bancos, permitindo assim detectar relações existentes entre os acessos e identificar aqueles que apresentam características superiores, proporcionando grande contribuição para o melhoramento (PAULA, 2007; SOBRAL, 2009; RIBEIRO, 2011).

O termo diversidade genética é tido como a variação genética de uma população ou uma espécie. O estudo da diversidade inicia com a conservação das espécies e se estende de acordo com a utilização em programas de melhoramento, possibilitando diferenciar acessos, permitindo classificar os genótipos em grupos e facilitando a escolha dos genitores, já que, com a formação dos grupos, é possível encontrar acessos mais divergentes e assim utilizá-los em cruzamentos promissores, viabilizando o encontro de fontes de resistência a doenças (MALUF e FERREIRA, 1983; SOUSA, 2002; CRUZ e CARNEIRO, 2006).

A avaliação da diversidade genética é de suma importância para o melhoramento, pois os estudos realizados permitem proteger as culturas contra problemas de pragas e doenças, além de fornecer ganhos genéticos. Muitas culturas apresentam uniformidade genética, devido à concentração dos cultivos em poucas cultivares. A hibridação entre cultivares estreitamente relacionadas resulta em novas variedades com base genética estreita (BERTINI et al., 2006). Entende-se assim que a amplitude da variabilidade de uma população segregante depende fundamentalmente da divergência genética dos pais envolvidos, já que a geração da referida variabilidade está diretamente relacionada à divergência genética original (FALCONER, 1987).

Ribeiro (2011), estudando divergência genética entre 103 acessos do Banco de Germoplasma de mangueira da Embrapa Semiárido, concluiu que os

agrupamentos formados foram independentes de áreas geográficas ou da embrião.

Carvalho Júnior (2015), desenvolveu um estudo de diversidade genética em acessos da variedade Rosa e detectou que os caracteres massa do fruto, diâmetro maior do fruto, diâmetro menor do fruto, massa da casca, massa da semente e massa da polpa foram os que mais contribuíram para a divergência entre os acessos da referida variedade.

Estatística multivariada:

As análises multivariadas são utilizadas para estimar a divergência genética de acessos ou populações, permitindo unificar diversas informações sobre um conjunto de variáveis, eliminar duplicatas em bancos de germoplasma e identificar os genótipos mais contrastantes para aproveitamento em programas de melhoramento (CRUZ e CARNEIRO, 2006; FONSECA et al., 2006). Para Dias et al. (1997), a estatística multivariada avaliando a divergência genética entre os acessos, proporciona uma descrição sintética da afinidade genética existente.

Técnicas multivariadas consistem em analisar diversas características, considerando a correlação existente entre elas, o que permite fazer inferências sobre um conjunto de variáveis a um nível de significância conhecido (ALBUQUERQUE, 2005). De acordo com Sudré et al. (2007), a seleção de genitores baseada apenas em dados individuais não é tão interessante quanto a seleção baseada no conjunto das características.

A análise multivariada constitui-se uma metodologia com grande potencial de aplicação porque permite entender o relacionamento entre as diversas variáveis aleatórias (JOHNSON e WICHERN, 1998), além de identificar os caracteres que mais contribuem para a variabilidade genética nas populações consideradas (ELIAS et al., 2007), permite eliminar características que pouco contribuem para a variação total (CRUZ et al., 2004).

Dentre os métodos multivariados mais utilizados estão os que analisam a dissimilaridade ou a similaridade entre os indivíduos, como por exemplo, a análise de agrupamento e a análise de componentes principais. Os métodos multivariados são empregados com mais frequência no melhoramento de

plantas perenes por proporcionar a avaliação em vários aspectos, fornecendo assim uma identificação mais abrangente (CRUZ e CARNEIRO, 2006).

Análise de agrupamento:

O método de agrupamento faz com que a análise multivariada seja facilitada, pois permite separar um grupo de observações em subgrupos, de acordo com o critério de similaridade ou dissimilaridade, organizando as observações para que haja homogeneidade dentro dos grupos e heterogeneidade entre os grupos (CRUZ e CARNEIRO, 2003; BERTAN et al., 2006). Em concordância com os autores mencionados acima Cruz e Regazzi (1997), relatam que reunir os grupos minimiza a variação dentro deles e maximiza a variação entre eles, proporcionando ainda a divisão do grupo de observações original em subgrupos.

Existem diferentes métodos de agrupamento, distintos pelo tipo de resultado e pelas diferentes formas de definir proximidade entre indivíduos ou grupos formados. Os diversos métodos de agrupamento podem proporcionar diferentes resultados (RODRIGUES et al., 2010).

Segundo Cruz e Regazzi (1997), o processo de agrupamento contém duas etapas. A primeira consiste em estimar uma medida de similaridade ou dissimilaridade entre os genótipos e a segunda representa uma técnica para a formação dos grupos que se adeque ao conjunto de dados ou observações.

De acordo com Johnson e Wichern (1998), quanto maiores os valores de dissimilaridade, menos semelhantes ou mais distantes estão os genótipos, porém quanto maiores os valores de similaridade, mais semelhantes ou menos distantes estão os genótipos.

Dentre as diversas técnicas de agrupamento, encontra-se a técnica proposta por Gower (1971), que visa avaliar simultaneamente dados quantitativos e qualitativos, através de um algoritmo que estima a similaridade entre dois indivíduos.

REFERÊNCIAS

ADAMS, M. W.; WIERSMAN, J. V. An adaptation of principal components analysis to an assessment of genetic distance. **Resource Report**, v. 347, n.1, p. 2-7, 1978.

ALBUQUERQUE, H. Y. G. et al. **Caracterização morfológica de híbridos de mangueira do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido obtidos na Embrapa Cerrados**. In: II Simpósio da Rede de Recursos Genéticos Vegetais do Nordeste, 2015, Fortaleza. Anais do II Simpósio da Recursos Genéticos Vegetais Nordeste. Fortaleza, Embrapa Agroindústria Tropical. 2015.

ALBUQUERQUE, M. A. **Estabilidade em análise de agrupamento (Cluster Analysis)**. Dissertação (mestrado em Biometria). Recife-PE. 64p. 2005.

ALVES, S. T. L. et al. **Caracterização do porte, do hábito de crescimento e da precocidade de acessos de mangueira do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido**. In: II Simpósio da Rede de Recursos Genéticos Vegetais do Nordeste, 2015, Fortaleza. Anais do II Simpósio da Recursos Genéticos Vegetais Nordeste. Fortaleza, Embrapa Agroindústria Tropical. 2015.

AMORIM E. P. et al. Quality improvement of cultivated Musa In: PILLAY, M.; TENKOUANO, A. **Banana Breeding: Progress and Challenges**. New York: CRC Press, p. 252-280, 2011.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 49 p. 2018

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 49 p . 2017.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 92 p. 2016.

BERTAN I. et al. Comparação de métodos de agrupamento na representação da distância morfológica entre genótipos de trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, 12:279-286. 2006.

BERTINI, C. H. C. M. et al. Characterization and genetic diversity analysis of cotton cultivars using microsatellites. **Genetics and Molecular Biology**, v. 29, p.321-329, 2006.

CARVALHO, C. A. L. I. et al. **Tópicos em Ciências Agrárias**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, v. 1, 296 p. 2009.

CARVALHO, C. R. L. et al. Avaliação de cultivares de mangueira selecionadas pelo Instituto Agrônomo de Campinas comparadas a outras de importância comercial. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, p. 264-271, 2004.

CARVALHO JÚNIOR, J. E. V. **Caracterização e Diversidade Genética em acessos de mangueira da variedade Rosa do Banco Ativo de**

Germoplasma da Embrapa Meio-Norte. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Teresina. 81p. 2015.

COELHO, W. C. P. et al. **Caracterização morfológica de acessos de mangueira de diferentes origens do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido.** In: II Simpósio da Rede de Recursos Genéticos Vegetais do Nordeste, 2015, Fortaleza. Anais do II Simpósio da Recursos Genéticos Vegetais Nordeste. Fortaleza, Embrapa Agroindústria Tropical, 2015.

CUNHA, G. A. P.; PINTO, A. C. Q.; FERREIRA, F. R. Origem, dispersão, taxonomia e botânica. In: GENUÍ, P. J. C.; PINTO, A. C. Q. **A Cultura da Mangueira.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 31-36. 2002.

CRUZ C. D.; REGAZZI A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** Viçosa, Imprensa Universitária, 390 p, 1997.

CRUZ C. D; CARNEIRO P. C. S.; REGAZZI A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, v. 2, 585 p. 2003.

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

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, v. 2. 2006.

CRUZ, C. D., FERREIRA, F. M., PESSONI, L. A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética.** Visconde de Rio Branco: Editora Suprema, 620. 2011.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético,** Viçosa: Editora UFV, 2012. 514p.

CRUZ, M. M. et al. **Qualidade e conservação pós-colheita sob refrigeração de frutos de acessos de mangueira do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido.** In *Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 9., 2014, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, 2014.

DAHER, R. F.; MORAES, C. F.; CRUZ, C. D. Seleção de caracteres morfológicos em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.247-259, 1997.

DIAS, L. A. S.; KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, G. C. T. Divergência genética multivariada na preservação de germoplasma de cacau (*Theobroma cacao* L.). **Agrotropica**, v. 9, p. 29 - 40, 1997.

DONADIO, L. C. **Variedades de mangueira.** In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MARTINS FILHO, J.; MORAES, O. M. Manga: tecnologia de produção e

mercado. Vitória da Conquista: Departamento de Fitotecnia e Zootecnia/ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, p. 32-56. 1996.

ELIAS, H. T. et al. Variabilidade genética em germoplasma tradicional de feijão-preto em Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 10, p. 1443-1449, 2007.

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

FERREIRA, J. P. et al. Correlações entre características morfo-agronômicas de acessos de mamoeiro. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.8, n.14; p. 246, 2012.

FONSECA, N.; SILVA, S. O.; SAMPAIO, J. M. M. Caracterização de cultivares de manga na região do Recôncavo Baiano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 16, n. 3, p. 29-45, 1994.

FONSECA, A. F. A. et al. Divergência genética em café conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2006.

GALLI, J. A. et al. Qualidade de mangas cultivadas no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas - SP, v. 67, n. 3, p. 791-797. 2008.

GIACOMETTI, D. C. **Descritores para caracterização e avaliação de germoplasma**. I Encontro Sobre Recursos Genéticos, Jaboticabal, Brasil. (anais): 129- 147. 1988.

GOWER, J. C. A general coefficient of similarity and some of its properties. **Biometrics**, v. 27, n. 4, p. 857-874, 1971.

GUSMÃO, L. L.; NETO, J. A. M. Caracterização morfológica e agrônômica de acessos de mandioca nas condições edafoclimáticas de São Luís, MA. **Revista da Faculdade de Zootecnia Veterinária e Agronomia**, v. 15, n. 2, 2008.

HAIR, J.F.; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L. **Análise multivariada de dados**. 6.ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688p.

IBGE. Produção Agrícola Municipal: Culturas Temporárias e Permanentes. 2016. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>. Acesso em 20 de agosto de 2018.

IYER, C.P.A.; SCHNELL, R.J. Breeding and genetics. In: LITZ, R.E. (Ed.). **Mango: botany production and uses**. Wallingford: CABI, 2009.

JOLLIFFE, I. T. Discarding variables in a principal component analysis. II: real data. **Journal of the Royal Statistical Society Series C - Applied Statistics**, London, v. 22, n. 1, p. 21-31, 1973.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**, Madison: Prentice Hall International, 816 p. 1998.

JULIÃO, C. C. B.; BRANCO, D. K. S.; LIMA, J. E. Exportação de uva no Vale do São Francisco: uma análise a partir de vetores autorregressivos. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 48, n. 2, p. 75-83, 2017.

LEDO, C. A. da S.; ALVES, A. A. C.; SILVEIRA, T. C. da.; OLIVEIRA, M. M. de.; SANTOS, A. S.; TAVARES FILHO, L. F. de Q. **Caracterização morfológica da coleção de espécies silvestres de *Manihot* (Euphorbiaceae – Magnoliophyta) da Embrapa Mandioca e Fruticultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. 20 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/EMPRAPA, 53).

LIMA, A. T. B. et al. 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. **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

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. Bento Gonçalves. 2012.

LIMA NETO, F. P. et al. O progressivo processo de enriquecimento genético do Banco Ativo de Germoplasma da mangueira preservado pela Embrapa Semiárido. **Jornal da Fruta**. Setembro, p. 16. 2014.

LINS, L. C. R. **Caracterização e seleção de progênies de mangueira (mangifera indica l.) quanto à qualidade dos frutos**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2017.

MALUF, W.R.; FERREIRA, P.E. Análise multivariada da divergência genética em feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris*L.). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 1, n. 2, p. 31-34, 1983.

MANICA, I. Cultivares e Melhoramento. In: MANICA, I. **Manga: tecnologia, produção, agroindústria e exportação**. Porto Alegre: Cinco Continentes, p. 87-130. 2001a.

MANICA, I. Colheita-embalagem-armazenamento. In: MANICA, I. **Manga: Tecnologia, agroindústria e exportação**. Porto Alegre: Cinco continentes, p. 435-543. 2001b.

MELO NUNES, R.F. de. **Práticas culturais e implantação de pomar**. In: **Informações técnicas sobre a cultura da manga no semi-árido brasileiro**. Petrolina: CPATSA-EMBRAPA, p.7-40. 1995.

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** (Impresso), v. especial, p. 371-376, 2011.

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

MODESTO, J. H. **Produtividade, sazonalidade e análises tecnológicas de frutos de cultivares de mangueira em condições subtropicais**. Dissertação (Mestrado em agronomia). Botucatu, São Paulo. p. 65. 2013.

MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A. **Introduction to linear regression analysis**. New York: John Wiley. 504p. 1981.

MUKHERJEE, S. K.; LITZ, R. E. Introduction: botany and importance. In: LITZ, R. E. **The mango: Botany, production and uses**, London, p. 1-18, 2009.

MUKHERJEE, S. K. Systematic and ecogeographic studies on crop gene pools: 1. *Mangifera*. **IBPGR Secretariat**, Rome. 86 p. 1985.

PAULA, M. F. B. et al. Caracterização de acessos de fava d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.) por meio de marcadores moleculares RAPD. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S1, p. 282-284, 2007.

PEREIRA, V. A. **Utilização de análise multivariada na caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.)**. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. p.180, 1989.

PEREIRA, A. V.; VENCOSKY, R.; CRUZ, C. D. Selection of botanical and agronomical descriptors for the characterization of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) germoplasm. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.15, p.115-124. 1992.

PINTO, A. C. Q.; FERREIRA, F. R. Recursos Genéticos e Melhoramento da Mangueira no Brasil. In: Queiroz, M. A.; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro** (online). Versão 1.0. Petrolina-PE: Embrapa Semiárido/ Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, novembro 1999. Disponível via Word Wide web <http://www.cpatia.embrapa.br>. ISBN 85-7405-001-6.

PINTO, A. C. Q. et al. **Melhoramento genético**. In: Genú, P. J. C.; Pinto, A. C. Q. A cultura da mangueira. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002a. 51-92.

PINTO, A. C. Q.; COSTA, J. G.; SANTOS, C. A. F. **Principais variedades**. In: Genú, P. J. C.; Pinto, A. C. Q. A cultura da mangueira. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002b. 93-116

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. Anais... Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2005.

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**, p. 64-72, 2011. (Volume Especial)

QUEROL, D. **Recursos genéticos, nosso tesouro esquecido**. Tradução Joselita Wasniewski. Rio de Janeiro: ASPTA, p. 206, 1993.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. v. 2, Lavras: Editora UFLA, p. 464, 2008.

RIBEIRO, I. C. N. S. **Análise da divergência genética em acessos de Mangifera indica com base em descritores agro-morfológicos e marcadores microssatélites**. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana. 113 f. 2011.

RIBEIRO, I. C. N. S.; SANTOS, C. A. F.; LIMA NETO, F. P. L. Morphological characterization of mango (*Mangifera indica*) accessions based on Brazilian adapted descriptors. **Journal of Agricultural Science and Technology**. B, 3 (11B), 798. 2013.

RITSCHER, P. S.; TOMAZELLI, L. C. HUAMÁN, Z. Caracterização morfológica do germoplasma de batata-doce mantido na EPAGRI. **Embrapa Hortaliças-outras publicações técnicas (INFOTECA-E)**. 1998.

ROCHA, A. **Identificação de embriões zigóticos e nucelares de sementes e caracterização agrônômica e molecular de acessos de mangueira 'Ubá'**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 117 p. 2009.

RODRIGUES, H. C de A.; CARVALHO, S. P. de; CARVALHO, A. A. de; 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

SÁ, P. G.; COSTA, J. G.; SANTOS, I. C. N. **Hábito de crescimento, coloração da inflorescência e caracterização da folha em germoplasma de mangueira em Juazeiro-ba**. XXVII Reunião Nordestina de Botânica. Petrolina. 2004.

SANTANA, F. A.; ALBUQUERQUE, H. Y. G.; ALVES, S. T. L.; LIMA NETO, F. P. **Caracterização morfológica de acessos de mangueira do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido**. In: II Simpósio da Rede de Recursos Genéticos Vegetais do Nordeste, 2015, Fortaleza. Anais do II Simpósio da Recursos Genéticos Vegetais Nordeste. Fortaleza, Embrapa Agroindústria Tropical, 2015.

SANTOS, I. C. N.; COSTA, J. G.; SÁ, P. G. **Precocidade e características da folha em três espécies do gênero mangifera em Juazeiro-ba.** XXVII Reunião Nordestina de Botânica. Petrolina. 2004.

SANTOS-SEREJO, J. A. **Classificação e descrição botânica.** In: PEREIRA, M. E. C.; FONSECA, N.; SOUZA, F. V. D. Manga: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 15-17. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas), 2005.

SANTOS, I. C. N. et al. **Caracterização morfológica de variedades brasileiras e indianas de mangueira do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido.** IV Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido, Petrolina. *Série Documentos*, 221. 2009.

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

SILVA, E. M. F. **Estudos sobre o mercado de frutas.** Brasília, 1999.

SILVA, C. R. R. E.; FONSECA, E. B. A.; MOREIRA, M. A. **Cultura da Mangueira.** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001 (Boletim).

SILVA, M. S.; GOMES, T. C. A. **Cultivo da Mangueira.** Embrapa Semi-Árido. Sistema de Produção 2. ISSN 1807-0027 Versão Eletrônica. Julho/2004. Disponível em: <<http://www.sistemasdeprocao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 09 de abr. 2018.

SILVA, D. F. P. et al. Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira na Zona da Mata Mineira. **Revista Ceres**, Viçosa, v.56, n. 6, p. 783-789, 2009.

SILVA, J. S. et al. **Análise do comportamento dos preços de manga exportada do Brasil: análise no domínio do tempo.** In: VI Congresso da SOBER Nordeste. Petrolina, 2011. **Anais...** Petrolina: SOBER, 2011.

SILVA, D. F. P. et al. Diversidade genética entre cultivares de mangueiras, baseada em caracteres de qualidade dos frutos. **Revista Ceres**, v. 59, p. 225-232, 2012.

SILVA, J. D. S. **Análise da eficiência econômica dos produtores de manga do Vale do São Francisco.** Dissertação (Mestrado em Economia). 87p. 2014.

SIMÃO, S. **Manual de Fruticultura.** São Paulo: CERES, 1971.

SIQUEIRA, D. L. de; RAMOS, V. H. V. **Avaliação de dezessete variedades de mangueira (Mangifera indica L.) em Uberaba-MG.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, Fortaleza, 1989. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 506 p. 1989.

SIVAKUMAR, D.; JIANG, Y.; YAHIA, E. M. Maintaining mango (*Mangifera indica* L.) fruit quality during the export chain. **Food Research International**, v. 44, n. 5, p. 1254-1263, 2011.

SOBRAL, P. V. C. **Caracterização morfoagronômica e divergência genética entre acessos africanos de feijão-caupi**. 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 131 p. 2009.

SOUSA, N.R. **Processos genético-evolutivos e os recursos fitogenéticos**. In: SOUSA, N. R.; SOUZA, A. G. C. Recursos fitogenéticos na Amazônia Ocidental: Conservação, pesquisa e utilização. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus. p. 19-26. 2002.

