

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

**CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE GENÓTIPOS DE
MAMOEIRO (*Carica papaya* L.) E SELEÇÃO DE DESCRITORES
VISANDO A PROTEÇÃO DE CULTIVARES**

NÁGELA LAZARE PEREIRA DIAS

**CRUZ DAS ALMAS-BA
MAIO-2011**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE GENÓTIPOS DE
MAMOEIRO (*Carica papaya* L.) E SELEÇÃO DE DESCRITORES
VISANDO A PROTEÇÃO DE CULTIVARES**

NÁGELA LAZARE PEREIRA DIAS

Engenheira Agrônoma
Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, 2008

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

Orientador: Prof. Dr. JORGE LUIZ LOYOLA DANTAS

Coorientador: Prof. Dr. EDER JORGE DE OLIVEIRA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA
MESTRADO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA - 2011

FICHA CATALOGRÁFICA

D541 Dias, Nágela Lazare Pereira

Caracterização morfoagronômica de genótipos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) e seleção de descritores visando a proteção de cultivares / Nágela Lazare Pereira Dias. - Cruz das Almas, BA, 2011.

66 f.; il.

Orientador: Jorge Luiz Loyola Dantas

Coorientador: Eder Jorge de Oliveira

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

1. Mamão - Caracterização. 2. Melhoramento genético. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Título.

CDD: 643.651

**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**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
NÁGELA LAZARE PEREIRA DIAS**

Prof. Dr. Jorge Luiz Loyola Dantas
Embrapa Mandioca e Fruticultura -CNPMF
(Orientador)

Profa. Dra. Simone Alves Silva
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB

Prof. Dr. Célio Kersul do Sacramento
Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC

Dissertação homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais em.....Conferindo o Grau de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais em

DEDICATÓRIA

Dedico esta luta à minha mãe, que sempre me apoiou.

Por horas difíceis nós sempre estaremos juntas.

"Não espere por uma crise para descobrir o que é importante em sua vida".

(Platão)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS, e a todos aqueles que trabalharam junto comigo para a conclusão deste trabalho, que me permitiu amadurecer para o meio acadêmico e para as relações pessoais.

Ao Programa de Pós-graduação da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (PPRPG), pela oportunidade de desenvolvimento do trabalho e aos meus orientadores, pela orientação e confiança.

À parceria entre a Embrapa e a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), por permitir a execução dos trabalhos.

Agradeço aos meus orientadores, Drs. Jorge Luiz Loyola Dantas e Eder Jorge de Oliveira, pelos ensinamentos recebidos.

Às Equipes do Laboratório de Biologia Molecular e Laboratório de Fisiologia Vegetal e Pós-Colheita, por transformarem aqueles espaços em um ambiente confortável e distinto de trabalho, por “abrir as portas” e agilizar a execução prática.

Aos amigos que dividiram comigo angústias e conquistas no mestrado. A todos os funcionários da Embrapa, pelo apoio e ajuda em todos os momentos.

Agradeço à minha família pelo apoio, e à minha segunda família aqui em Cruz das Almas, por me acolher.

Agradeço a Jacqueline por conviver comigo, sempre tendo uma boa história para contar.

Agradeço ao João Paulo pela convivência, pelo carinho e apoio.

SUMÁRIO

Página

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO..... 1

Capítulo 1

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS COM USO DE DESCRITORES
AGRONÔMICOS E ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM
MAMOEIRO..... 13

Capítulo 2

SELEÇÃO DE DESCRITORES MORFOAGRONÔMICOS PARA
CARACTERIZAÇÃO DE CULTIVARES DE MAMOEIRO..... 39

CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 66

CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE GENÓTIPOS DE MAMOEIRO (*Carica papaya* L.) E SELEÇÃO DE DESCRITORES VISANDO A PROTEÇÃO DE CULTIVARES

Autora: Nágela Lazare Pereira Dias

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luiz Loyola Dantas

Coorientador: Prof. Dr. Eder Jorge de Oliveira

RESUMO: O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma das fruteiras mais cultivadas no mundo, todavia, há necessidade de novas variedades para a expansão e sustentabilidade da cultura. Assim sendo, é de suma importância determinar a variabilidade genética presente nos acessos de mamão, permitindo aos melhoristas o direcionamento dos cruzamentos mais apropriados para o desenvolvimento de cultivares. A caracterização destes acessos representa, pois, uma etapa primordial no processo de síntese de novos genótipos. Os objetivos deste trabalho foram avaliar, em 27 genótipos de mamoeiro, a variação de 30 descritores quantitativos e estimar parâmetros genéticos, bem como definir uma lista de descritores mínimos visando a proteção de cultivares, a partir de 30 descritores quantitativos e 21 multicategóricos, relacionados à planta, folhas, flores, frutos e sementes. Os genótipos apresentaram amplo polimorfismo para os descritores quantitativos, sendo que para todos os descritores a maior parte da variabilidade foi devida à variância genotípica, com estimativas de herdabilidade variando de 60,48 a 99,05%. Para a indicação dos descritores mais informativos, os dados quantitativos foram selecionados com base nos métodos de Singh e seleção direta, enquanto os descritores qualitativos foram analisados por correlação. Com o descarte de descritores pouco informativos, a lista de descritores mínimos do mamoeiro, para fins de proteção de variedades e classificação de genótipos pode ser constituída por 18 caracteres quantitativos e 13 multicategóricos, sem perda de informação. Pode-se também concluir que os descritores morfoagronômicos foram capazes de acessar a variabilidade genotípica presente na espécie.