SOUZA, J. S. et al. **Aspectos socioeconômicos**. In: GENÚ, P. J. de C.; PINTO, A. C. de Q. (Ed.). A cultura da mangueira. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, p. 21-29. 2002.

SOUZA, E. M. C. et al. **Análise de entropia em acessos de mangueira do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido**. In: II Jornada de Integração da Pós Graduação da Embrapa Semiárido. Petrolina. p. 221-226. 2017.

SUBRAMANYAM, H.; KRISHNAMURTHY, S.; PARPIA; H. A. B. Physiology and biochemistry of mango fruit. In: CHICHESTER, C. C.; MRAK, E. M.; STEWART; G. F. (Ed): **Advances in food research**. New York: Academic Press, v.21, p.223-305. 1975.

SUDRÉ, C. P.; LEONARDECZ, E.; RODRIGUES, R.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; MOURA, M. C. L.; GONÇALVES, L. S. A. Genetic resources of vegetable crops: a survey in the Brazilian germplasm collections pictured through papers published in the journals of the Brazilian Society for Horticultural Science. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 496-503, 2007.

SCANAVACA JÚNIOR, L. et al. **Caracterização físico-química de frutos de variedades estrangeiras de mangueira visando à diversificação da mangicultura nacional**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2006, 19, Cabo Frio: Sociedade Brasileira de Fruticultura/UENF/UFRuralRJ, p. 46. 2006.

SCHNELL, R. J. et al. Mango genetic diversity analysis and pedigree inferences for Florida cultivars using microsatellite markers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Athens, v. 131, n. 2, p. 214- 224, 2006.

VALLS J. F. M. **Caracterização morfológica, reprodutiva e bioquímica de germoplasma**. In: ENCONTRO SOBRE RECURSOS GENÉTICOS, 1. Anais... Jaboticabal, p.106-120. 1988.

VIEIRA, E. A. et al. Variabilidade genética do banco ativo de germoplasma de mandioca do Cerrado acessada por meio de descritores morfológicos. **Embrapa Cerrados-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2007.

VIRUEL, M. A. et al. Fingerprinting, embryo type and geographic differentiation in mango (*Mangifera indica* L., Anacardiaceae) with microsatélites. **Molecular Breeding**, Dordrecht, v. 15, p. 383-393. 2005.

WEEDEN, N.F.; HEMMAT, M.; LAWSON, D.M.; LODHI, M.; BELL, R.L.; MANGANARIS, A.G.; REISCH, B.I.; BROWN, S.K.; G.-N.YE. 1994. Development and application of molecular marker linkage maps in woody fruit crops. **Euphytica**, Dochechat, 1994, v. 77 p. 71-75, 1994.

CAPÍTULO I

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE ACESSOS DO BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DE MANGUEIRA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE ACESSOS DO BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DE MANGUEIRA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO

Autor: Emille Mayara de Carvalho Souza

Orientador: Carlos Alberto da Silva Ledo

Coorientador: Francisco Pinheiro Lima Neto

RESUMO: A Embrapa Semiárido possui um banco ativo de germoplasma com 161 acessos, onde alguns ainda estão em processo de caracterização morfológica. A caracterização baseia-se em descritores botânicos, facilmente mensuráveis, com baixo custo, e é conhecida como fase inicial nos programas de conservação e melhoramento genético de cultivares. O objetivo do trabalho foi promover a caracterização de 53 acessos de mangueira do banco ativo de germoplasma da Embrapa Semiárido, por meio de descritores morfológicos, visando ampliar o conhecimento sobre a variabilidade da cultura, assim como a conclusão do processo de caracterização morfológica da coleção. O banco ativo de germoplasma da cultura está instalado na Estação Experimental de Mandacaru em Juazeiro Bahia e a lista de descritores morfológicos utilizada foi disponibilizada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em 2011. Observou-se que apenas os descritores hábito de crescimento dos ramos principais, comprimento do pecíolo, espaço entre as nervuras secundárias do limbo e presença de pescoço no fruto apresentaram baixa variabilidade entre os acessos avaliados. Merece destaque os descritores relacionados à coloração da epiderme dos frutos, pois apresentaram elevada variabilidade genética, encontrando principalmente acessos com coloração vermelha quando o fruto está em ponto de consumo, característica de interesse, portanto estes acessos podem ser utilizados em trabalhos posteriores, além dos descritores relacionados à coloração da epiderme, encontraram-se outros descritores que são de interesse dos programas de melhoramento, como principalmente, a firmeza da polpa, cor da polpa, espessura da epiderme e o teor de sólidos solúveis. Com isso conclui-se que os resultados alcançados permitem a conclusão do processo de caracterização morfológica do banco ativo de germoplasma da Embrapa Semiárido, além de apresentar grande importância para os programas de melhoramento genético da cultura, por apresentar acessos com características de interesse.

Palavras-chaves: *Mangifera* spp; Descritores morfológicos; Melhoramento genético

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF ACCESSES OF THE ACTIVE BANK OF MANGO GERMOPLASMA FROM EMBRAPA SEMIÁRIDO

Author: Emille Mayara de Carvalho Souza

Advisor: Carlos Alberto da Silva Ledo

Co-advisor: Francisco Pinheiro Lima Neto

ABSTRACT: Embrapa Semiarid has an active germoplasm bank with 161 accesses, where some are still in the process of morphological characterization. The characterization is based on botanical descriptors, easily measurable, with low cost, and is known as initial phase in the programs of conservation and genetic breeding of cultivars. The objective of the work was to promote the characterization of 53 mango accesses from Embrapa Semiarid active germoplasm bank by means of morphological descriptors. The aim is to increase the knowledge about the variability of the culture, as well as the conclusion of the process of morphological characterization of the collection. The active culture germoplasm bank is installed at the Mandacaru Experimental Station in Juazeiro Bahia and the list of morphological descriptors used was made available by the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply in 2011. It was observed that only the descriptors: habit of growth of the main branches, length of the petiole, space between the secondary veins of the limbus and presence of neck in the fruit, presented low variability among the accesses evaluated. It is worth noting the descriptors related to the coloration of the fruit epidermis, since they presented high genetic variability. One of the characteristic of interest is the red color of the skin, when the fruit is in point of consumption, so finding access with this predominant characteristic is of great interest. Besides the descriptors related to the coloring of the epidermis, other descriptors were found that are of interest to breeding programs, such as: flesh firmness, flesh color, epidermis thickness and soluble solids content. Therefore, the results achieved allow the conclusion of the process of morphological characterization of the active germoplasm bank from Embrapa Semiarid. In addition to being of great importance for the conservation and breeding programs of the crop, because it presents accesses with characteristics of interest.

Key-words: *Mangifera* spp; Morphological descriptors; Genetic breeding

INTRODUÇÃO

No aspecto socioeconômico é tida como uma das frutas tropicais de maior expressão. O Brasil é considerado como grande produtor mundial da fruta, que frequentemente é consumida in natura (BEZERRA et al., 2011). No Brasil, apesar de encontrar a maior área plantada no Estado de São Paulo, é na região Nordeste, principalmente no Submédio do Vale do São Francisco, que se observam os mais tecnificados sistemas de cultivo, o que permite destaque nas exportações mundiais, além de possibilitar uma contínua geração de emprego e renda, trazendo notoriedade para a região (SILVA et al., 2011; SOUZA et al., 2013).

No ano de 2017, a manga liderou as exportações brasileiras de frutas frescas, secas e preparadas, apresentando aproximadamente 180 mil toneladas, gerando no mesmo ano 205 milhões de dólares (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2018).

Embora esteja disponíveis diversas cultivares de mangueira, o cultivo concentra-se principalmente na ‘Tommy Atkins’, ‘Palmer’, ‘Kent’ e ‘Keitt’ (MENTEN, 2010). Destacando-se o cultivo da manga ‘Tommy Atkins’, que contribui de forma significativa na comercialização de mangas na região do Vale São Francisco, entretanto apenas um genótipo não carrega todos os caracteres de interesses dos melhoristas (MAIA et al., 2016). Com isso a diversificação dos pomares faz-se necessária, além de que contribuirá com a prevenção contra eventuais ataques de pragas e doenças.

O Banco Ativo da Embrapa Semiárido é formado atualmente por 161 acessos, sendo direcionados ao melhoramento genético, cujo um dos objetivos é desenvolver variedades com qualidade superior à ‘Tommy Atkins’ (CRUZ et al., 2014). Para dar suporte ao programa, está sendo realizada a caracterização morfológica dos acessos (SANTOS et al., 2008; SANTOS et al., 2009; RIBEIRO et al., 2013; ALBUQUERQUE et al., 2015; ALVES et al., 2015; COELHO et al., 2015; SANTANA et al., 2015; SOUZA et al., 2017).

A caracterização de genótipos dos Bancos de Germoplasma servem para aumentar a eficiência dos trabalhos de melhoramento de espécies cultivadas (LOPES et al., 2016), e é de grande importância porque a base do seu conhecimento é a identificação das espécies (SOARES et al., 2017).

A caracterização é responsável por diferenciar genótipos seja para proteção de cultivar ou para estudos de variabilidade genética, permitindo o desenvolvimento e a disponibilização de genótipos superiores. A vasta utilização dos descritores morfológicos é devida sua fácil aferição, baixo custo de avaliação e por serem menos influenciados pelo ambiente (FUHRMANN et al.; 2016)

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi promover a caracterização de acessos de mangueira do banco ativo de germoplasma da Embrapa Semiárido, por meio de descritores morfológicos, visando ampliar o conhecimento sobre a variabilidade da cultura e a conclusão do processo de caracterização morfológica da coleção.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no banco ativo de germoplasma de mangueira, pertencente a Embrapa Semiárido, instalado na Estação Experimental de Mandacaru, no município de Juazeiro-BA, 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 da estação meteorológica da Estação Experimental de Mandacaru no ano de 2017, a precipitação pluvial foi de 99,13 mm, enquanto a umidade relativa do ar média foi de 68,24%. A temperatura média anual de 26,76°C, sendo que a média da temperatura máxima é de 33,52°C e a média da temperatura mínima de 21,05°C.

Os acessos são compostos por quatro plantas, dispostos em espaçamento 10 m x 10 m, irrigados por microaspersores, com uma poda anual realizada após a colheita. A aplicação de nutrientes é feita por meio de fertirrigação e baseia-se nas necessidades determinadas pelas análises do solo e pelas análises de folhas

Foram caracterizados 53 acessos com base nos descritores morfológicos de folha, incluindo hábito de crescimento dos ramos principais, 42 acessos com base nos descritores de inflorescência e 46 acessos com base nos descritores morfológicos de fruto, distinção que ocorreu porque alguns acessos não produziram regularmente (Tabela 1).

Tabela 1: Relação dos acessos de mangueira e partes da planta caracterizada. Juazeiro-BA, 2018.

Acessos	Partes da planta avaliadas
Alice	Folha/Inflorescência/Fruto
Berton	Folha/Inflorescência/Fruto
Boarolo	Folha/Inflorescência/Fruto
Bourbon vermelha	Folha/ Fruto
Carlotinha	Folha/Inflorescência/Fruto
Celebration	Folha/Inflorescência/Fruto
Coité	Folha/Fruto
Coquinho	Folha/Inflorescência/Fruto
Choc anan	Folha
CPAC 71/86	Folha/Inflorescência/Fruto
CPAC 15/94	Folha/Inflorescência/Fruto
CPAC 225/94	Folha/Inflorescência/Fruto
CPAC 11136/86	Folha/Inflorescência/Fruto
CPAC 22/93	Folha/Inflorescência/Fruto
CPAC 263/94	Folha/Inflorescência/Fruto
CPAC 165/93	Folha/Inflorescência/Fruto
CPAC 136/86	Folha/Inflorescência/Fruto
CPAC 140/86	Folha/Inflorescência/Fruto
CPAC 329/94	Folha/Inflorescência/Fruto
CPAC 58/95	Folha/Inflorescência/Fruto
CPAC 09/137-86	Folha/Inflorescência/Fruto
CPAC 10/4486	Folha/Inflorescência/Fruto
CPAC 10/2786	Folha/Inflorescência/Fruto
CPAC 07/166-86	Folha/Inflorescência/Fruto
Doce de leite	Folha/Inflorescência/Fruto
Espada azenha	Folha/Inflorescência/Fruto
Fafá	Folha
Gitirana	Folha
Imperial II	Folha/Inflorescência/Fruto
Jasmim	Folha/Fruto
Juazeiro I	Folha/Inflorescência/Fruto
Juazeiro V	Folha/Fruto
Juazeiro VII	Folha/Inflorescência/Fruto
Lívia	Folha/Inflorescência/Fruto
Lira	Folha/Inflorescência/Fruto
Manga verde	Folha/Inflorescência/Fruto
Mangifera foétida	Folha/Inflorescência
Mangifera odorata	Folha
Mangifera odorata x Mangifera foétida	Folha
Mangifera similis	Folha/Inflorescência/Fruto
Manga preta	Folha/Inflorescência/Fruto
Natalina	Folha/Inflorescência/Fruto

Tabela 1: Continuação...

Acessos	Partes da planta avaliadas
Ouroporanga	Folha/Inflorescência/Fruto
Papo de peru II	Folha/Inflorescência/Fruto
Ribeiro	Folha/Inflorescência/Fruto
Rosa 36	Folha/Inflorescência/Fruto
Rosa 46	Folha/Inflorescência/Fruto
Rosa 2	Folha/Inflorescência/Fruto
Roxa	Folha/Inflorescência/Fruto
Sthal	Folha/Inflorescência/Fruto
Sthein	Folha
Tin Fan	Folha/Inflorescência/Fruto
Urpia pinheiro	Folha/Fruto

Foram utilizados 53 descritores morfológicos disponibilizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para a caracterização dos acessos (MAPA, 2011). Na Tabela 2, encontram-se os descritores quantitativos, as classes e os valores atribuídos para cada classe. Os descritores qualitativos e as classes fenotípicas estão dispostos na Tabela 3.

Tabela 2: Relação de descritores quantitativos, classes fenotípicas e os valores atribuídos para cada classe aplicados na caracterização dos acessos de mangueira. Juazeiro-BA, 2018.

Descritores Quantitativos	Classes	Valores
Comprimento do limbo	Curto	$\leq 20,0$
	Médio	$20,0 < x \leq 25,0$
	Longo	$> 25,0$
Largura do limbo	Estreita	$\leq 4,0$
	Média	$4,0 < x \leq 5,0$
	Larga	$> 5,0$
Relação comprimento/largura do limbo	Muito pequena	$\leq 3,0$
	Pequena	$3,0 < x \leq 4,0$
	Média	$4,0 < x \leq 5,0$
	Grande	$5,0 < x \leq 6,0$
Comprimento do pecíolo	Muito grande	$> 6,0$
	Curto	$\leq 4,0$
	Médio	$4,0 < x \leq 8,0$
Comprimento da inflorescência	Longo	$> 8,0$
	Curto	$15,0 < x \leq 22,5$
	Médio	$22,5 < x \leq 30,0$
	Longo	$30,0 < x \leq 37,5$
	Muito longo	$> 37,5$

Tabela 2: Continuação...

Descritores Quantitativos	Classes	Valores
Diâmetro da inflorescência	Muito pequeno	$\leq 15,0$
	Pequeno	$15,0 < x \leq 20,0$
	Médio	$20,0 < x \leq 25,0$
	Grande	$25,0 < x \leq 30,0$
	Muito grande	$> 30,0$
Relação comprimento/diâmetro da inflorescência	Pequena	$\leq 2,0$
	Média	$2,0 < x \leq 3,0$
	Grande	$> 3,0$
Número de ramos primários da inflorescência	Pequeno	$\leq 25,0$
	Médio	$25,0 < x \leq 30,0$
	Alto	$> 30,0$
Comprimento do fruto (c)	Curto	$6,0 < x \leq 9,0$
	Médio	$9,0 < x \leq 11,0$
	Longo	$11,0 < x \leq 14,0$
	Muito longo	$> 14,0$
Largura do fruto (c)	Estreito	$5,0 < x \leq 6,5$
	Médio	$6,5 < x \leq 8,5$
	Largo	$8,5 < x \leq 10$
	Muito largo	$> 10,0$
Relação comprimento/largura do fruto (c)	Pequena	$0,70 < x \leq 1,20$
	Média	$1,20 < x \leq 1,50$
	Grande	$1,50 < x \leq 2,0$
	Muito grande	$> 2,0$
Diâmetro do pedúnculo (c)	Pequeno	$\leq 3,0$
	Médio	$3,0 < x \leq 5,0$
	Grande	$> 5,0$
Espessura da epiderme do fruto (d)	Fina	$\leq 0,50$
	Média	$0,50 < x \leq 1,0$
	Grossa	$> 1,0$
Firmeza da polpa do fruto (d)	Fraca	$\leq 2,0$
	Média	$2,0 < x \leq 4,0$
	Firme	$> 4,0$
Teor de sólidos solúveis (d)	Baixo	$10,0 < x \leq 14,0$
	Médio	$14,0 < x \leq 16,0$
	Alto	$16,0 < x \leq 19,0$
	Muito alto	$> 19,0$
Acidez total titulável (d)	Baixa	$0,10 < x \leq 0,30$
	Média	$0,30 < x \leq 0,40$
	Alta	$0,40 < x \leq 0,50$
	Muito alta	$> 0,50$
Relação teor de sólidos solúveis/acidez (d)	Muito baixa	≤ 40
	Baixa	$40 < x \leq 65$
	Média	$65 < x \leq 90$
	Alta	$90 < x \leq 115$
	Muito alta	> 115

(c) descritor de fruto maduro ponto de colheita. (d) descritor de fruto em ponto de consumo.

Tabela 3: Relação de descritores qualitativos e classes fenotípicas definidas na caracterização de acessos de mangueira. Juazeiro-BA, 2018.

Descritores qualitativos	Classes
Hábito de crescimento dos ramos principais	(1) ereto (2) aberto (3) pendente
Intensidade da pigmentação antocianínica na folha jovem	(1) ausente ou muito fraca (3) fraca (5) média (7) forte (9) muito forte
Forma predominante do limbo	(1) ovalada (2) elíptica (3) oblonga
Coloração do limbo	(1) verde-amarelada (2) verde-clara (3) verde-média (4) verde-escura
Torção do limbo	(1) ausente (2) presente
Espaço entre as nervuras secundárias do limbo	(1) muito fechado (3) fechado (5) médio (7) amplo (9) muito amplo
Ondulação da borda do limbo	(1) ausente ou fraca (2) média (3) forte
Forma da base do limbo	(1) aguda (2) obtusa (3) arredondada
Forma do ápice do limbo	(1) afilada (2) acuminada (3) aguda
Porte do pecíolo em relação ao broto	(1) ereto (3) semi-ereto (5) perpendicular (7) moderadamente recurvado (9) muito recurvado
Forma da inflorescência	(1) cônica (2) piramidal (3) piramidal larga
Coloração antocianínica do eixo e dos ramos da inflorescência	(1) ausente ou muito fraca (3) fraca (5) média (7) forte (9) muito forte
Forma da seção transversal do fruto (c)	(1) elíptica-média (2) elíptica-larga (3) circular
Coloração da epiderme do fruto (c)	(1) somente amarela (2) somente verde (3) verde e amarela (4) verde e laranja (5) verde e rosa (6) verde e vermelha (7) verde e violeta
Densidade das lenticelas no fruto (c)	(3) esparsa (5) média (7) densa
Contraste de cores entre lenticelas e epiderme do fruto (c)	(3) fraco (5) médio (7) forte
Tamanho das lenticelas no fruto (c)	(3) pequeno (5) médio (7) grande

(c) descritor de fruto maduro ponto de colheita.

Tabela 3: Continuação...

Descritores qualitativos	Classes
Rugosidade da superfície causada pelas lenticelas no fruto (c)	(1) ausente (2) presente
Cavidade peduncular do fruto (c)	(1) ausente ou pouco profunda (2) média (3) profunda
Presença de pescoço no fruto (c)	(1) ausente (2) presente
Forma do ombro, parte ventral do fruto (c)	(1) arredondada para cima (2) arredondada plana (3) arredonda para baixo (4) inclinada para baixo (5) inclinação abrupta
Forma do ombro, parte dorsal do fruto (c)	(1) arredondada para cima (2) arredondada plana (3) arredonda para baixo (4) inclinada para baixo (5) inclinação abrupta
Protuberância proximal da cicatriz estilar no fruto (c)	(1) ausente ou fraca (2) média (3) forte
Ponto na cicatriz estilar do fruto (c)	(1) ausente ou pequeno (2) médio (3) grande
Coloração predominante da epiderme (d)	(1) verde (2) verde-amarelada (3) verde e amarela (4) amarela (5) laranja-amarelada (6) amarela e laranja (7) laranja (8) amarela e vermelha (9) laranja e vermelha (10) vermelha (11) laranja e roxa (12) vermelha e roxa (13) roxa
Aderência da epiderme à polpa (d)	(3) fraca (5) média (7) forte
Coloração da polpa do fruto (d)	(1) amarela-esverdeada (2) amarela-clara (3) amarela-média (4) laranja-clara (5) laranja-média (6) laranja-escura
Suculência da polpa do fruto (d)	(3) baixa (5) média (7) alta
Quantidade de fibra aderida ao caroço (d)	(1) muito baixa (3) baixa (5) média (7) alta (9) muito alta
Quantidade de fibra aderida à epiderme (d)	(3) baixa (5) média (7) alta
Sabor terebentina no fruto (d)	(1) ausente (2) presente
Relevo da superfície do caroço	(1) acanalada (2) lisa (3) enrugada

(c) descritor de fruto maduro ponto de colheita (d) descritor de fruto maduro ponto de consumo.

Tabela 3: Continuação...

Descritores qualitativos	Classes
Forma na vista lateral da semente	(1) retangular reniforme (2) oblonga
Embrionia da semente	(1) monoembriônica (2) poliembriônica
Época do início da floração	(3) precoce (5) média (7) tardia
Época da maturação dos frutos (c)	(1) muito precoce (3) precoce (5) média (7) tardia (9) muito tardia

(c) descritor de fruto maduro ponto de colheita

Os descritores considerados para a caracterização dos acessos basearam-se em amostras compostas por 16 folhas desenvolvidas, 16 inflorescências e 16 frutos avaliados em ponto de colheita e ponto de consumo, totalizando-se 48 amostras por acesso. Foram retiradas quatro folhas de cada uma das quatro plantas, coletadas ao redor de toda a copa, localizadas no terço médio dos ramos jovens, que não apresentavam sinais de crescimento ativo. Como para as folhas, foram avaliadas quatro inflorescências por planta. A avaliação ocorreu diretamente na planta e foi realizada na época de pleno florescimento.

O descritor intensidade da pigmentação antocianínica das folhas jovens foi determinada visualmente em folhas de até 6 cm de comprimento com até 15 dias de idade. A forma na seção transversal do fruto foi determinada realizando um corte transversal com uma faca. Em seguida, procedeu-se a comparação com as figuras disponibilizadas pelo MAPA, (2011).

A aderência da epiderme à polpa foi determinada puxando-se a epiderme manualmente. A espessura da epiderme foi definida separando-a da polpa com uma faca, seguida da mensuração com paquímetro digital. A firmeza da polpa foi obtida com a retirada de uma porção da epiderme na área central do fruto nos dois lados para introdução do aparelho penetrômetro. A suculência da polpa foi analisada sensorialmente. O teor de sólidos solúveis foi determinado pelo suco feito com uma amostra homogeneizada dos 16 frutos coletados. A acidez total da polpa foi medida através do peso de 1 g do suco dissolvido em 50 ml de água destilada posteriormente mensurado em titulador.

A análise da embrionia foi realizada com a retirada do endocarpo, utilizando-se tesoura de poda e fazendo-se um corte lateral longitudinalmente com uma faca para observar a semente, que foi classificada como monoembriônica, quando não apresentou segmento, e poliembriônica, quando segmentada.

Foram obtidas percentagens simples para cada classe dos descritores morfológicos avaliados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No descritor hábito de crescimento dos ramos principais, observou-se que apenas os acessos: Alice, Bourbon vermelha, Coité, CPAC 329/94, CPAC 58/94, Fafá, Jasmim, Lívia, *Mangifera foetida*, *Mangifera similis*, *Mangifera odorata* x *Mangifera foetida*, Sthal, Stein, Urpia pinheiro, apresentaram ramos aberto. De acordo com Iyer e Schnell (2009), o hábito de crescimento aberto (espraiado) é um dos objetivos dos programas de melhoramento genético da cultura.

Os resultados obtidos para o descritor intensidade da pigmentação antocianínica observada nas folhas jovens, corrobora com o sugerido por Laroussilhe (1980) que folhas da mangueira quando jovens podem apresentar coloração verde-clara a levemente amarronzada ou arroxeadas. Esse mesmo autor relatou que o comprimento do pecíolo pode variar de 2,5 a 10 cm. Entretanto neste estudo observou-se nos acessos Berton, Carlotinha, Doce de leite, Natalina, Rosa 46, Urpia Pinheiro e Stein, valores inferiores a 2,5.

Os descritores: comprimento do limbo, a forma predominante do limbo, a forma da base e o espaço entre as nervuras secundárias do limbo, o comprimento e o diâmetro da inflorescência, a forma predominante da inflorescência, descritos na Tabela 4, foram avaliados anteriormente e apresentam resultados que confirmam os obtidos no presente estudo para os mesmos acessos (ALBUQUERQUE et al., 2015; COELHO et al., 2015; SANTANA et al., 2015; SOUZA et al., 2017).

Os descritores relacionados à coloração da epiderme apresentaram elevada variabilidade, tanto em ponto de colheita como ponto de consumo. Para o descritor em ponto de consumo apenas 3 classes não foram

detectadas, observando-se predominantemente a classe vermelha. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a coloração é o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor, variando intensamente entre as espécies frutíferas e mesmo entre cultivares. Nos programas de melhoramento de mangueira, procura-se obter variedades com coloração vermelha, quando os frutos estão em completo amadurecimento, à coloração adequada contribuirá para a conquista de novos mercados, tanto nacionais como internacionais. Já a polpa da fruta deve apresentar cor laranja escura, encontrada nesse estudo apenas nos acessos CPAC 11136/86, CPAC 10/2786, CPAC 07/166-86, Lívia, Manga Preta, Ouroporanga, Papo de Peru II e Roxa.

Tabela 4: Relação de descritores qualitativos e quantitativos utilizados na caracterização dos acessos de mangueira. Juazeiro-BA, 2018.

Descritores	Classes	%
Hábito de crescimento dos ramos principais	Aberto (espraiado)	26,42
	Pendente	73,58
Intensidade da pigmentação antocianínica na folha jovem	Ausente ou muito fraca	5,66
	Fraca	11,32
	Média	43,40
	Forte	18,87
	Muito forte	20,75
Comprimento do limbo	Curto	77,36
	Médio	18,87
	Longo	3,77
Largura do limbo	Estreita	28,30
	Média	47,17
	Larga	24,53
Relação comprimento/largura do limbo	Muito baixa	7,54
	Baixa	30,19
	Média	58,49
	Alta	1,89
	Muito alta	1,89

Tabela 4: Continuação...

Descritores	Classes	%
Forma predominante do limbo	Ovalada	33,96
	Elíptica	54,72
	Oblonga	11,32
Coloração do limbo	Verde-amarelada	7,55
	Verde-clara	5,66
	Verde-média	49,06
	Verde-escura	37,73
Torção do limbo	Ausente	58,49
	Presente	41,51
Espaço entre as nervuras secundárias do limbo	Fechado	7,55
	Médio	90,56
	Amplamente	1,89
Ondulação da borda do limbo	Ausente ou fraca	75,47
	Média	22,64
	Forte	1,89
Forma da base do limbo	Aguda	66,04
	Obtusa	26,41
	Arredondada	7,55
Forma do ápice do limbo	Afilada	28,30
	Acuminada	47,17
	Aguda	24,53
Porte do pecíolo em relação ao broto	Ereto	20,75
	Semi-ereto	32,08
	Moderadamente recurvado	37,74
	Muito recurvado	9,43
Comprimento do pecíolo	Curto	94,33
	Médio	5,67
Comprimento da inflorescência	Curto	26,19
	Médio	35,71
	Longo	23,81
	Muito longo	14,29
Diâmetro da inflorescência	Muito pequeno	30,95
	Pequeno	21,44
	Médio	35,71
	Grande	7,14
	Muito grande	4,76
Relação comprimento/diâmetro da inflorescência	Pequena	90,48
	Média	4,76
	Grande	4,76
Forma da inflorescência	Cônica	30,96
	Piramidal	35,71
	Piramidal larga	33,33
Número de ramos primários na inflorescência	Pequeno	14,28
	Médio	21,44
	Alto	64,28

Tabela 4: Continuação...

Descritores	Classes	%
Coloração antocianínica do eixo e dos ramos da inflorescência	Ausente ou muito fraca	16,66
	Fraca	11,91
	Fraca ou média	7,14
	Média	21,43
	Média ou forte	11,91
	Forte	19,05
	Forte ou muito forte	2,38
Comprimento do fruto (c)	Muito forte	9,52
	Curto	30,43
	Médio	34,79
	Longo	28,26
Largura do fruto (c)	Muito longo	6,52
	Estreita	17,39
	Média	67,39
	Larga	10,87
Relação comprimento/largura do fruto (c)	Muito larga	4,35
	Baixa	21,74
	Média	39,13
	Alta	36,96
Forma na seção transversal do fruto (c)	Muito alta	2,17
	Elíptica-média	15,22
	Elíptica-larga	30,43
Coloração da epiderme do fruto (c)	Circular	54,35
	Somente verde	13,04
	Verde e amarela	34,78
	Verde e rosa	4,35
	Verde e vermelha	10,87
Densidade das lenticelas no fruto (c)	Verde e violeta	36,96
	Esparsa	4,35
	Média	23,91
Contraste de cores entre lenticelas e epiderme do fruto (c)	Densa	71,74
	Fraco	10,87
	Médio	23,91
Tamanho das lenticelas no fruto (c)	Forte	65,22
	Pequeno	71,74
	Médio	23,91
Rugosidade da superfície causada pelas lenticelas no fruto (c)	Grande	4,35
	Ausente	50,00
Cavidade peduncular do fruto (c)	Presente	50,00
	Ausente ou pouco profunda	65,22
	Média	21,74
Presença de pescoço no fruto (c)	Profunda	13,04
	Ausente	4,35
	Presente	95,65

(c) descritor de fruto maduro ponto de colheita.

Tabela 4: Continuação...

Descritores	Classes	%
Forma do ombro, parte ventral do fruto (c)	Arredondada para cima	45,65
	Arredondada plana	41,30
	Arredondada para baixo	8,70
	Inclinada para baixo	4,35
Forma do ombro, parte dorsal do fruto (c)	Arredondada para cima	2,17
	Arredondada plana	13,04
	Arredondada para baixo	4,35
	Inclinada para baixo	32,61
Protuberância proximal da cicatriz estilar do fruto (c)	Inclinação abrupta	47,83
	Ausente ou fraca	84,78
	Média	6,52
Ponto na cicatriz estilar do fruto (c)	Forte	8,70
	Ausente ou pequeno	84,78
	Médio	6,52
Diâmetro do pedúnculo (c)	Grande	8,70
	Pequeno	4,35
	Médio	73,91
Coloração predominante da epiderme (d)	Grande	21,74
	Verde-amarelada	8,70
	Verde e amarela	6,52
	Amarela	23,91
	Laranja-amarelada	4,35
	Laranja	4,35
	Amarela e vermelha	4,35
	Laranja e vermelha	10,87
	Vermelha	28,26
Vermelha e roxa	2,17	
Espessura da epiderme do fruto (d)	Roxa	6,52
	Média	71,74
Aderência da epiderme à polpa (d)	Grossa	28,26
	Fraca	28,26
	Média	50,00
Coloração da polpa do fruto (d)	Forte	21,74
	Amarela-esverdeada	2,17
	Amarela-média	28,26
	Laranja-clara	21,74
	Laranja-média	30,43
Firmeza da polpa do fruto (d)	Laranja-escura	17,40
	Fraca	4,35
	Média	80,43
Suculência da polpa do fruto (d)	Firme	15,22
	Baixa	8,70
	Média	56,52
	Alta	34,78

(c) descritor de fruto maduro ponto de colheita (d) descritor de fruto maduro ponto de consumo.

Tabela 4: Continuação...

Descritores	Classes	%
Quantidade de fibra aderida ao caroço (d)	Baixa	6,52
	Média	30,44
	Alta	32,60
	Muito alta	30,44
Quantidade de fibra aderida à epiderme (d)	Baixa	28,26
	Média	43,48
	Alta	28,26
Sabor terebentina (d)	Ausente	56,52
	Presente	43,48
Relevo da superfície do caroço	Acanalada	78,26
	Lisa	13,04
	Enrugada	8,70
Forma na vista lateral da semente	Retangular reniforme	78,26
	Oblonga	21,74
Embrionia da semente	Monoembriônico	60,87
	Poliembriônico	39,13
Época do início da floração	Precoce	41,30
	Média	39,13
	Tardia	19,57
Época da maturação dos frutos (c)	Precoce	23,91
	Média	32,61
	Tardia	30,44
	Muito tardia	13,04
Teor de sólidos solúveis °Brix (d)	Médio	21,74
	Alto	52,17
	Muito alto	26,09
Acidez total titulável (d)	Baixa	17,39
	Média	19,57
	Alta	10,87
	Muito alta	52,17
Relação teor de sólidos solúveis/acidez (d)	Muito baixa	50,00
	Baixa	30,43
	Média	6,52
	Alta	4,35
	Muito alta	8,70

(c) descritor de fruto maduro ponto de colheita (d) descritor de fruto maduro ponto de consumo.

A espessura da epiderme ficou concentrada em duas categorias, média e grossa e a firmeza da polpa apresentou três classes: fraca, média e firme (Tabela 4), onde somente os acessos Alice, Berton, Celebration, CPAC 22/93, Juazeiro I, Rosa 46 e Roxa possuíram polpa firme, por isso podem ser utilizados em estudos posteriores por apresentar característica de interesse dos programas de melhoramento da cultura.

A espessura da casca e a firmeza da polpa são características essenciais, principalmente em relação ao transporte e vida de prateleira. Segundo Pinto et al. (2011), os distribuidores de frutos desejam variedades que resistam ao manuseio e ao transporte. Jeronimo et al. (2007) relatam que esse descritor é de grande importância na qualidade dos frutos, já que afeta a sua resistência ao transporte, às técnicas de conservação pós-colheita e ataque de micro-organismos.

Observou-se nos acessos a presença altos teores de sólidos solúveis, com valores que ficaram compreendidos entre 14,60 °Brix (*Mangifera Simillis*) a 24° Brix (CPAC 10/2786). Segundo os autores Medicott et al. (1988) e Corrêa (1992), o teor de sólidos solúveis em manga varia entre 10% e 13%, podendo chegar até 18,5% ou mais. O alto teor de sólidos solúveis está entre as características necessárias para a aceitação de novas variedades de mangueira, bem como a presença de polpa ligeiramente ácida. De acordo com Botrel (1994), tanto a acidez dos frutos quanto o teor de sólidos solúveis totais podem influenciar na aceitação das cultivares.

Vale ressaltar a ocorrência de um desequilíbrio entre o teor de sólidos solúveis e acidez total titulável, o que levou a relações de teores de sólidos solúveis/acidez muito baixa e baixa (Tabela 4). Para Chitarra e Chitarra (2005) a relação é mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez, pois fornece uma informação precisa sobre o equilíbrio entre esses dois descritores avaliados, com isso, sobre o sabor do fruto.

No descritor embrionia da semente, observa-se que os acessos caracterizaram-se predominantemente como monoembriônicos, podem ser utilizados nos programas de melhoramento direcionados para a geração de cultivares para o consumo in natura, já os acessos que foram caracterizados como poliembriônicos podem ser direcionados para os programas que visam a geração de novos porta-enxertos. Enquanto que para o descritor época de maturação dos frutos, busca-se obter variedades com produção precoce, o que associado a regularidade permitirá uma produção contínua.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho permitiram a conclusão do processo de caracterização morfológica do banco ativo de germoplasma de mangueira da Embrapa Semiárido, bem como o conhecimento da variabilidade genética presente no mesmo, além de que alguns dos acessos apresentaram características de interesse para os programas de melhoramento genético da cultura, com isso são indicados para estudos posteriores.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, H. Y. G. et al. **Caracterização das folhas e das inflorescências de híbridos de mangueira do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido obtidos na Embrapa Cerrados.** In *Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: SIMPÓSIO DA REDE DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS DO NORDESTE, 2., 2015, Fortaleza. Valorização e uso das plantas Caatinga. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical: Universidade Federal do Ceará, 2015.

ALVES, S. T. L. et al. **Caracterização do porte, do hábito de crescimento e da precocidade de acessos de mangueira do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido.** In *Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: SIMPÓSIO DA REDE DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS DO NORDESTE, 2., 2015, Fortaleza. Valorização e uso das plantas Caatinga. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical: Universidade Federal do Ceará, 2015.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 49 p. 2018.

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

BEZERRA, T. S. et al. Avaliação físico-química e aplicação de modelos matemáticos na predição do comportamento de polpas de manga desidratadas em pó. **Revista Ceres**, v. 58, n. 3, p. 278 – 283, 2011.

COELHO, W. C. P. et al. **Caracterização das folhas, das inflorescências, do hábito de crescimento, da precocidade e do porte de acessos de mangueira do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido.** In *Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: SIMPÓSIO DA REDE DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS DO NORDESTE, 2., 2015, Fortaleza. Valorização e uso das plantas Caatinga. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical: Universidade Federal do Ceará, 2015.

CORRÊA, G. C. **Efeito da época de oferta e classificação, na qualidade de frutos de manga (Mangifera indica, L. cv. Tommy Atkins)**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 80p. 1992.

CRUZ, M. M. et al. **Qualidade e conservação pós-colheita sob refrigeração de frutos de acessos de manga do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido**. In *Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 9., 2014, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, 2014.

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.il.

FUHRMANN, E. et al. Caracterização morfológica de clones elite de mandioca de mesa amarelos biofortificados. **MAGISTRA**, v. 28, n. 3/4, p. 427-438, 2016.

IYER, C. P. A.; SCHNELL, R. J. Breeding and Genetics. In: LITZ, R. E. **The Mango: Botany, Production and Uses**, 67–96. 2009.

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.

LARO USSILHE, F. de. **La manguier**. Paris: Maisonneuve et Larose, 312 p. 1980.

LOPES, M. A. P. et al. Caracterização de acessos de pimenta cumari de distribuição natural para □ ns de melhoramento genético. **Revista Agrogeambiental**, Pouso Alegre, v. 8, n. 4, p. 105-115, dez. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v8n42016898>.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de manga (Mangifera indica L.)**. 2011. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/protexcao-de-cultivar/arquivos-frutiferas/mangueira_us.doc>.

MAIA, M. C. C. et al. 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.

MEDLICOTT, A. P.; REYNALDS, S. B.; NEW, S. W.; THOMPSON, A. K. Harvest maturity effects on mango fruit ripening. **Tropical Agriculture**, v.65, p.153-157, 1988.

MENTEN, M. M. Clima favorece a mangicultura em 2010. **Hortifruit Brasil**, São Paulo, p. 42-43, 2010

RIBEIRO, I. C. N. S., SANTOS, C. A. F., LIMA NETO, F. P. Morphological characterization of mango (Mangifera indica) accessions based on Brazilian

adapted descriptors. **Journal of Agricultural Science and Technology**. B, 3(11B), 798. 2013.

SANTANA, F. A. et al. **Caracterização das folhas e das inflorescências de acessos de mangueira de diferentes origens do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido**. In *Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: SIMPÓSIO DA REDE DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS DO NORDESTE, 2., 2015, Fortaleza. Valorização e uso das plantas Caatinga. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical: Universidade Federal do Ceará, 2015.

SANTOS, I. C. N. et al. **Caracterização morfológica de acessos de mangueira do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido**. III Encontro Regional sobre os Recursos Genéticos Vegetais do Estado da Bahia, Vitória da Conquista, 2008.