Palavras chave: Melhoramento, variação genética, análise multivariada, componente principal.

MORPHOAGRONOMIC CHARACTERIZATION OF PAPAYA (*Carica papaya* L.) GENOTYPES AND SELECTION OF DESCRIPTORS FOR CULTIVAR PROTECTION

Author: Nágela Lazare Pereira Dias

Adviser: Prof. Dr. Jorge Luiz Loyola Dantas

Co-adviser: Prof. Dr. Eder Jorge de Oliveira

ABSTRACT: The papaya (*Carica papaya* L.) is one of the most cultivated fruit crop in the world, however, there is need for new varieties to support the expansion and sustainability of the crop. Therefore, it is important to determine the genetic variation among papaya accessions, allowing breeders to perform more suitable crossings for the cultivar development. The characterization of these accessions represents a fundamental step in the synthesis of new genotypes. The objectives of this work were to evaluate the variation of 30 quantitative descriptors in 27 papaya genotypes, to estimate genetic parameters and to define a list of minimum descriptors with the aim of cultivar protection, from 30 quantitative and 21 multicategorical descriptors, related to the plant, leaves, flowers, fruits and seeds. The genotypes showed large polymorphism for the quantitative descriptors. For all the descriptors, most of the variability was due to genotypic variance, with heritability estimates ranging from 60.48 to 99.05%. Aiming the indication of the most informative descriptors, quantitative data were selected based on the Singh method and direct selection, while the qualitative descriptors were analyzed by correlation. Excluding uninformative descriptors, the list of minimum descriptors for papaya, aiming at variety protection and genotype classification can be composed by 18 quantitative and 13 multicategorical traits, without loss of information. In addition, one can conclude that the morphological descriptors were able to access the genetic variability in this species.

Key words: Breeding, genetic variation, multivariate analysis, principal component.

INTRODUÇÃO

Aspectos botânicos e origem

O mamoeiro é uma das fruteiras mais comuns em quase todos os países da América tropical (Dantas & Oliveira, 2009). Pertence à espécie *Carica papaya* L., classe Dicotyledoneae, subclasse Archichlamydeae, ordem Violales, subordem Caricineae, família Caricaceae e gênero *Carica* (Manica, 1982). É uma planta diplóide, com $2n = 18$ cromossomos e genoma básico de $n = 9$ cromossomos para a fase haplóide (Storey, 1941).

O mamoeiro provavelmente é nativo do noroeste da América do Sul, onde a maioria das espécies do gênero *Carica* se concentra, com diversidade genética máxima na Bacia Amazônica Superior, caracterizando-se como uma planta tipicamente tropical (Badillo, 1971). A família Caricaceae possui apenas seis gêneros e 35 espécies (Van Droogenbroeck et al., 2002). Os gêneros *Carica* (1 espécie), *Horovitzia* (1 espécie), *Jacaratia* (7 espécies), *Jarilla* (3 espécies) e *Vasconcellea* (21 espécies) são originários do continente americano, enquanto o gênero *Cylicomorpha* (2 espécies) pertence ao continente africano (Van Droogenbroeck et al., 2004). A variabilidade genética das espécies da família Caricaceae é observada nas folhas, inflorescências, flores, frutos e sementes.

O gênero *Vasconcellea* é o de maior importância em termos de recursos genéticos, possuindo diversas fontes de resistência a doenças. Por outro lado, a espécie *C. papaya* não apresenta tanta resistência a doenças (Oliveira et al., 2007).

O mamoeiro possui sistema radicular pivotante, com ramificações laterais. O caule é do tipo herbáceo lenhoso, fistuloso nas regiões dos entrenós, suculento, ereto, contendo numerosas cicatrizes foliares, terminando com um grupo denso de grandes folhas na região apical. As folhas são alternadas, com grandes limbos foliares (0,70 m de diâmetro), longo-pecioladas, profundamente

palmatilobadas, apresentando nervuras mais salientes na face abaxial. Apresentam coloração verde-claro-mate na face superior e verde-brancacento-pálido na face inferior, coberto por material ceroso, apresentando um ou mais lóbulos, ou totalmente inteiros. Os pecíolos são fistulosos, cilíndricos, verde-pálidos, às vezes vermelho - vinosos. As cicatrizes deixadas pelas folhas são bastante proeminentes (Badillo, 1993).