SANTOS, I. C. N. et al. **Caracterização morfológica de variedades brasileiras e indianas de mangueira do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido**. IV Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido, Petrolina, 2009.

SILVA, J. S. et al. **Análise do comportamento dos preços de manga exportada do Brasil: análise no domínio do tempo**. In: VI Congresso da SOBER Nordeste Petrolina - PE, 2011. Anais... Petrolina: SOBER, 2011.

SOARES, Izabele Domingues et al. Caracterização morfológica de fruto, semente e plântula de *Psidium rufum* DC.(Myrtaceae). **Iheringia. Série Botânica**, v. 72, n. 2, p. 221-227, 2017.

SOUZA, E. M. C. et al. **Análise de entropia em acessos de mangueira do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido**. In: II Jornada de Integração da Pós Graduação da Embrapa Semiárido. Petrolina. p. 221-226. 2017.

SOUZA, F. S. et al. **Análise dos Preços da Manga do Vale do São Francisco nos Mercados interno e externo: Um Estudo De Séries Temporais Para o Brasil, Estados Unidos e União Européia (2003 – 2013)**. VIII SOBER Nordeste. Parnaíba- PI –Brasil. 2013.

CAPÍTULO II

SELEÇÃO DE DESCRITORES PARA CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE ACESSOS DE MANGUEIRA

SELEÇÃO DE DESCRITORES PARA CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE ACESSOS DE MANGUEIRA

Autor: Emille Mayara de Carvalho Souza

Orientador: Carlos Alberto da Silva Ledo

Coorientador: Francisco Pinheiro Lima Neto

RESUMO: O trabalho teve como objetivo a seleção de descritores morfológicos para a caracterização em acessos de mangueira, visando reduzir o tempo e a mão de obra na coleta de dados, bem como dinamizar o manejo da cultura. Utilizaram-se 53 descritores morfológicos na caracterização de 41 acessos. Para os descritores qualitativos determinaram-se a frequência percentual das classes e o nível de entropia proposto por Shannon, considerando para o descarte os descritores cujo nível de entropia for inferior a 0,60. Para os descritores quantitativos foram realizadas as estatísticas descritivas, o teste de normalidade de Shapiro-Wilks. No descarte dos descritores quantitativos, aplicou-se o diagnóstico de multicolinearidade entre as variáveis, obtido através do fator de inflação e variância (VIF) e o método de seleção direta, proposto por Jolliffe. Para a validação do descarte dos descritores quantitativos, aplicou-se o número de condição de Montgomery e Peck antes e após o descarte e a análise de correlação de Pearson. As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa R. Observou-se variabilidade genética com base nos descritores para os acessos avaliados. Treze dos descritores quantitativos tiveram distribuição normal dos dados. Foram descartados sete descritores qualitativos: hábito de crescimento dos ramos, espaço entre as nervuras secundárias do limbo, ondulação da borda do limbo, presença de pescoço, protuberância proximal à cicatriz estilar, ponto na cicatriz estilar, forma da semente na vista lateral, pois apresentaram nível de entropia inferior a 0,60. Os descritores quantitativos indicados para descarte, utilizando os dois métodos simultaneamente, foram o comprimento do fruto, a largura do limbo e o diâmetro da inflorescência. De acordo com os métodos de validação do descarte de variáveis, não ocorreu perda de informação importante, pois segundo a análise de correlação os descritores descartados estão correlacionados com os remanescentes e o número de condição de Montgomery e Peck após o descarte apresentou valor baixo, não observando problema de multicolinearidade entre as variáveis. Concluindo que a aplicação dos métodos de seleção foi eficiente para detectar aqueles descritores que pouco contribuem para a caracterização, reduzindo assim a mão de obra e o tempo na coleta de dados.

Palavras chave: *Mangifera spp*; Descarte de variáveis; Análise multivariada; germoplasma.

SELECTION OF DESCRIPTORS FOR MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF MANGO ACCESSES

Author: Emille Mayara de Carvalho Souza

Advisor: Carlos Alberto da Silva Ledo

Co-advisor: Francisco Pinheiro Lima Neto

ABSTRACT: The work had a selection of morphological descriptors for a characterization in mango accesses, aim the reduction of time and a labor in the data collection, as well as to dynamize the crop management. We used 53 morphological descriptors in the characterization of 41 accesses. For the qualitative descriptors the percentage frequency of the classes and the level of entropy proposed by Shannon were determined, considering for the discard the descriptors whose entropy level is inferior to 0,60. For descriptive quantitative descriptive statistics, the Shapiro-Wilks normality test was performed. In the discard of quantitative descriptors, the multicollinearity diagnosis was applied between the variables, obtained through the inflation and variance factor (VIF) and the direct selection method, proposed by Jolliffe. For the quantitative descriptor discard validation, the Montgomery and Peck condition number was applied before and after the discard and the Pearson correlation analysis. Statistical analyzes were performed using program R. Genetic variability was observed based on the descriptors for the evaluated accesses. Thirteen of the quantitative descriptors had normal distribution of the data. Seven qualitative descriptors were discarded: growth habit of the limbs, space between the secondary limb veins, limb border ripple, presence of the neck, protuberance proximal to the stylus scar, point in the stylus scar, shape of the seed in lateral view, entropy level below 0.60. The quantitative descriptors indicated for disposal, using the two methods simultaneously, were the length of the fruit, the width of the limb and the diameter of the inflorescence. According to the methods of validation of the discard of variables, there was no loss of important information, because according to the correlation analysis the discarded descriptors are correlated with the remaining ones and the condition number of Montgomery and Peck after the discard presented low value, not observing the multicollinearity problem among the variables. In conclusion, the application of the selection methods was efficient to detect those descriptors that contribute little to the characterization, thus reducing the labor and the time in the data collection.

Key Words: *Mangifera spp*; Discard of variables; Multivariate analysis; Germoplasm

INTRODUÇÃO

A manga é uma das principais frutas comercializadas no Brasil, apresenta elevado destaque devido à ampliação do número de concorrentes nas exportações brasileiras, com isso uma necessidade de diversificar as variedades cultivadas, essa diversificação vem acompanhada pelo constante investimento nos programas de melhoramento genético da cultura, cujo um dos objetivos é a preservação da variabilidade genética dos cultivos atuais da fruta (MAIA, 2017). Quando se trata de exportação, a mangueira foi responsável em 2017, por aproximadamente 180 mil toneladas, permitindo a geração de 205 milhões de dólares (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2018).

A fruticultura do País está concentrada Na região do Vale do São Francisco, localizado no Nordeste brasileiro. O principal pólo produtor de frutas do Brasil é encontrado nessa região, o pólo Petrolina/Juazeiro, esse local apresenta características que permitem alcançar excelentes resultados na fruticultura (SOUZA, et al., 2013). De acordo com Souza et al. (2016), essa região é reconhecida pela produção de frutos com alta qualidade, possibilitando o alcance dos mercados externos, como União Europeia e mercados americanos.

A Embrapa Semiárido possui o segundo maior banco ativo de germoplasma brasileira da cultura, atualmente formado por 161 acessos, entretanto alguns ainda estão em processo de caracterização morfológica (LIMA NETO et al., 2014).

A caracterização é realizada através de uma lista de descritores que são utilizados na maioria, sem critérios de contribuição, aumentando, por conseguinte, o tempo necessário para a realização da tarefa e exigindo uma maior mão-de-obra (PEREIRA et al., 1992; DIAS et al., 1997). De acordo com Daher et al. (1997), o aumento do número de descritores empregados tende a apresentar caracteres redundantes. Segundo Cruz et al. (2004), é possível identificar descritores que apresentam maior contribuição para a caracterização de germoplasma e para o melhoramento genético por meio das análises multivariadas que permitem, portanto, eliminar as características que pouco contribuem para a variação total.

Conceição (2015) e Leal (2014) estudaram seleção de descritores em acessos de tabaco e bananeira, descartando 58% e 25,30%, respectivamente, concluindo assim que o descarte desses descritores não ocasionou perda de informação, pois, de acordo com os autores, os descritores descartados estão correlacionados com os remanescentes, possibilitando uma redução de custos e uma melhor dinâmica no manejo e na caracterização da cultura.

Portanto, visando reduzir o tempo e a mão de obra na coleta de dados, bem como dinamizar o manejo da cultura, o objetivo do presente trabalho, foi selecionar descritores morfológicos para o emprego na caracterização de acessos de mangueira.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no banco ativo de germoplasma de mangueira, pertencente a Embrapa Semiárido, está instalado na Estação Experimental de Mandacaru, no município de Juazeiro-BA, nas coordenadas latitude 9° 24' S e longitude 40° 26' W. O clima é semiárido e o solo do tipo Vertissolo. A precipitação pluvial no ano de 2017 foi de 99,13 mm, enquanto a umidade relativa do ar foi de 68,24%. 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.

O BAG é formado por 160 acessos dos quais 41 (Tabela 1) foram caracterizados nesse trabalho. Os acessos são compostos por quatro plantas, dispostos em espaçamento 10m x 10m e irrigados por microaspersores, com uma poda anual realizada após a colheita. A aplicação de nutrientes é feita por meio de fertirrigação e baseia-se nas necessidades determinadas pelas análises do solo e das folhas.

Tabela 1: Relação de acessos do Banco Ativo de Germoplasma de mangueira da Embrapa Semiárido utilizados para seleção de descritores morfológicos. Juazeiro-BA, 2018.

Acessos	Origem
Alice	Petrolina-PE
Berton	Instituto Agronômico de Campinas
Boarolo	Instituto Agronômico de Campinas
Carlotinha	Petrolina-PE
Celebration	Austrália
Coquinho	Petrolina-PE
CPAC 71/86	Embrapa Cerrados
CPAC 15/94	Embrapa Cerrados
CPAC 225/94	Embrapa Cerrados
CPAC 11136/86	Embrapa Cerrados
CPAC 22/93	Embrapa Cerrados
CPAC 263/94	Embrapa Cerrados
CPAC 165/93	Embrapa Cerrados
CPAC 136/86	Embrapa Cerrados
CPAC 140/86	Embrapa Cerrados
CPAC 329/94	Embrapa Cerrados
CPAC 58/95	Embrapa Cerrados
CPAC 09/137-86	Embrapa Cerrados
CPAC 10/4486	Embrapa Cerrados
CPAC 10/2786	Embrapa Cerrados
CPAC 07/166-86	Embrapa Cerrados
Doce de leite	Rio de Janeiro
Espada azenha	Instituto Agronômico de Campinas
Imperial II	Embrapa Mandioca e Fruticultura
Juazeiro I	Juazeiro-BA
Juazeiro VII	Embrapa Mandioca e Fruticultura
Lívia	Cruz das Almas-BA
Lira	Embrapa Meio Norte
Manga verde	Rio de Janeiro
Mangifera similis	Embrapa Mandioca e Fruticultura
Manga preta	Rio de Janeiro
Natalina	Instituto Agronômico de Campinas
Ouroporanga	Instituto Agronômico de Campinas
Papo de peru II	Embrapa Mandioca e Fruticultura
Ribeiro	Petrolina-PE
Rosa 36	Embrapa Meio Norte
Rosa 46	Embrapa Meio Norte
Rosa 2	Embrapa Meio Norte
Roxa	Embrapa Cerrados
Sthal	Instituto Agronômico de Campinas
Tin Fan	China

Os descritores considerados para a caracterização dos acessos foram aplicados em amostras compostas por 16 folhas desenvolvidas, 16 inflorescências e 16 frutos, sendo avaliados em ponto de colheita e ponto de consumo, totalizando-se 48 amostras por acesso. Foram retiradas quatro folhas de cada uma das quatro plantas, coletadas ao redor de toda a copa e localizadas no terço médio dos ramos jovens, que não apresentavam sinais de crescimento ativo. Como para as folhas, foram avaliadas quatro inflorescências por planta. A avaliação ocorreu diretamente na planta e foi realizada na época de pleno florescimento.

Os acessos foram avaliados a partir dos descritores disponibilizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Foram avaliados 17 descritores quantitativos (Tabela 2) e 36 descritores qualitativos (Tabela 3) (MAPA, 2011).

Tabela 2: Relação de 17 descritores quantitativos aplicados na caracterização dos 41 acessos de mangueira estudados. Juazeiro-BA, 2018.

Descritores quantitativos	Medida expressa em
Comprimento do limbo	Cm
Largura do limbo	Cm
Relação comprimento/largura do limbo	-
Comprimento do pecíolo	Cm
Comprimento da inflorescência	Cm
Diâmetro da inflorescência	Cm
Relação comprimento/diâmetro da inflorescência	-
Número de ramos primários da inflorescência	-
Comprimento do fruto	Cm
Largura do fruto	Cm
Relação comprimento/largura do fruto	-
Diâmetro do pedúnculo	Mm
Espessura da epiderme do fruto	Mm
Firmeza da polpa do fruto	Lb
Teor de sólidos solúveis	°BRIX
Acidez total titulável	%
Relação teor de sólidos solúveis/acidez	-

Tabela 3: Relação de 36 descritores qualitativos e classes fenotípicas aplicados na caracterização de acessos de mangueira. Juazeiro-BA, 2018.

Descritores qualitativos	Classes
Hábito de crescimento dos ramos principais	(1) ereto (2) aberto (3) pendente
Intensidade da pigmentação antocianínica na folha jovem	(1) ausente ou muito fraca (3) fraca (5) média (7) forte (9) muito forte
Forma predominante do limbo	(1) ovalada (2) elíptica (3) oblonga
Coloração do limbo	(1) verde-amarelada (2) verde-clara (3) verde-média (4) verde-escura
Torção do limbo	(1) ausente (2) presente
Espaço entre as nervuras secundárias do limbo	(1) muito fechado (3) fechado (5) médio (7) amplo (9) muito amplo
Ondulação da borda do limbo	(1) ausente ou fraca (2) média (3) forte
Forma da base do limbo	(1) aguda (2) obtusa (3) arredondada
Forma do ápice do limbo	(1) afilada (2) acuminada (3) aguda
Porte do pecíolo em relação ao broto	(1) ereto (3) semi-ereto (5) perpendicular (7) moderadamente recurvado (9) muito recurvado
Forma da inflorescência	(1) cônica (2) piramidal (3) piramidal larga
Coloração antocianínica do eixo e dos ramos da inflorescência	(1) ausente ou muito fraca (3) fraca (5) média (7) forte (9) muito forte
Forma na seção transversal do fruto (c)	(1) elíptica-média (2) elíptica-larga (3) circular
Coloração da epiderme do fruto (c)	(1) somente amarela (2) somente verde (3) verde e amarela (4) verde e laranja (5) verde e rosa (6) verde e vermelha (7) verde e violeta
Densidade das lenticelas no fruto (c)	(3) esparsa (5) média (7) densa

(c) descritor de fruto maduro ponto de colheita.

Tabela 3: Continuação.

Descritores qualitativos	Classes
Contraste de cores entre lenticelas e epiderme do fruto (c)	(3) fraco (5) médio (7) forte
Tamanho das lenticelas no fruto (c)	(3) pequeno (5) médio (7) grande
Rugosidade da superfície causada pelas lenticelas do fruto (c)	(1) ausente (2) presente
Cavidade peduncular do fruto (c)	(1) ausente ou pouco profunda (2) média (3) profunda
Presença de pescoço no fruto (c)	(1) ausente (2) presente
Forma do ombro, parte ventral do fruto (c)	(1) arredondada para cima (2) arredondada plana (3) arredonda para baixo (4) inclinada para baixo (5) inclinação abrupta
Forma do ombro, parte dorsal do fruto (c)	(1) arredondada para cima (2) arredondada plana (3) arredonda para baixo (4) inclinada para baixo (5) inclinação abrupta
Protuberância proximal da cicatriz estilar no fruto (c)	(1) ausente ou fraca (2) média (3) forte
Ponto na cicatriz estilar do fruto (c)	(1) ausente ou pequeno (2) médio (3) grande
Coloração predominante da epiderme (d)	(1) verde (2) verde-amarelada (3) verde e amarela (4) amarela (5) laranja-amarelada (6) amarela e laranja (7) laranja (8) amarela e vermelha (9) laranja e vermelha (10) vermelha (11) laranja e roxa (12) vermelha e roxa (13) roxa
Aderência da epiderme à polpa (d)	(3) fraca (5) média (7) forte
Coloração da polpa do fruto (d)	(1) amarela-esverdeada (2) amarela-clara (3) amarela-média (4) laranja clara (5) laranja-média (6) laranja-escura
Suculência da polpa do fruto (d)	(3) baixa (5) média (7) alta
Quantidade de fibra aderida ao caroço (d)	(1) muito baixa (3) baixa (5) média (7) alta (9) muito alta
Quantidade de fibra aderida à epiderme (d)	(3) baixa (5) média (7) alta

(c) descritor de fruto maduro ponto de colheita (d) descritor de fruto maduro ponto de consumo.

Tabela 3: Continuação.

Descritores qualitativos	Classes
Sabor terebentina (d)	(1) ausente (2) presente
Relevo da superfície do caroço	(1) acanalada (2) lisa (3) enrugada
Forma na vista lateral da semente	(1) retangular reniforme (2) oblonga
Embrionia da semente	(1) monoembriônico (2) poliembriônico
Época do início da floração	(3) precoce (5) média (7) tardia
Época da maturação dos frutos (c)	(1) muito precoce (3) precoce (5) média (7) tardia (9) muito tardia

(c) descritor de fruto maduro ponto de colheita (d) descritor de fruto maduro ponto de consumo.

Para os descritores qualitativos foram calculadas as frequências percentuais para cada classe em cada um dos descritores, além do nível de entropia de Shannon (H) por meio da seguinte expressão (ZHANG E GRABCHAK, 2016).

$$H = - \sum_{k \geq 1} p_k \ln(p_k)$$

Em que k é o número de classes para cada descritor qualitativo, p_k é a frequência relativa da classe k e $\ln(p_k)$ é o logaritmo neperiano de p_k .

Para a seleção dos descritores qualitativos foram descartados aqueles com nível de entropia inferior a 0,60.

Para os descritores quantitativos foram calculadas as estatísticas descritivas valores mínimo e máximo, média, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação. Foi realizado teste de normalidade de Shapiro-Wilks e calculado o coeficiente de correlação de Pearson.

O descarte dos descritores quantitativos ocorreu simultaneamente através do diagnóstico de multicolinearidade, obtido pelo cálculo dos fatores de inflação da variância (VIF) e do número de condição de Montgomery e Peck (1981), onde se consideraram descritores quantitativos colineares com VIF maior que 10 (NAIMI et al., 2014). E por meio do método de seleção direta proposto por Jolliffe (1973) descartando-se os descritores que apresentaram

maior coeficiente de ponderação em valor absoluto no componente principal de menor autovetor, até aqueles cujos autovalores não excederam 0,70.

Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico R versão 3.4.4. (R CORE TEAM, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 estão os descritores qualitativos, as classes fenotípicas, as frequências percentuais, o nível de entropia proposto por Shannon e os descritores selecionados ou descartados. Valores altos e superiores a um foram observados nos descritores que apresentaram uma quantidade elevada de classes fenotípicas, tendo como exemplo, a intensidade de pigmentação antocianínica na folha jovem, à forma do ápice do limbo, o porte do pecíolo em relação ao broto, à forma da inflorescência, a coloração antocianínica do eixo e dos ramos da inflorescência, à forma na seção transversal do fruto, a coloração da epiderme (ponto de colheita), à forma do ombro na parte ventral, à forma do ombro na parte dorsal, a coloração predominante da epiderme (ponto de consumo), a coloração da polpa, a quantidade de fibra aderida ao caroço, à quantidade de fibra aderida à epiderme e a época de maturação dos frutos.

Considerando os descritores com maior nível de entropia, encontram-se a coloração predominante na epiderme (2,02) e a coloração antocianínica do eixo e dos ramos da inflorescência (1,93), o que é justificado por apresentarem maior quantidade de classes fenotípicas e uma melhor distribuição entre elas, assim os descritores mencionados apontam uma grande variabilidade genética entre os acessos. De acordo com Araújo et al. (2012), o nível de entropia pode ser utilizado para quantificar a variabilidade presente em descritores por meio da observação das frequências relativas dos acessos classificados dentro das diversas categorias.

As variáveis relevo da superfície do caroço (0,67), forma predominante do limbo (0,77), densidade de lenticelas no fruto (0,71), tamanho das lenticelas no fruto (0,74), forma da base do limbo (0,76), protuberância proximal da cicatriz estilar (0,45), ponto na cicatriz estilar (0,45), apesar de apresentarem três classes fenotípicas, não obtiveram um nível de entropia alto porque a frequência percentual ficou concentrada apenas em uma classe fenotípica para

todos os descritores. Para Ledo et al. (2011), baixos valores do nível de entropia estão associados a uma menor quantidade de classes fenotípicas e a um maior desequilíbrio na proporção entre a frequência dos acessos nas diferentes classes fenotípicas.

Tabela 4. Classes, frequência percentual, nível de entropia de Shannon (H) e relação de descritores qualitativos selecionados.

Descritor qualitativo	Classes	Frequência percentual	Entropia/Descritores selecionados
Intensidade da pigmentação antocianínica na folha jovem	Ausente ou muito fraca	2,44	1,38
	Fraca	12,20	
	Média	41,46	
	Forte	21,95	
	Muito forte	21,95	
Forma predominante do limbo	Ovalada	39,02	0,77
	Elíptica	58,54	
	Oblonga	2,44	
Coloração do limbo	Verde-amarelada	4,88	0,99
	Verde-clara	4,88	
	Verde-média	56,10	
	Verde-escura	34,15	
Torção do limbo	Ausente	60,98	0,67
	Presente	39,02	
Forma da base do limbo	Aguda	68,29	0,76
	Obtusa	26,83	
	Arredondada	4,88	
Forma do ápice do limbo	Afilada	34,15	1,04
	Acuminada	46,34	
	Aguda	19,51	
Porte do pecíolo em relação ao broto	Ereto	17,07	1,18
	Semi-ereto	39,02	
	Moderadamente recurvado	39,02	
	Muito recurvado	4,88	
Forma da inflorescência	Cônica	31,71	1,10
	Piramidal	34,15	
	Piramidal larga	34,15	
Coloração antocianínica do eixo e dos ramos da inflorescência	Ausente ou muito fraca	17,07	1,93
	Fraca	9,76	
	Fraca ou média	7,32	
	Média	21,95	
	Média ou forte	9,76	
	Forte	21,95	
	Forte ou muito forte	2,44	
Muito forte	9,76		

Tabela 4. Continuação...

Descritor qualitativo	Classes	Frequência percentual	Entropia/Descritores selecionados
Forma do fruto na seção transversal (c)	Elíptica-média	17,07	1,01
	Elíptica-larga	31,71	
	Circular	51,22	
Coloração da epiderme do fruto (c)	Somente verde	9,76	1,30
	Verde e amarela	36,59	
	Verde e rosa	4,88	
	Verde e vermelha	7,32	
	Verde e violeta	41,46	
Densidade das lenticelas no fruto (c)	Esparsa	4,88	0,71
	Média	21,95	
	Densa	73,17	
Contraste de cores entre lenticelas e epiderme no fruto (c)	Fraco	9,76	0,85
	Médio	24,39	
	Forte	65,85	
Tamanho das lenticelas no fruto (c)	Pequeno	70,73	0,74
	Médio	24,39	
	Grande	4,88	
Rugosidade da superfície causada pelas lenticelas no fruto (c)	Ausente	51,22	0,69
	Presente	48,78	
Cavidade peduncular no fruto (c)	Ausente ou pouco Profunda	65,85	0,86
	Média	21,95	
	Profunda	12,20	
Forma do ombro, parte ventral no fruto (c)	Arredondada para cima	46,34	1,04
	Arredondada plana	41,46	
	Arredondada para baixo	9,76	
	Inclinada para baixo	2,44	
Forma do ombro, parte dorsal no fruto (c)	Arredondada para cima	2,44	1,23
	Arredondada plana	14,63	
	Arredondada para baixo	4,88	
	Inclinada para baixo	29,27	
	Inclinação abrupta	48,78	
Coloração predominante da epiderme do fruto (d)	Verde-amarelada	7,32	2,02
	Verde e amarela	4,88	
	Amarela	24,39	
	Laranja-amarelada	4,88	
	Laranja	4,88	
	Amarela e vermelha	4,88	
	Laranja e vermelha	12,20	
	Vermelha	26,83	
	Vermelha e roxa	2,44	
	Roxa	7,32	

(c) descritor de fruto maduro ponto de colheita (d) descritor de fruto maduro ponto de consumo.

Tabela 4. Continuação...

Descritor qualitativo	Classes	Frequência percentual	Entropia/Descritores selecionados
Aderência da epiderme à polpa (d)	Fraca	26,83	0,98
	Média	56,10	
	Forte	17,07	
Coloração da polpa do fruto (d)	Amarela-esverdeada	2,44	1,45
	Amarela-média	24,39	
	Laranja-clara	21,95	
	Laranja-média	31,71	
Suculência da polpa do fruto (d)	Baixa	4,88	0,83
	Média	58,54	
	Alta	36,59	
Quantidade de fibra aderida ao caroço (d)	Baixa	7,32	1,28
	Média	34,15	
	Alta	31,71	
	Muito alta	26,83	
Quantidade de fibra aderida à epiderme (d)	Baixa	29,27	1,06
	Média	46,34	
	Alta	24,39	
Sabor terebintina (d)	Ausente	53,66	0,69
	Presente	46,34	
Relevo da superfície do caroço	Acanalada	78,05	0,67
	Lisa	14,63	
	Enrugada	7,32	
Embrionia da semente	Monoembriônico	63,41	0,66
	Poliembriônico	36,59	
Época do início da floração	Precoce	43,90	0,98
	Média	43,90	
	Tardia	12,20	
Época de maturação dos frutos (c)	Precoce	26,83	1,31
	Média	34,15	
	Tardia	29,27	
	Muito tardia	9,76	

(c) descritor de fruto maduro ponto de colheita (d) descritor de fruto maduro ponto de consumo.

Os descritores hábito de crescimento dos ramos (0,42), torção do limbo (0,67), espaço entre as nervuras secundárias do limbo (0,11), sabor (terebintina) (0,69), rugosidade causada pelas lenticelas no fruto (0,69), presença de pescoço (0,11), ondulação da borda do limbo (0,56), forma da semente na vista lateral (0,56) e embrionia da semente (0,66) são descritores que apresentaram apenas duas classes fenotípicas e, na maioria, uma elevada concentração de acessos em uma única classe, levando a baixos valores de

entropia. De acordo com Vieira et al. (2008), para um descritor morfológico com duas classes fenotípicas, a maior entropia ocorrerá quando ambas as classes apresentarem 50% dos acessos avaliados.

Como citado anteriormente, as variáveis hábito de crescimento dos ramos principais e torção do limbo apresentaram valores inferiores a 0,70, resultados que corroboram os resultados encontrados por Souza et al. (2017), para os mesmos descritores em acessos de mangueira. O nível de entropia é considerado baixo quando comparado às estimativas apresentadas pelas outras variáveis, mas pode ser explicado pela quantidade de classes atribuída aos descritores. Os mesmos autores encontraram valores de entropia superiores para todos os descritores de folha estudados, exceto para a forma do ápice do limbo.

Tabela 5. Classes, frequência percentual, nível de entropia de Shannon (H) e relação de descritores qualitativos descartados.

Descritor qualitativo	Classes	Frequência percentual	Entropia/Descritores descartados
Hábito de crescimento dos ramos principais	Aberto (espraiado)	14,63	0,42
	Pendente	85,37	
Espaço entre as nervuras secundárias do limbo	Médio	97,56	0,11
	Amplo	2,44	
Ondulação da borda do limbo	Ausente ou fraca	75,61	0,56
	Média	24,39	
Presença de pescoço no fruto (c)	Ausente	2,44	0,11
	Presente	97,56	
Protuberância proximal da cicatriz estilar no fruto (c)	Ausente ou fraca	87,80	0,45
	Média	7,32	
	Forte	4,88	
Ponto na cicatriz estilar do fruto (c)	Ausente ou pequeno	87,80	0,45
	Médio	7,32	
	Grande	4,88	
Forma da semente na vista lateral	Retangular	75,61	0,56
	reniforme		
	Oblonga		

Para o descarte de descritores qualitativos, foram considerados aqueles que apresentaram nível de entropia inferior a 0,60 (Tabela 5). Sendo assim, foram descartados o hábito de crescimento dos ramos principais (0,42), o

espaço entre as nervuras secundárias do limbo (0,11), a ondulação da borda do limbo (0,56), a forma da semente da vista lateral (0,56), a presença de pescoço no fruto (0,11), a protuberância proximal da cicatriz estilar (0,45) e o ponto na cicatriz estilar (0,45), descritores que foram descartados por não apresentarem nível de entropia que possa ser determinante para discriminação dos acessos (CONCEIÇÃO, 2015).

Os descritores qualitativos selecionados estão descritos na Tabela 4, e representam 80,55% dos descritores totais, sendo considerados essenciais para o trabalho de caracterização morfológica em acessos de mangueira. O descarte de descritores permitirá uma redução no tempo de coleta de dados e economia na mão de obra e nos custos de avaliação e caracterização da cultura (CONCEIÇÃO, 2015).

Tabela 6. Valores mínimo e máximo, média, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação e p-valor do teste de normalidade de Shapiro-Wilks para os descritores quantitativos aplicados na caracterização de acessos de mangueira. Juazeiro-BA, 2018.

Descritor Quantitativo	Valor mínimo	Valor máximo	Média	Mediana	Desvio padrão	CV (%)	Pr < W
LIM3	13,63	26,28	17,99	17,66	2,81	15,59	0,1482
LIM4	2,84	6,73	4,36	4,29	0,94	21,51	0,3590
LIM5	2,79	6,25	4,25	4,18	0,65	15,30	0,4315
PEC14	2,10	4,38	3,17	3,14	0,53	16,64	0,9129
INFL15	15,19	44,56	27,68	26,83	7,51	27,14	0,3256
INFL16	8,72	31,38	19,24	19,10	6,08	31,60	0,3012
INFL17	0,87	3,73	1,63	1,49	0,53	32,33	0,0000
INFL19	22,94	43,00	31,87	32,06	5,44	17,08	0,3979
FRUT21	6,21	22,06	10,42	9,91	3,00	28,74	0,0001
FRUT22	5,14	11,34	7,37	7,27	1,22	16,59	0,0450
FRUT23	0,82	2,27	1,42	1,40	0,29	20,76	0,3701
FRUT36	2,77	6,32	4,25	4,07	0,81	19,04	0,0776
FRUT38	0,59	1,66	0,92	0,91	0,23	24,98	0,0108
FRUT41	2,05	5,15	3,31	3,20	0,77	23,15	0,0833
BRIX	14,60	24,00	17,98	17,90	2,39	13,31	0,0334
ACIDEZ	0,10	2,27	0,57	0,46	0,42	72,70	0,0000
RATIO	6,43	167,00	49,82	41,30	37,00	74,26	0,0001

Comprimento do limbo (LIM3); Largura do limbo (LIM4); Relação comprimento/largura do limbo (LIM5); Comprimento do pecíolo (PEC14); Comprimento da inflorescência (INFL15); Diâmetro da inflorescência (INFL16); Relação comprimento/diâmetro da inflorescência (INFL17); Número de ramos primários da inflorescência (INFL19); Comprimento do fruto (FRUT21); Largura do fruto (FRUT22); Relação comprimento/largura do fruto (FRUT23); Diâmetro do pedúnculo (FRUT36); Espessura da epiderme (FRUT38); Firmeza da polpa (FRUT41); Teor de sólidos solúveis (BRIX); Acidez total titulável (AT); Relação teor de sólidos solúveis/acidez (RATIO).

Na Tabela 6 é possível observar a estatística descritiva dos descritores quantitativos. Diante da amplitude dos resultados observados em todas as variáveis, encontra-se o coeficiente de variação ambiental com valores que variam de 13,31 a 74,26%, para os descritores teor de sólidos solúveis e relação teor de sólidos solúveis/acidez, respectivamente. Existe uma tendência de que o alto valor observado ocorra devido os genótipos estarem ambiente não controlado ficando sujeito a interferência do ambiente, como por exemplo, mudanças de temperatura (LEAL, 2014).

Maior valor de teor de sólidos solúveis foi observado no acesso CPAC 10/2786, enquanto o menor foi encontrado no acesso *Mangifera similis* que apresentou também maior acidez total titulável (Tabela 6). Valores superiores aos encontrados neste trabalho para *Mangifera similis* e as variáveis citadas foram obtidos por Ristow et al. (2013).

O acesso Berton apresentou valor máximo de 22,06 cm para tamanho do fruto, e maior firmeza de polpa. Maior valor de espessura da casca observou-se no acesso CPAC 225/94. O acesso CPAC 10/4486 apresentou maior valor para comprimento da inflorescência, enquanto que maior número de ramos primários foi observado no acesso CPAC 11136/86 (Tabela 6).

De acordo com o teste de normalidade de Shapiro-Wilks a 1% de significância, treze das variáveis estudadas foram não significativas, portanto seguem distribuição normal dos dados.

O descarte dos descritores quantitativos foi realizado através do diagnóstico de multicolinearidade e do método de seleção direta proposto por Jolliffe. É possível observar na Tabela 7, que os descritores comprimento do fruto, relação comprimento/largura do fruto, largura do limbo, largura do fruto, relação comprimento/largura do limbo, comprimento do limbo e diâmetro da inflorescência, foram indicados para descarte por este método, pois apresentaram fator de inflação da variância (VIF) maior que 10. Já o método de seleção direta de Jolliffe (Tabela 8) indicou nove descritores para descarte, que foram: comprimento do fruto, largura do limbo, diâmetro da inflorescência, relação teor de sólidos solúveis/acidez, número de ramos primários da inflorescência, relação comprimento/largura do limbo, diâmetro do pedúnculo, firmeza da polpa e comprimento do pecíolo.

Tabela 7. Fatores de inflação da variância (VIF) e número de condição de Montgomery e Peck (1981) antes e depois do descarte para o diagnóstico de multicolinearidade dos descritores quantitativos aplicados na caracterização de acessos de mangueira. Juazeiro-BA, 2018.

Descritores quantitativos	VIF antes	VIF depois
Comprimento do limbo	31,70	1,73
Largura do limbo	59,23	*
Relação comprimento/largura do limbo	32,66	2,07
Comprimento do pecíolo	1,89	1,76
Comprimento da inflorescência	9,81	2,17
Diâmetro da inflorescência	11,79	*
Relação comprimento/diâmetro da inflorescência	4,48	1,57
Número de ramos primários da inflorescência	2,74	2,44
Comprimento do fruto	111,26	*
Largura do fruto	47,54	1,46
Relação comprimento/largura do fruto	72,46	1,76
Diâmetro do pedúnculo	1,80	1,76
Espessura da epiderme	1,72	1,54
Firmeza da polpa	2,09	1,69
Teor de sólidos solúveis	1,68	1,61
Acidez total titulável	3,39	2,90
Relação teor de sólidos solúveis/acidez	3,47	2,98
Número de condição (NC)	841,05	14,61

* Descritores descartados.

Considerando-se o resultado obtido simultaneamente nos dois métodos, optou-se por descartar três dos descritores indicados, que são: comprimento do fruto, largura do limbo e diâmetro da inflorescência.

O número de condição de Montgomery e Peck (1981) proporcionou a validação do descarte, onde inicialmente apresentava um valor de 841,05, considerado como multicolinearidade de moderada a forte, já que ficou compreendido entre 100 e 1000, após a exclusão das variáveis, o número de condição apresenta valor de 14,61, que de acordo com a tabela de classificação é tida como multicolinearidade fraca, não constituindo um problema sério, já que o valor constatado encontra-se abaixo de 100 (Tabela 7).

Tabela 8. Estimativas dos coeficientes de ponderação dos autovetores associados aos componentes principais com autovalores inferiores a 0,70 para descarte de descritores de mangueira pelo método de seleção direta. Juazeiro-BA, 2018.

Descritores Quantitativos	Componente principal								
	CP17	CP16	CP15	CP14	CP13	CP12	CP11	CP10	CP9
LIM3	-0,24	0,43	-0,01	-0,04	0,23	0,28	-0,33	-0,26	0,04
LIM4 ⁽²⁾	0,33	-0,61							
LIM5 ⁽⁶⁾	0,24	-0,44	-0,07	-0,08	0,00	0,50			
PEC14 ⁽⁹⁾	0,02	0,01	0,05	0,09	-0,33	-0,27	0,36	-0,15	-0,44
INFL15	0,01	0,07	-0,61	0,11	0,18	-0,18	0,11	0,04	-0,34
INFL16 ⁽³⁾	0,02	-0,08	0,67						
INFL17	0,00	-0,03	0,38	-0,10	-0,03	-0,18	0,19	-0,33	-0,11
INFL19 ⁽⁵⁾	-0,03	0,02	0,08	-0,13	-0,67				
FRUT21 ⁽¹⁾	0,61								
FRUT22	-0,40	-0,18	0,05	-0,01	0,10	-0,28	-0,23	0,46	0,06
FRUT23	-0,49	-0,27	-0,05	-0,04	-0,18	0,29	-0,01	-0,20	-0,29
FRUT36 ⁽⁷⁾	0,01	-0,01	-0,02	-0,11	0,24	0,30	0,49		
FRUT38	0,02	-0,02	-0,07	0,23	0,23	-0,09	0,00	-0,07	0,25
FRUT41 ⁽⁸⁾	0,01	-0,07	-0,04	0,30	0,13	-0,14	-0,11	-0,59	
BRIX	0,00	0,00	0,06	0,10	0,08	-0,40	-0,38	-0,30	0,15
ACIDEZ	0,03	0,05	-0,05	-0,61	0,09	-0,16	-0,30	-0,13	-0,28
RATIO ⁽⁴⁾	0,03	0,06	-0,05	-0,63					
Autovalor	0,00	0,01	0,04	0,17	0,26	0,32	0,41	0,53	0,64

⁽¹⁾Ordem dos descritores quantitativos possíveis de serem descartados. Comprimento do limbo (LIM3); Largura do limbo (LIM4); Relação comprimento/largura do limbo (LIM5); Comprimento do pecíolo (PEC14); Comprimento da inflorescência (INFL15); Diâmetro da inflorescência (INFL16); Relação comprimento/diâmetro da inflorescência (INFL17); Número de ramos primários da inflorescência (INFL19); Comprimento do fruto (FRUT21); Largura do fruto (FRUT22); Relação comprimento/largura do fruto (FRUT23); Diâmetro do pedúnculo (FRUT36); Espessura da epiderme (FRUT38); Firmeza da polpa (FRUT41); Teor de Sólidos Solúveis (BRIX); Acidez total titulável (AT); Relação teor de sólidos solúveis/acidez (RATIO).

Assim como o número de condição de Montgomery e Peck (1981) a análise de correlação foi utilizada para validar o descarte dos descritores quantitativos, pois a correlação linear verifica se as variáveis descartadas estão correlacionadas com as selecionadas, permitindo uma menor perda de informação no momento de seleção dos descritores.

Na Tabela 9 é possível observar a correlação linear entre os descritores avaliados. A largura do limbo apresentou correlação positiva e altamente significativa com o comprimento do limbo (0,70**) e com a relação comprimento/largura do fruto (0,46**). Correlação altamente significativa é

observada entre a largura do limbo e a relação comprimento/largura do limbo (-0,67**), entretanto é uma correlação negativa, demonstrando uma tendência de que quanto maior for a largura do limbo menor será a relação comprimento/largura do limbo.

O diâmetro da inflorescência teve correlação positiva e altamente significativa com o comprimento da inflorescência (0,77**), com o número de ramos primários da inflorescência (0,63**) a correlação observada entre o diâmetro da inflorescência e a relação comprimento/diâmetro da inflorescência foi negativa, porém altamente significativa (-0,53**);

O comprimento do fruto apresentou correlação positiva e altamente significativa com a largura do fruto, relação comprimento/largura do fruto e o diâmetro do pedúnculo, apresentando os seguintes valores 0,60**, 0,77** e 0,45**, respectivamente (Tabela 9).