O fruto é descrito como ovóide, esférico, ou piriforme, podendo ter outras classes. Possuindo tamanhos variados, desde pequenos (com 2 a 10 cm de comprimento por 1,5 a 6 cm de largura) até muito grandes (em cultivo). A cor da polpa comumente é amarela, alaranjada ou avermelhada. Em parentes silvestres, o interior pode ser completamente preenchido por sementes e massa placentária. As sementes variam de 5 a 7 mm, podendo conter sarcotesta mucilagínosa, ser lisa e dura (esclerotesta). Contêm numerosas protuberâncias irregularmente dentadas, em formas de cristas meridianas agudas e irregulares, bastante próximas. O embrião é reto, com cotilédones ovóides e achatados, circundados por endosperma carnoso, rico em ácidos graxos. A germinação é relativamente rápida (duas a três semanas) e epígea (Badillo, 1993).

A espécie *C. papaya* apresenta três tipos de flores: flores femininas, flores masculinas e flores hermafroditas. Estes tipos permitem classificar as plantas em dióicas, monóicas e hermafroditas. As espécies *C. papaya* L., *C. monoica* Desf. e *C. pubescens*, são respectivamente polígama, monóica e monóica-dióica. A maioria das espécies do gênero *Carica* é dióica (Badillo, 1993). Plantas hermafroditas podem apresentar racemos curtos; as femininas também apresentam este tipo de racemo, todavia, não são estaminados, como observado em plantas masculinas, que apresentam ovário rudimentar (Martelleto, 2007).

A expressão do sexo das plantas é controlada geneticamente. Entretanto, os tipos florais são profundamente influenciados por diferenças nas cultivares e fatores ambientais, principalmente pela temperatura e umidade (Dantas et al., 2002; Costa, 2003; Martelleto, 2007).

Costa & Pacova (2003) observaram que plantas hermafroditas são sensíveis ao clima quente e seco, o que impede o desenvolvimento do ovário, fenômeno que também ocorre em noites com alta umidade relativa do ar. Esse

tipo de planta é mais vulnerável à reversão sexual, carpeloidia e pentandria que as plantas femininas, pelo fato destas serem mais estáveis na floração (Damasceno Junior et al., 2008).

A carpeloidia pode ocorrer sob condições de temperatura baixa ou amena, a partir da transformação dos estames numa estrutura carnosa que pode aderir parcial ou totalmente à parede dos carpelos, produzindo frutos deformados e inapropriados para o comércio (Costa & Pacova, 2003; Martelleto, 2007).

Flores pentândricas apresentam filamentos longos que se inserem em sulcos profundos na parede do ovário, produzindo frutos com cavidade interna grande em relação à espessura da polpa, com sulcos bem pronunciados na casca (Dantas et al., 2002).

Segundo Manica (1982) o cultivo de mamoeiro em locais com temperaturas médias em torno de 25°C, promove crescimento vegetativo rápido, frutos com excelente sabor, alto teor de sólidos solúveis, precocidade e grande produtividade.

Caracterização de recursos genéticos e seleção de descritores

A demanda pela caracterização de germoplasma no Brasil tende a crescer nos próximos anos, especialmente em decorrência da Lei de Proteção de Cultivares. Além da caracterização de cultivares *per se*, os programas de melhoramento que adotarem o uso de descritores serão beneficiados com informações adicionais sobre o nível de diversidade e constituição genética do germoplasma existente (Costa, 2010). Com isso, tem-se aumentado significativamente o interesse pela caracterização de cultivares, a partir da crescente necessidade de proteção de cultivares comerciais em mercados cada vez mais competitivos. No Brasil, a Lei de Proteção de Cultivares n.º 9.456, sancionada em 25 de abril de 1997, abriu uma nova perspectiva e interesse na proteção e lançamento de materiais genéticos (Milach, 1998). A lei é baseada em características morfológicas utilizando descritores (Bonow et al., 2007).

Com a nova lei também foi criado o Serviço Nacional de Proteção de Cultivares - SNPC, vinculado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. O SNPC concede o Certificado de Proteção de Cultivar,

reconhecendo a propriedade intelectual sobre as plantas. Além disso, assegura o livre exercício do direito de propriedade intelectual dos melhoristas e defende o interesse nacional no campo da proteção de novas cultivares obtidas (Garcia, 2002).

De acordo com o SNPC, para uma cultivar ser registrada e protegida no Brasil, deve obedecer aos critérios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade - DHE, seguindo-se as mesmas normativas utilizadas internacionalmente (Bayle, 1983). Baseando-se nesses critérios é realizada a avaliação de uma série de características morfológicas nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta. Essas características, denominadas descritores mínimos, são específicas para cada espécie e recomendadas pelo SNPC (Vieira et al., 2009).

O uso dos marcadores moleculares pelos programas de melhoramento genético é também uma realidade em função das suas inúmeras utilidades, sendo possível acessar a variabilidade genética disponível nos bancos de germoplasma, permitindo o direcionamento dos cruzamentos, a classificação do germoplasma em grupos de interesse, além da identificação de acessos duplicados e a formação de coleções nucleares (Dantas & Oliveira, 2009). Por sua vez, os descritores morfológicos ainda são o meio mais usual para se distinguir uma nova variedade. Esses têm tido papel fundamental na divulgação das características agrônômicas de novos materiais genéticos e podem influenciar decisivamente na escolha de variedades por parte de agricultores e outros interessados (