A correlação negativa e significativa observada entre os descritores teor de sólidos solúveis e acidez total titulável (-0,34*), indica que geralmente frutos com maior teor de sólidos solúveis apresentam uma menor acidez (Tabela 9). Situação também encontrada entre os descritores acidez total titulável e relação teor de sólidos solúveis/acidez (-0,70**), demonstrando que quanto maior a acidez menor será a relação teor de sólidos solúveis/acidez.

Como discorrido acima os descritores descartados estão correlacionados com os descritores remanescentes, indicando assim que a eliminação de 17,65% dos descritores quantitativos não acarretou perda de informação relevante. Segundo Pinto et al. (2010), o descarte de variáveis pode ocorrer sem perda de informações relevantes, desde que o descritor descartado esteja correlacionado com outros que permaneceram na análise.

Ainda não foram observados trabalhos com seleção de descritores em mangueira, tendo o presente trabalho, grande importância para os programas de melhoramento e conservação da cultura, pois oferecerá auxílio e facilitará a coleta de dados em trabalhos posteriores com caracterização de acessos.

Tabela 9. Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson, com as suas respectivas significâncias, entre as 17 variáveis quantitativas. Juazeiro-BA, 2018.

Descritor	LIM4	LIM5	PEC14	INFL15	INFL16	INFL17	INFL19	FRUT21	FRUT22	FRUT23	FRUT36	FRUT38	FRUT41	BRIX	AT	RATIO
LIM3	0,70**	0,03 ^{ns}	0,52	-0,02 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,21 ^{ns}	-0,33*	0,01 ^{ns}	-0,27 ^{ns}	0,13 ^{ns}
LIM4		-0,67**	0,27 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	0,11 ^{ns}	-0,23 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,33*	-0,06 ^{ns}	0,46**	0,09 ^{ns}	0,11 ^{ns}	-0,29 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,11 ^{ns}
LIM5			0,16 ^{ns}	0,11 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	0,32*	-0,01 ^{ns}	-0,31 ^{ns}	0,19 ^{ns}	-0,50**	-0,18 ^{ns}	0,03 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,18 ^{ns}	-0,29 ^{ns}	0,29 ^{ns}
PEC14				-0,12 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,32*	-0,24 ^{ns}	0,00 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	0,14 ^{ns}
INFL15					0,77**	0,02 ^{ns}	0,62**	-0,03 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,22 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	0,14 ^{ns}
INFL16						-0,53**	0,63**	-0,04 ^{ns}	-0,26 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,12 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	0,23 ^{ns}
INFL17							-0,25 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,23 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,03 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,22 ^{ns}
INFL19								-0,02 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,07 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	0,14 ^{ns}
FRUT21									0,60**	0,77**	0,45**	0,09 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,03 ^{ns}
FRUT22										-0,02 ^{ns}	0,38*	0,13 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	0,02 ^{ns}	-0,02 ^{ns}
FRUT23											0,26 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,01 ^{ns}
FRUT36												0,03 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,21 ^{ns}	-0,28 ^{ns}
FRUT38													-0,15 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	0,19 ^{ns}	-0,05 ^{ns}
FRUT41														-0,30 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,06 ^{ns}
BRIX															-0,34*	0,25 ^{ns}
AT																-0,70**

** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t. ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade. Comprimento do limbo (LIM3); Largura do limbo (LIM4); Relação comprimento/largura do limbo (LIM5); Comprimento do pecíolo (PEC14); Comprimento da inflorescência (INFL15); Diâmetro da inflorescência (INFL16); Relação comprimento/diâmetro da inflorescência (INFL17); Número de ramos primários da inflorescência (INFL19); Comprimento do fruto (FRUT21); Largura do fruto (FRUT22); Relação comprimento/largura do fruto (FRUT23); Diâmetro do pedúnculo (FRUT36); Espessura da epiderme (FRUT38); Firmeza da polpa (FRUT41); Teor de sólidos solúveis (BRIX); Acidez total titulável (AT); Relação teor de sólidos solúveis/acidez (RATIO).

CONCLUSÃO

Foram descartados sete descritores qualitativos e três descritores quantitativos. Os descritores quantitativos descartados não acarretaram perda de informação relevante para o estudo, pois estavam correlacionados com os descritores remanescentes.

Os resultados obtidos auxiliarão os programas de melhoramento genético e conservação da cultura, tendo em vista irá reduzir a mão-de-obra para a coleta dos dados, facilitando o trabalho de caracterização.

REFERÊNCIAS

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 49 p. 2018.

ARAÚJO, J. et al. **Diversidade genética em acessos de espécies silvestres de Manihot, mediante caracterização morfológica.** In Embrapa Mandioca e Fruticultura-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém, PA. Anais.. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012. 1 CD-ROM.

CONCEIÇÃO, A. L. S. **Seleção de Descritores e Análise de Agrupamento em Acessos de Tabaco.** Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais). Cruz das Almas-BA. p.111. 2015.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, J.A.; CARNEIRO, P.C.S. Divergência genética. In: CRUZ, C.D.; REGAZZI, J.A.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. v.1, p.377-413.

DAHER, R. F.; MORAES, C. F.; CRUZ, C. D. Seleção de caracteres morfológicos em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.247-259, 1997.

DIAS, L.A. dos S.; KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, G.C.T. Divergência genética multivariada na preservação de germoplasma de cacau (*Theobroma cacao* L.). **Agrotropica**, v.9, p.29-40, 1997.

FERREIRA, D. F. **Estatística básica.** 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 664 p.

JOLLIFFE, I. T. Discarding variables in a principal component analysis; II. Realdata. **Applied Statistics**, v. 22, p. 21-31, 1973.

LEAL, V. D. J. **Seleção de Descritores Morfoagronômico e Análise de Dissimilaridade Genética em Acessos de Bananeira (Musa spp.)**. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais). Cruz das Almas: p.104. 2014.

LEDO, C. A. S. et al. **Caracterização morfológica da coleção de espécies silvestres de Manihot (Euphorbiaceae – Magnoliophyta) da Embrapa Mandioca e Fruticultura**. [recurso eletrônico] - Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011 – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Mandioca e Fruticultura, ISSN 1809-5003; 53).

LIMA NETO, F. P. et al. O progressivo processo de enriquecimento genético do Banco Ativo de Germoplasma da mangueira preservado pela Embrapa Semiárido. **Jornal da Fruta**. Setembro, p.16. 2014.

MAIA, M. C. C. et al. Repetibilidade de características quantitativas de frutos em seleções elite de manga rosa. **Revista Agro@ mbiente On-line**, v. 11, n. 1, p. 56-62, 2017.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de manga (*Mangifera indica* L.)**. 2011. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/protecao-de-cultivar/arquivos-frutiferas/mangueira_us.doc>.

MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A. **Introduction to linear regression analysis**. New York: John Wiley. 504p. 1981.

NAIMI, B. et al. Where is positional uncertainty a problem for species distribution modelling? **Ecography**, v. 37, n. 2, p. 191-203. 2014.

PEREIRA, A.V.; VENCOVSKY, R.; CRUZ, C.D. Selection of botanical and agronomical descriptors for the characterization of cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) germplasm. **Revista Brasileira de Genética**, v.15, p.115-124, 1992.

PINTO, J. F. N. et al. Seleção de descritores vegetativos para caracterização de acessos de guariroba (*Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.). **Revista Brasileira de Fruticultura** [online]. v.32, n.3, p. 832-840, 2010.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2018. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

RISTOW, N. et al. **Qualidade dos frutos de acessos de *Mangifera* spp de diferentes origens conservados em Banco Ativo de Germoplasma**. In Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTAS, HORTALIÇAS E FLORES, 4.; ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 7., 2013, Ribeirão Preto. Internacionalizar para não perecer:

anais. Ribeirão Preto: USP-Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, 2013.

SOUZA, E. M. C. et al. **Análise de entropia em acessos de mangueira do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido**. In: II Jornada de Integração da Pós Graduação da Embrapa Semiárido. Petrolina. p. 221-226. 2017.

SOUZA, S. F. et al. Competitividade e parcela de mercado das exportações brasileiras de manga: uma análise do modelo Constant Market Share. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 47, n. 1, p. 39-48, 2016.

SOUZA, S. F. et al. Análise dos preços da manga do vale do São Francisco nos mercados interno e externo: um estudo de séries temporais para o Brasil, Estados Unidos e União Europeia (2003 2013). In: CONGRESSO DA SOBER NORDESTE, 7., 2013. **Anais...** Parnaíba-PI. VIII Congresso da SOBER Nordeste, 2013. 18 p.

VIEIRA, E. A. et al. Variabilidade genética do banco ativo de germoplasma de mandioca do cerrado acessada por meio de descritores morfológicos. **Científica**, Jaboticabal, v.36, n.1, p.56 - 67, 2008.

ZHANG Z.; M. GRABCHAK, M. Entropic Representation and Estimation of Diversity Indices. **Journal of Nonparametric Statistics**, v. 28, n.

CAPÍTULO III

DIVERSIDADE GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE MANGUEIRA A PARTIR DE DESCRITORES MORFOLÓGICOS

DIVERSIDADE GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE MANGUEIRA A PARTIR DE DESCRITORES MORFOLÓGICOS

Autor: Emille Mayara de Carvalho Souza

Orientador: Carlos Alberto da Silva Ledo

Coorientador: Francisco Pinheiro Lima Neto

RESUMO: A manga é considerada uma das frutas tropicais mais importante do Brasil, justamente porque é um dos países que mais produzem e exportam a fruta mundialmente. O Submédio do Vale do São Francisco é responsável por grande parte dessa produção, entretanto o cultivo da fruta concentra-se em poucas cultivares, fazendo-se necessária a diversificação dos pomares, por isso estudos de diversidade genética em coleções de germoplasma são de grande importância. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a diversidade genética de acessos de mangueira do banco ativo de germoplasma da Embrapa Semiárido, baseado em descritores morfológicos, visando auxiliar o programa de melhoramento genético da cultura. Foram realizadas análises de agrupamento para todos os descritores empregados, considerando-se tanto descritores qualitativos como descritores quantitativos, separados e em conjunto. Para as análises em conjunto de todos os descritores, bem como análise por partes da planta foi utilizado o algoritmo proposto por Gower, que permite avaliar simultaneamente características qualitativas e quantitativas. Observou-se a formação de diversos grupos em todos os dendrogramas estudados, indicando presença de variabilidade genética no banco de germoplasma da cultura, além da observação dos acessos mais divergentes quanto aos descritores avaliados. No dendrograma de descritores qualitativos e quantitativos simultaneamente, observou-se que o acesso M121 (Celebration) foi mais divergente em relação aos demais. Foi possível detectar diversidade genética entre os acessos avaliados, podendo assim auxiliar os programas de melhoramento genético da cultura, além de que o algoritmo de Gower utilizado para avaliar simultaneamente os descritores, permitiu detectar maior diversidade genética entre os acessos. O acesso M121 (Celebration), pode ser utilizado como um dos parentais em cruzamentos posteriores, pois foi mais divergentes em relação aos demais e apresentou algumas características de interesse para os melhoristas.

Palavras-chaves: *Mangifera spp*; Análise de agrupamento; Variabilidade; Melhoramento genético

GENETIC DIVERSITY AMONG MANGO ACCESSES, FROM MORPHOLOGICAL DESCRIPTORS

Author: Emille Mayara de Carvalho Souza

Advisor: Carlos Alberto da Silva Ledo

Co-advisor: Francisco Pinheiro Lima Neto

ABSTRACT: Mango is considered one of the most important tropical fruits in Brazil, that's because it is one of the countries that produce and export the most amount of the fruit worldwide. The São Francisco Valley is responsible for a large part of this production. However, the fruit cultivation is concentrated in a few cultivars, what makes necessary to diversify the orchards. So studies of genetic diversity in germplasm collections are of great importance. The aim of the present work was to evaluate the genetic diversity of mango accesses from Embrapa semiarid germplasm bank, based on morphological descriptors, aim to support the genetic breeding program. Clustering analyzes were performed for all the descriptors used, considering both qualitative descriptors and quantitative descriptors, separated and together. For the joint analysis of all the descriptors, as well as analysis by parts of the plant was used the algorithm proposed by Gower, which allows to evaluate simultaneously qualitative and quantitative characteristics. It was observed the formation of several groups in all the studied dendrograms, indicating the presence of genetic variability in the germplasm bank of the crop, in addition to the most divergent accesses data, regarding the descriptors evaluated. In the dendrogram of qualitative and quantitative descriptors simultaneously, it was observed that access M121 (Celebration) was more divergent in relation to the others. It was possible to detect genetic diversity among the evaluated accesses, and can thus help the breeding programs of the crop. In addition, algorithm Gower used to simultaneously evaluate the descriptors, detect greater genetic diversity among the accessions. The M121 (Celebration) access can be used as one of the parents in later crossings, since it was more divergent in relation to the others and presented some characteristics of interest to the breeders.

Key word: *Mangifera spp.*; Cluster analysis; Variability; Genetic breeding

INTRODUÇÃO

O fruto da mangueira é caracterizado como um dos mais populares. A manga é uma fruta tropical, que se originou no sudeste asiático e foi introduzida no Brasil no século XVI, originando diversas variedades cultivadas (MEDEIROS et al., 2011).

No Brasil, os estados produtores de manga que se destacam são Bahia, Pernambuco, São Paulo, Minas Gerais e Ceará (AGRIANUAL, 2017). O maior polo produtor da fruta é encontrado no Submédio do Vale do São Francisco e conhecido como polo Petrolina-Juazeiro, formado pelas cidades de Petrolina, Santa Maria da Boa Vista, Cabrobó, Lagoa Grande e Orocó em Pernambuco e Juazeiro, Casa Nova, Sento Sé, Curaçá e Sobradinho na Bahia. No ano de 2016 a produção desse polo foi de 385.040 toneladas, representando grande parte da produção brasileira da fruta (IBGE, 2016).

Essa região apresenta elevado destaque, já que é conhecida pela alta qualidade dos frutos e por ter grande parte de sua produção destinada para exportação, alcançando mercados como União Europeia e Estados Unidos, além que, a proximidade dos mercados europeus e norte americano têm facilitado à produção e exportação da fruta (VITAL et al., 2011).

A produção da fruta no Submédio do Vale do São Francisco concentra-se em poucas cultivares, onde se destaca a manga 'Tommy Atkins'. A concentração do cultivo em poucas variedades torna os pomares vulneráveis, por isso, a diversificação é necessária, pois evitaria prejuízos com possíveis ataques de pragas e doenças. Assim estudos de diversidade genética, objetivando encontrar acessos com características superiores que possam ser utilizados como parentais em cruzamentos posteriores, são necessários para promover a diversificação dos cultivos.

Os estudos de diversidade genética tornaram-se fundamentais, podem ser realizados por meio da caracterização do germoplasma e possibilitam a identificação de genótipos geneticamente distantes (possíveis genitores) ou genótipos com características superiores (SILVA et al., 2012).

Os estudos de diversidade genética entre acessos podem ser realizados por meio de técnicas multivariadas. Dentre essas técnicas, tem-se a análise de agrupamento, muito utilizada no melhoramento vegetal e na caracterização

morfológica de acessos que normalmente são pouco conhecidos pelos melhoristas (KOOP et al., 2007). Através dessa análise é possível identificar grupos de acessos similares. Esse processo tem início por meio da estimação de uma matriz de dissimilaridade, onde os acessos são agrupados de modo que exista homogeneidade dentro dos grupos e heterogeneidade entre eles (CORREA e GONÇALVES, 2012). Existem diversos métodos de agrupamento dos quais se diferenciam pelo resultado e as diferentes formas de constituição dos grupos, entretanto, não se conhece, a princípio, o número de grupos a ser formados, já que diferentes métodos geram diferentes resultados (RODRIGUES et al., 2010).

Desta forma, o presente trabalho objetivou avaliar a diversidade genética de acessos de mangueira do banco ativo de germoplasma da Embrapa Semiárido, baseado em descritores morfológicos, visando auxiliar os programas de melhoramento genético da cultura, por meio da observação de acessos com características superiores que possam ser utilizados como parentais em cruzamentos controlados.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi baseado na caracterização morfológica de 41 acessos de mangueira (Tabela 1) preservados no banco ativo de germoplasma, pertencente a Embrapa Semiárido, instalado na Estação Experimental de Mandacaru, no município de Juazeiro-BA, nas coordenadas latitude 9° 24' S e longitude 40° 26' W. O clima é semiárido e o solo é do tipo Vertissolo. De acordo com os dados da estação meteorológica da Estação Experimental de Mandacaru no ano de 2017, a precipitação pluvial foi de 99,13mm, com umidade relativa do ar média de 68,24%. 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 de 21,05°C.

Os acessos são compostos por quatro plantas, dispostos em espaçamento 10m x 10m e irrigados por microaspersores, com uma poda anual realizada após a colheita. A aplicação de nutrientes é feita por meio de

fertirrigação e baseia-se nas necessidades determinadas pelas análises do solo e pelas análises das folhas.

Tabela 1: Relação de acessos de mangueira do banco ativo de germoplasma da Embrapa Semiárido, utilizados na análise de diversidade genética. Juazeiro-BA, 2018.

Código	Acessos	Código	Acessos
M120	Alice	M137	Doce de leite
M143	Berton	M142	Espada azenha
M135	Boarolo	M63	Imperial II
M144	Carlotinha	JUA1	Juazeiro I
M121	Celebration	M27	Juazeiro VII
M146	Coquinho	LÍVIA	Lívia
M106	CPAC 71/86	M141	Lira
M107	CPAC 15/94	MV	Manga verde
M108	CPAC 225/94	M45	Mangifera similis
M115	CPAC 11136/86	M140	Manga preta
M114	CPAC 22/93	M139	Natalina
M113	CPAC 263/94	M134	Ouroporanga
M116	CPAC 165/93	M67	Papo de peru II
M117	CPAC 136/86	M147	Ribeiro
M118	CPAC 140/86	M138	Rosa 36
M329	CPAC 329/94	M130	Rosa 46
M5895	CPAC 58/95	M148	Rosa 2
M104	CPAC 09/137-86	ROX6	Roxa
M103	CPAC 10/4486	STH	Sthal
M102	CPAC 10/2786	M136	Tin Fan
M101	CPAC 07/166-86		

Os 43 descritores morfológicos considerados na análise de diversidade genética dos referidos acessos (Tabela 2 e 3) foram disponibilizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2011). A coleta de dados consistiu na amostra de 16 folhas desenvolvidas, 16 inflorescências e 16 frutos avaliados em ponto de colheita e ponto de consumo, totalizando-se 48 amostras por acesso.

Tabela 2: Relação dos 29 descritores qualitativos utilizados na análise de diversidade genética entre acessos de mangueira. Juazeiro-BA, 2018.

Descritor qualitativo	Classes
Intensidade da pigmentação antocianínica na folha jovem	(1) ausente ou muito fraca (3) fraca (5) média (7) forte (9) muito forte
Forma predominante do limbo	(1) ovalada (2) elíptica (3) oblonga
Coloração do limbo	(1) verde-amarelada (2) verde-clara (3) verde-média (4) verde-escura
Torção do limbo	(1) ausente (2) presente
Forma da base do limbo	(1) aguda (2) obtusa (3) arredondada
Forma do ápice do limbo	(1) afilada (2) acuminada (3) aguda
Porte do pecíolo em relação ao broto	(1) ereto (3) semi-ereto (5) perpendicular (7) moderadamente recurvado (9) muito recurvado
Forma da inflorescência	(1) cônica (2) piramidal (3) piramidal larga
Coloração antocianínica do eixo e dos ramos da inflorescência	(1) ausente ou muito fraca (3) fraca (5) média (7) forte (9) muito forte
Forma na seção transversal do fruto (c)	(1) elíptica-média (2) elíptica-larga (3) circular
Coloração da epiderme (c)	(1) somente amarela (2) somente verde (3) verde e amarela (4) verde e laranja (5) verde e rosa (6) verde e vermelha (7) verde e violeta
Densidade das lenticelas no fruto (c)	(3) esparsa (5) média (7) densa
Contraste de cores entre lenticelas e epiderme do fruto (c)	(3) fraco (5) médio (7) forte
Tamanho das lenticelas no fruto (c)	(3) pequeno (5) médio (7) grande
Rugosidade da superfície causada pelas lenticelas do fruto (c)	(1) ausente (2) presente
Cavidade peduncular do fruto (c)	(1) ausente ou pouco profunda (2) média (3) profunda
Forma do ombro, parte ventral do fruto (c)	(1) arredondada para cima (2) arredondada plana (3) arredonda para baixo (4) inclinada para baixo (5) inclinação abrupta

(c) descritor de fruto em ponto de colheita.

Tabela 2: Continuação.

Descritores qualitativos	Classes
Coloração predominante da epiderme (d)	(1) verde (2) verde-amarelada (3) verde e amarela (4) amarela (5) laranja-amarelada (6) amarela e laranja (7) laranja (8) amarela e vermelha (9) laranja e vermelha (10) vermelha (11) laranja e roxa (12) vermelha e roxa (13) roxa
Aderência da epiderme à polpa	(3) fraca (5) média (7) forte
Coloração da polpa do fruto (d)	(1) amarela-esverdeada (2) amarela-clara (3) amarela-média (4) laranja clara (5) laranja-média (6) laranja-escura
Suculência da polpa do fruto (d)	(3) baixa (5) média (7) alta
Quantidade de fibra aderida ao caroço (d)	(1) muito baixa (3) baixa (5) média (7) alta (9) muito alta
Quantidade de fibra aderida à epiderme (d)	(3) baixa (5) média (7) alta
Sabor terebentina (d)	(1) ausente (2) presente
Relevo da superfície do caroço	(1) acanalada (2) lisa (3) enrugada
Embrionia da semente	(1) monoembriônico (2) poliembriônico
Época do início da floração	(3) precoce (5) média (7) tardia
Época da maturação dos frutos (c)	(1) muito precoce (3) precoce (5) média (7) tardia (9) muito tardia

(c) descritor de fruto em ponto de colheita (d) descritor de fruto em ponto de consumo.

Tabela 3: Relação dos descritores quantitativos utilizados na análise de diversidade genética entre acessos de mangueira. Juazeiro-BA, 2018.

Descritor quantitativo	Medida expressa em
Comprimento do limbo	Cm
Relação comprimento/largura do limbo	-
Comprimento do pecíolo	Cm
Comprimento da inflorescência	Cm
Relação comprimento/diâmetro da inflorescência	-
Número de ramos primários da inflorescência	-
Largura do fruto	Cm
Relação comprimento/largura do fruto	-
Diâmetro do pedúnculo	Mm
Espessura da epiderme	Mm
Firmeza da polpa	Lb
Teor de sólidos solúveis	°BRIX
Acidez total titulável	%
Relação teor de sólidos solúveis/acidez	-

Análises estatísticas:

Realizou-se análise de agrupamento para todos os descritores qualitativos, quantitativos e para os descritores qualitativos e quantitativos simultaneamente. Foram realizadas também análises de agrupamento por partes da planta avaliada (folha, inflorescência e fruto), considerando descritores qualitativos e quantitativos em conjunto.

Utilizaram-se como medidas de dissimilaridade o complemento do coeficiente de dissimilaridade para os descritores qualitativos, a distância euclidiana para os descritores quantitativos e a distância de Gower para os descritores qualitativos e quantitativos simultaneamente.

Os agrupamentos hierárquicos foram obtidos pelo método UPGMA - Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (SNEATH E SOKAL, 1973). A validação dos agrupamentos foi determinada pelo coeficiente de correlação cofenético de acordo com Sokal e Rohlf (1962). A significância dos coeficientes de correlação cofenético foi calculada pelo teste de Mantel com 10.000 permutações (MANTEL, 1967). O critério para definição do número de grupos foi baseado no método do pseudo- T^2 (MINGOTTI, 2005) utilizando o pacote "NbClust" pertencente ao programa computacional R (CHARRAD et al., 2013). Foi calculada também a correlação entre as matrizes de dissimilaridade das análises individuais e conjuntas.

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico R versão 3.4.4. (R CORE TEAM, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidos seis dendrogramas pelo método UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean), a fim de avaliar a diversidade genética dos acessos estudados. As análises foram realizadas considerando-se os descritores qualitativos e descritores quantitativos separadamente e conjuntamente, bem como a avaliação conjunta por partes de planta (Figura 1 a 6).

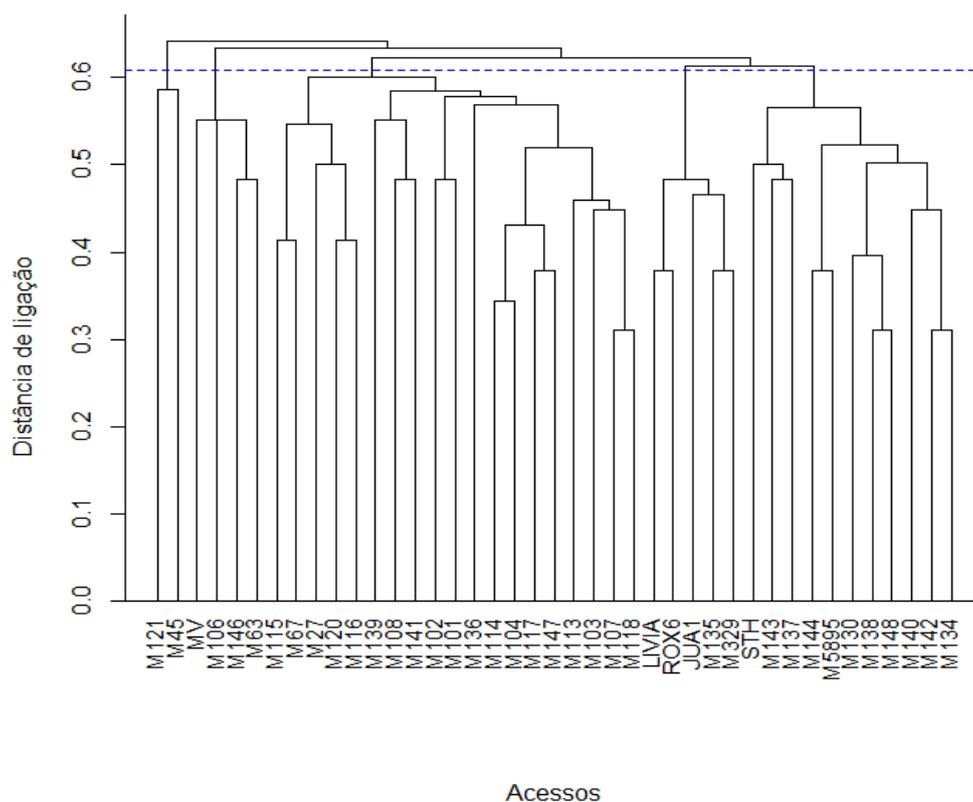


Figura 1. Dendrograma baseado no complemento do coeficiente de dissimilaridade e método de agrupamento UPGMA para os descritores qualitativos aplicados nos acessos de mangueira. Juazeiro-BA, 2018.

Avaliando a diversidade genética para descritores qualitativos (Figura 1), observa-se a formação de 5 grupos, comprovando-se que os descritores foram eficientes em detectar variabilidade genética entre os acessos. Segundo Lima et al. (2011), informações sobre a variabilidade genética de qualquer espécie são essenciais para a preservação e para o sucesso dos programas de melhoramento.

Na Figura 1, tem-se como mais semelhantes os acessos M107 (CPAC 15/94) e M108 (CPAC 225/94), híbridos da Embrapa Cerrados, e assim a semelhança pode ser devida a uma provável utilização de pelo menos um dos parentais nos mesmos cruzamentos já os acessos M138 (Rosa 36) e M148 (Rosa 2), sua semelhança era algo esperado, já que são híbridos da mesma variedade, maior semelhança também é observada entre os acessos M142

(Espada Azenha) e M134 (Ouroporanga), explicada por apresentarem classes iguais para a maioria dos descritores qualitativos de fruto e por terem sido originadas no mesmo local, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC).

De acordo com Cruz e Carneiro (2003), o coeficiente de correlação cofenético pode ser utilizado para avaliar a consistência do padrão de agrupamento. Para os descritores qualitativos, observou-se um coeficiente de correlação cofenético de 0,5027**, foi um valor significativo, entretanto é considerado como mediano. Segundo Monteiro et al. (2010), quanto mais próximo da unidade, melhor a representação da matriz de dissimilaridade na forma de dendrograma.

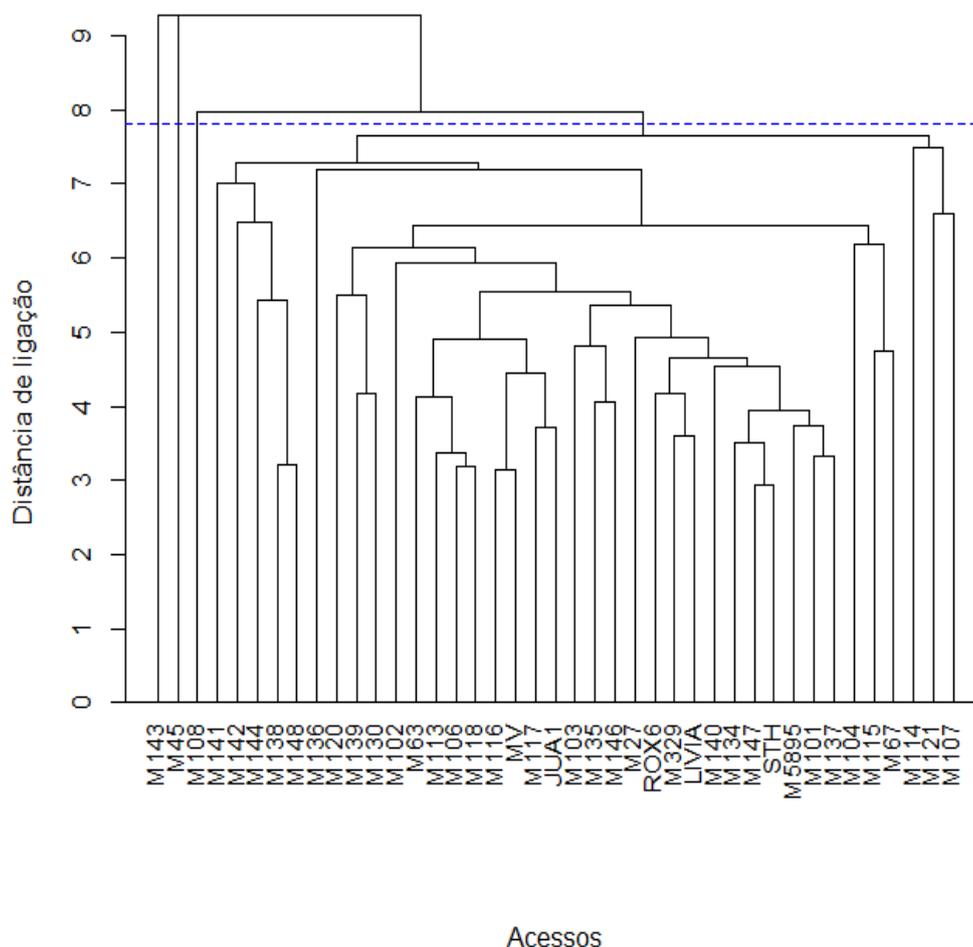


Figura 2. Dendrograma baseado na distância euclidiana e método de agrupamento UPGMA para os descritores quantitativos aplicados nos acessos de mangueira. Juazeiro-BA, 2018.

Verifica-se na Figura 2, o agrupamento dos descritores quantitativos, onde os acessos M147(Ribeiro) e STH (Sthal) apresentam uma menor distância euclidiana, com isso são mais semelhantes e encontram-se no mesmo grupo, que é formado pela maioria dos acessos estudados. Segundo Regazzi (2001), embora a distância euclidiana seja uma medida de dissimilaridade, às vezes ela é utilizada como uma medida de semelhança, pois quanto maior seu valor, menos parecidos são os indivíduos ou unidades amostrais. Neste dendrograma é possível observar a formação de quatro grupos, onde três deles são constituídos por apenas um acesso, sendo grupo I Berton (M143), grupo II *Mangifera similis* (M45), grupo III CPAC 225/94 (M108) e o último pelos demais como citado anteriormente. De acordo com Vieira et al. (2005) grupos formados por apenas um indivíduo apontam na direção de que tais indivíduos sejam mais divergentes em relação aos demais, facilitando a projeção de trabalhos posteriores. Entretanto a avaliação de variáveis qualitativas e quantitativas separadamente obtém muitas vezes, conclusões sobre a diversidade genética entre os acessos que limitam a utilização em trabalhos posteriores dos indivíduos selecionados em programas de melhoramento genético (SANTOS, 2010). Por isso faz-se necessário avaliar os descritores simultaneamente, trabalho que pode ser realizado por meio do algoritmo proposto por Gower (1971).

Vários trabalhos têm mostrado que a metodologia de análise conjunta das variáveis qualitativas e quantitativas utilizando a distância de Gower resultam em uma maior eficiência na determinação da divergência genética em diferentes culturas, como *brassica napus* L. (RODRÍGUEZ et al., 2005), pimenta (MOURA et al., 2010) e tomateiro do grupo cereja (ROCHA et al., 2010).

Para os descritores quantitativos (Figura 2), observou-se um coeficiente de correlação cofenético de 0,7867**, apesar de ser um valor superior ao observado no dendrograma anterior ainda não é considerado alto, pois de acordo com Bussab et al. (1990), análises de agrupamento são aceitáveis se produzirem um coeficiente de correlação cofenético a partir de 0,80.

Na Figura 3, apresenta-se o dendrograma considerando todas as partes de planta avaliadas, para descritores qualitativos e quantitativos

simultaneamente, neste observou-se a formação de quatro grupos. O primeiro formado por apenas um acesso Celebration (M121), portanto considera-se que este apresenta características mais divergentes com relação aos demais acessos avaliados. As principais características de fruto do acesso mencionado acima são: coloração da epiderme (ponto de colheita) verde e vermelha, coloração da epiderme (ponto de consumo) laranja amarelada, cor da polpa amarela média, polpa firme, quantidade de fibra aderida ao caroço e a epiderme média, semente monoembriônica, maturação dos frutos precoce, alto teor de sólidos solúveis e uma baixa acidez total titulável.

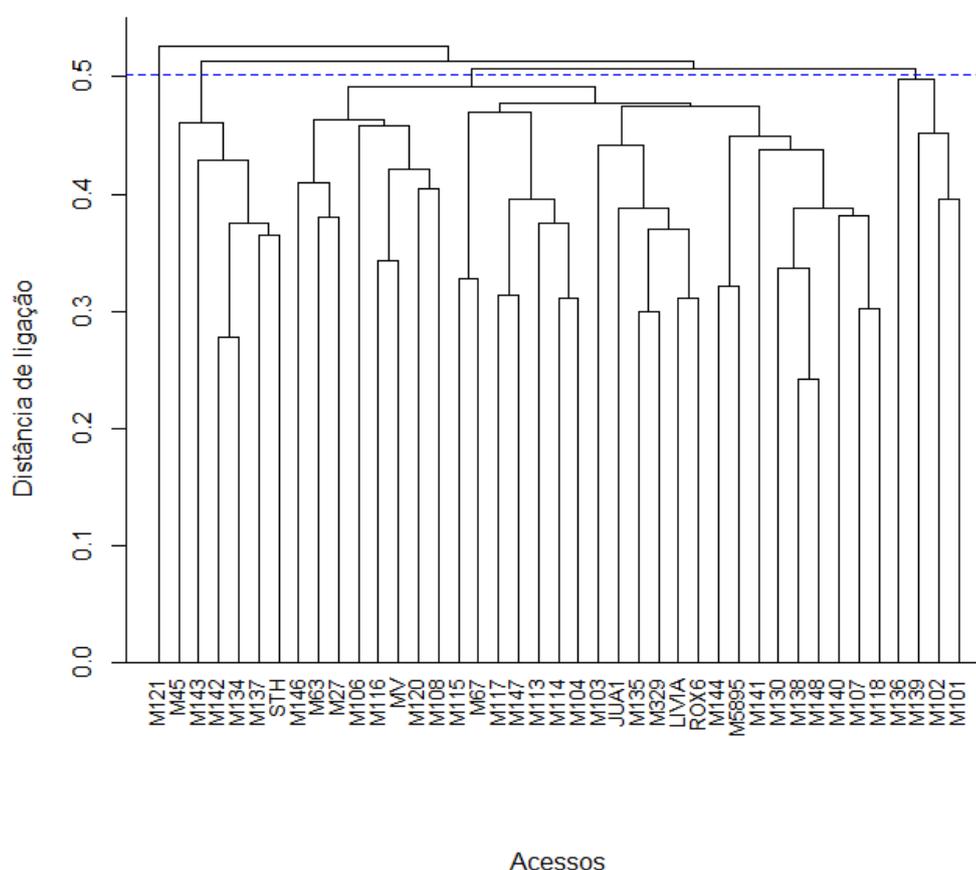


Figura 3. Dendrograma baseado na distância de Gower e método de agrupamento UPGMA para os descritores qualitativos e quantitativos aplicados nos acessos de mangueira. Juazeiro-BA, 2018.

As características de interesse contidas no acesso Celebration (M121), permitem a utilização do mesmo como parental em cruzamentos posteriores

com os demais acessos, já que apresenta características distintas, porém complementares. De acordo com Buzar et al. (2007), esses estudos facilitam a identificação de genitores para a formação de populações que apresentem ampla base genética.

Os acessos MV (Manga verde), M106 (CPAC 71/86), M146 (Coquinho), M63 (Imperial II), quando analisados descritores qualitativos e quantitativos separados e em conjunto, são encontrados nos mesmos grupos (Figura 1 a 3), indicando assim que apresentaram características tanto qualitativas quanto quantitativas semelhantes.

O Coeficiente de correlação cofenético alcançado neste dendrograma (Figura 3) foi de 0,5302**, valor mediano e significativo pelo teste de Mantel a 1% de probabilidade, com 10.000 permutações.

Em relação à correlação entre as matrizes de dissimilaridade qualitativas e quantitativas separadamente e em conjunto (Tabela 4), é possível observar que a matriz de descritores qualitativos e a matriz dos descritores em conjunto, apresentou valor de correlação alto e significativo (0,9577**), demonstrando assim alta confiabilidade na representação dos dados de dissimilaridade para a realização dos agrupamentos (CONCEIÇÃO, 2015). Entretanto a matriz de descritores quantitativos com a matriz de dados em conjunto apresentou um valor de 0,3371**, significativo pelo teste de Mantel com 10.000 permutações, porém é considerado baixo.

Tabela 4. Correlação entre as matrizes de dissimilaridade utilizando descritores qualitativos e quantitativos separadamente e em conjunto.

Matrizes	Quantitativo	Qualitativo e quantitativo
Qualitativo	0,0770 ^{ns}	0,9577**
Quantitativo		0,3371**

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste de mantel com 10.000 permutações. ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade.

A avaliação de descritores simultâneos de folha encontra-se na Figura 4, onde os acessos M106 e MV, seguidos dos acessos M5895 e M138, apresentam uma medida de dissimilaridade muito baixa, indicando quão

semelhantes são os mesmos. Nesta análise de agrupamento observa-se a formação de quatro grupos, demonstrando variabilidade genética de folha para os acessos avaliados.

Os acessos mais divergentes observados neste dendrograma (Figura 4) são M329 (CPAC 329/94) e M148 (Rosa 2), por apresentarem classes de descritores distintas quanto ao hábito de crescimento dos ramos, intensidade pigmentação antocianínica na folha jovem, forma do limbo, coloração do limbo. Esse dendrograma apresentou um CCC de 0,6560**. Alves et al. (2015) relatam que valores acima de 0,5788 evidencia consistência do padrão de agrupamento.

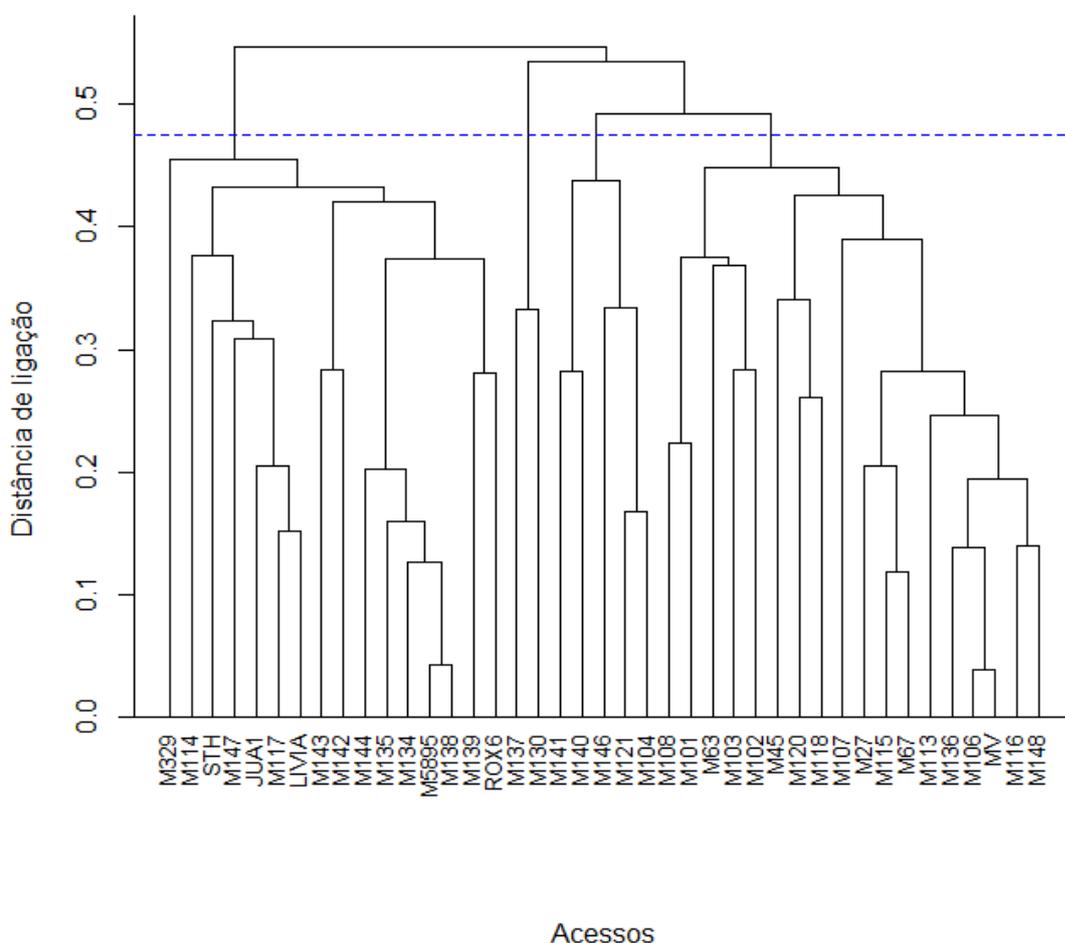


Figura 4. Dendrograma baseado na distância de Gower e método de agrupamento UPGMA para os descritores qualitativos e quantitativos da folha aplicados nos acessos de mangueira. Juazeiro-BA, 2018.

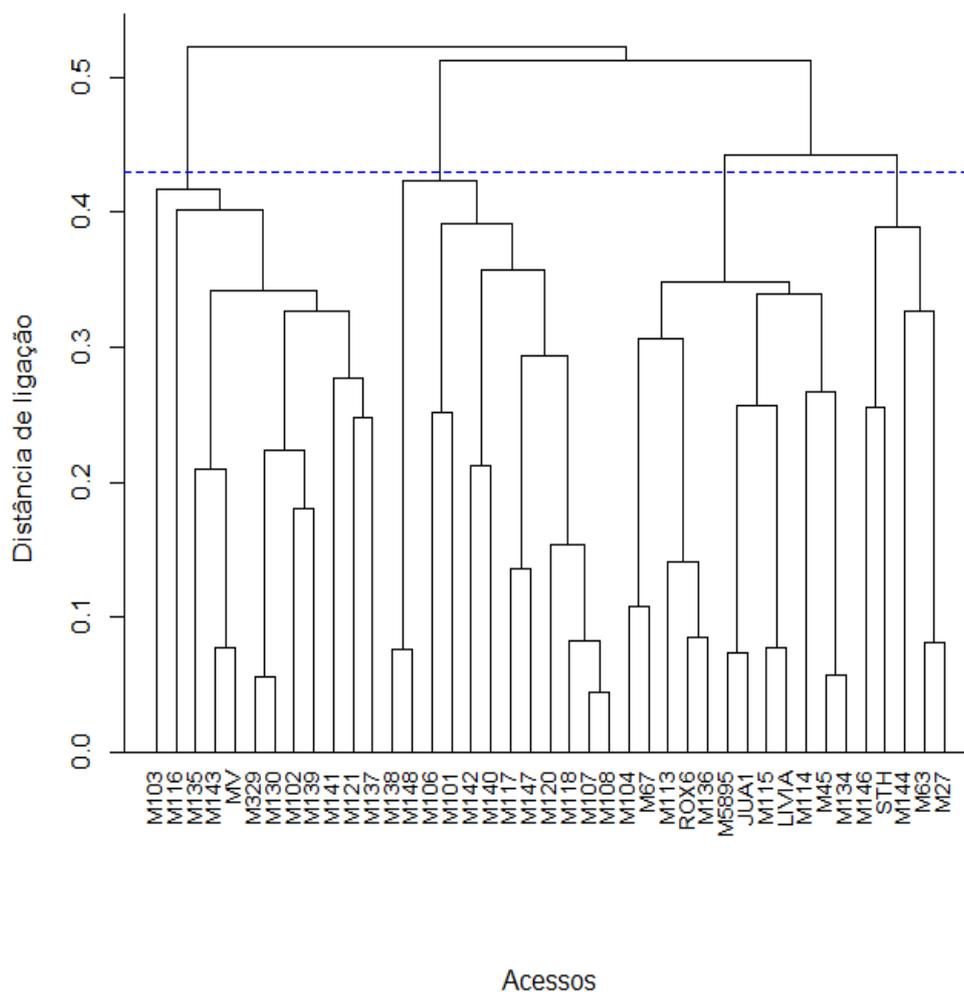


Figura 5. Dendrograma baseado na distância de Gower e método de agrupamento UPGMA para os descritores qualitativos e quantitativos da inflorescência aplicados nos acessos de mangueira. Juazeiro-BA, 2018.

Na Figura 5, observa-se o comportamento dos acessos no dendrograma de descritores de inflorescência, identificando a formação de quatro grupos, tendo como mais distantes, ou seja, mais dessemelhantes os acessos M103 (CPAC 10/4486) e M27 (Juazeiro VII), encontrados em lados opostos no gráfico, essa maior diversidade pode ser explicada através das diferentes classes encontradas na caracterização desses acessos, principalmente nos descritores, forma da inflorescência, pigmentação antocianínica do eixo e ramos e número de ramos primários. Os acessos mais semelhantes levando

em conta os descritores de inflorescência são M107 (CPAC 15/94) e M108 (CPAC 225/94), pois apresentam menor distância.

A Figura 5 apresentou um coeficiente de correlação cofenético de 0,6649**, valor próximo ao citado por Cruz, Regazzi e Carneiro, (2012). De acordo com esses autores, coeficiente de correlação cofenético igual ou superior a 0,70 demonstram um bom ajuste entre a representação gráfica das distâncias genéticas entre os genótipos e a sua matriz original.

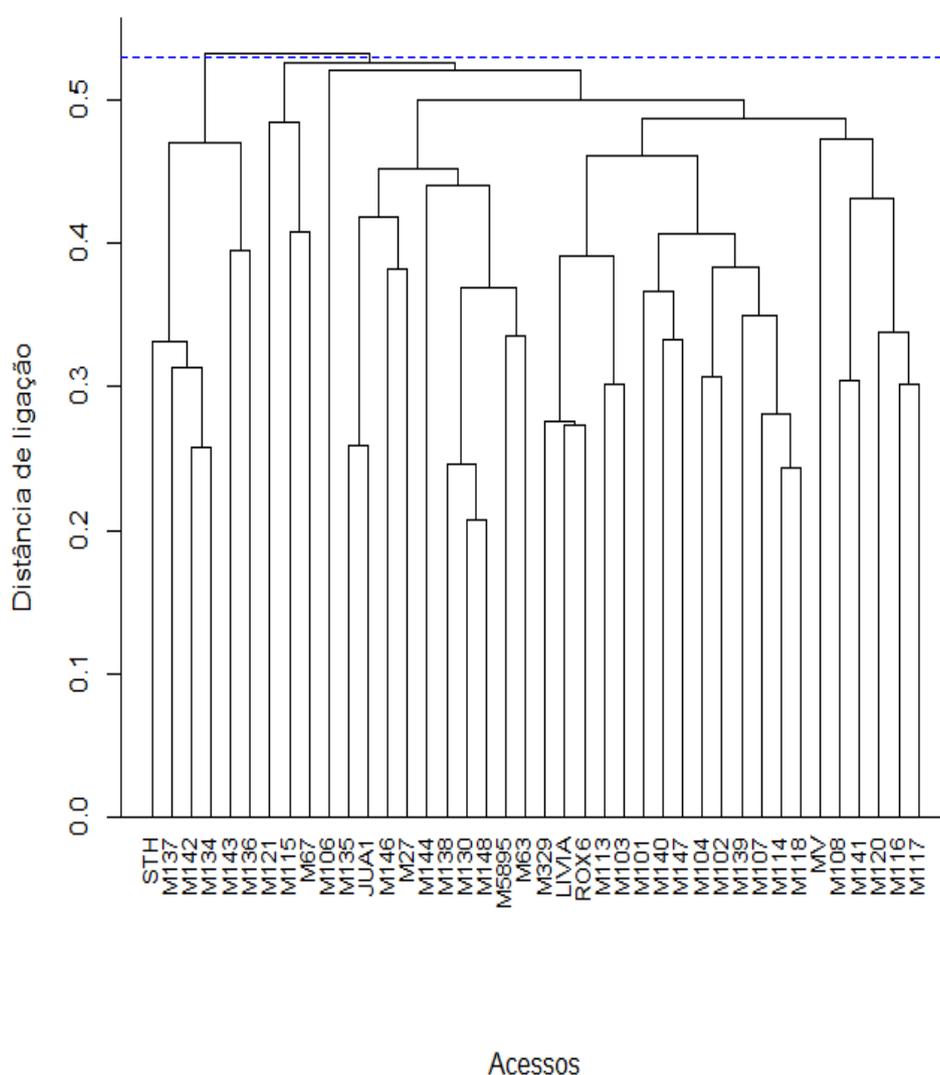


Figura 6. Dendrograma baseado na distância de Gower e método de agrupamento UPGMA para os descritores qualitativos e quantitativos de fruto aplicados nos acessos de manga. Juazeiro-BA, 2018.

Para os descritores de fruto, realizou-se dois dendrogramas, utilizando a distância de Gower. Na primeira análise observou-se a formação de apenas dois grupos, onde um grupo é composto apenas pelo acesso M45 (*Mangifera similis*), essa diversidade pode ser explicada por este acesso ser de uma espécie diferente dos demais, que são *Mangifera indica*, e por isso apresentar algumas características um tanto quanto contrastantes, como por exemplo, o baixo teor de sólidos solúveis, elevada acidez e coloração da polpa amarela esverdeada, quando o fruto encontra-se em ponto de consumo.

Buscando detectar uma maior diversidade genética entre os acessos, em relação aos descritores de fruto, realizou-se uma nova análise sem o acesso *Mangifera Simillis* (M45).

Na Figura 6, observa-se o segundo dendrograma realizado para os descritores de fruto, onde ocorre novamente a formação de dois grupos. Sendo o primeiro formado por 6 acessos e caracterizado por apresentar acessos com alta densidade de lenticelas, contraste de cores entre lenticelas e epiderme forte, espessura da epiderme média, succulência de polpa média e sabor terebentina ausente. O segundo grupo foi constituído por 34 acessos, apresentando predominantemente fruto na seção transversal circular, tamanho das lenticelas pequeno, cavidade peduncular ausente ou pouco profunda, diâmetro do pedúnculo médio, coloração da epiderme (ponto de consumo) vermelha, aderência da epiderme à polpa média, coloração da polpa laranja média, firmeza da polpa média, relevo da superfície do caroço acanalada, sementes monoembrionicas e alto teor de sólidos solúveis.

O coeficiente de correlação cofenético obtido neste dendrograma foi de 0,5665**, este é um valor mediano, entretanto significativo pelo teste de Mantel, os valores de CCC aceitáveis variam para alguns autores, entretanto estes concordam que são satisfatórios e estão melhores representados aqueles que apresentam valores superiores a 0,80, como cita Romesburg (1984).

Identificando a correlação entre as matrizes de dissimilaridade na Tabela 5, pode-se concluir que de acordo com o teste de Mantel com 10.000 permutações, apenas apresentou significância as correlações das matrizes de dissimilaridade de partes da planta (folha, inflorescência, fruto) com a matriz de todos os descritores avaliados simultaneamente, com valores de 0,4567**, 0,2352**, 0,8597**, respectivamente para folha, inflorescência e fruto.

Tabela 5. Correlação entre as matrizes de dissimilaridade utilizando descritores qualitativos e quantitativos da folha, da inflorescência, do fruto e com todas as partes avaliadas.

Matrizes	Inflorescência	Fruto	Todos
Folha	-0,0290 ^{ns}	0,0091 ^{ns}	0,4567**
Inflorescência		0,0213 ^{ns}	0,2352**
Fruto			0,8597**

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste de mantel com 10.000 permutações.

^{ns} não significativo a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

A diversidade genética observada através da análise de agrupamento poderá auxiliar os programas de melhoramento da cultura na escolha de acessos para uso como parentais em cruzamentos.

O algoritmo de Gower, usado para avaliar simultaneamente os descritores, proporcionou uma melhor avaliação dos acessos, sendo eficiente em detectar a diversidade entre os mesmos.

Na análise conjunta de descritores qualitativos e quantitativos, observa-se que o acesso M121 (Celebration) foi mais divergente em relação aos demais. Este acesso apresenta algumas características de interesse para os programas de melhoramento, por isso, pode ser considerado como um dos possíveis parental em cruzamentos posteriores. Considerando que os demais acessos apresentam características complementares, podem ser realizados cruzamentos entre este e os demais.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. **Anuário Da Agricultura Brasileira.** São Paulo. 2017.

ALVES, B. M. et al. Divergência genética de milho transgênico em relação à produtividade de grãos e à qualidade nutricional. **Ciência Rural**, 45(5), 884-891. 2015.

BUSSAB, W. O.; MIAZAKI, E. S.; ANDRADE, D. F. **Introdução à análise de agrupamento**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA. São Paulo. Anais ... São Paulo: ABE, p. 105, 1990.

BUZAR, A. G. R.; OLIVEIRA, V. R.; BOITEUX, L. S. Estimativa da diversidade genética de germoplasma de cebola via descritores morfológicos, agrônômicos e bioquímicos. **Horticultura Brasileira**. 25: 527-532. 2007.

CONCEIÇÃO, A. L. S. **Seleção de Descritores e Análise de Agrupamento em Acessos de Tabaco**. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais). Cruz das Almas-BA. p.111. 2015.

CORREA, A. M.; GONÇALVES, M. C. Divergência genética em genótipos de feijão comum cultivados em Mato Grosso do Sul. **Revista Ceres**, v. 59, n. 2, 2012.

CHARRAD, M. et al. **NbClust: An examination of indices for determining the number of clusters**. R package version 1.4. Disponível em: <http://cran.r-project.org/web/packages/NbClust/index.html>. 2013.

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

GOWER, J. C. A general coefficient of similarity and some of its properties. **Biometrics**, v. 27, n. 4, p. 857-874, 1971.

IBGE. Produção Agrícola Municipal: Culturas Temporárias e Permanentes. 2016. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>. Acesso em 20 de agosto de 2018.

KOOP, M. M. et al. Melhoria da correlação cofenética pela exclusão de unidades experimentais na construção de dendrogramas. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia** (Uruguaiana), v. 14, p. 46-53, 2007.

LIMA, A. T. B. et al. Molecular characterization of cajá, *Spondias mombin* (Anacardiaceae), by RAPD markers. **Genetics and Molecular Research**, v. 10, n. 4, p. 2893-2904, 2011.

MANTEL, N. The detection of disease clustering and generalized regression approach. **Cancer Research**, Birmingham, v.27, n.2, p.209-220, 1967.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de manga (*Mangifera indica* L.)**. 2011. Disponível em:

http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/protecao-de-cultivar/arquivos/frutiferas/mangueira_us.doc.

MEDEIROS, E. A. A.; SOARES, N. F. F.; POLITO, T. O. S.; SOUSA, M. M. de; SILVA, D. F. P. Sachês antimicrobianos em pós-colheita de manga. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. especial, p.363-370, 2011.

MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, p. 297. 2005.

MONTEIRO, E. R. et al. Diversidade genética entre acessos de espécies cultivadas de pimentas. **Ciência Rural**, Universidade Rural de Santa Maria, v. 40, n. 2, p. 288-293, 2010.

MOURA, M. C. C. L. et al. Algoritmo de Gower na estimativa da divergência genética em germoplasma de pimenta. **Horticultura Brasileira**, 28(2), 155-161. 2010.

REGAZZI, A. J. INF 766 - **Análise multivariada**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Departamento de Informática, 2001. 166p. Apostila de disciplina.

ROCHA, M. C. et al. Using Gower's algorithm on the genetic divergence determination among cherry tomato accessions. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 32(3), 423-431. 2010.

RODRIGUES, H. C. D. A. et al. Avaliação da diversidade genética entre acessos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) por meio de caracteres morfoagronômicos. **Ceres**, 57(6). 2010.

RODRÍGUEZ, V. M. et al. The nabicol: a horticultural crop in northwestern Spain. **Euphytica**, Wageningen, v.142, n. 3, p. 237-246, 2005

ROMESBURG, H. C. **Cluster analysis for researchers**. Belmont: Lifetime Learning Publishers, 1984.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2018. Disponível em: URL <https://www.R-project.org/>

SANTOS, D. B. **Procedimentos multivariados no agrupamento de genótipos de maracujazeiro com base em matriz de distância conjunta e em separado para características quantitativas e categóricas**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Cruz das Almas-Ba: CETEC-UFRB. 61p. 2010.

SILVA, Danielle Fabíola Pereira da et al. Genetic diversity among cultivars of mango based on fruit quality traits. **Revista Ceres**, v. 59, n. 2, p. 225-232, 2012.

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

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

VIEIRA, E. A. et al. **Variabilidade genética para caracteres morfológicos entre acessos do banco de germoplasma de mandioca da Embrapa Cerrados**. Campo Grande, Anais,, Campo Grande: Embrapa, 1 CD-ROM. Embrapa Cerrados. 2005.

VITAL, T. W. et al. A fruticultura de exportação do vale do são Francisco e a crise econômica: efeitos sobre a convenção coletiva de trabalho 2009-2010. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.4, n.3, p. 365-390, set/dez. 2011.

APÊNDICES

Rosa 36:



Manga preta:



Rosa 46:



Ribeiro:



Rosa 2:



Tin Fan (Chinesa):



Natalina:



Lira:



Doce de leite:



Coquinho:



Boarolo:



Manga verde:



Espada azenha:



Sthal:



Ouroporanga:



Lívia:



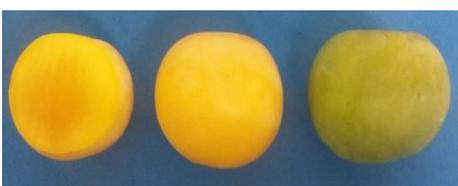
Berton:



Juazeiro I:



Carlotinha:



Roxa:



Alice:



Papo de peru II:



Celebration:



CPAC 71/86:



Imperial II:



CPAC 15/94:



Juazeiro V:



CPAC 225/94:



Juazeiro VII:



CPAC 11136/86:



CPAC 22/93:



CPAC 329/94:



CPAC 263/94:



CPAC 58/95:



CPAC 165/93:



CPAC 10/4486:



CPAC 136/86:



CPAC 07-166/86:



CPAC 140/86:



Urpia pinheiro:



Bourbom vermelha:



CPAC 09/137-86:



Coité:



Jasmim:



CPAC 10/2786:

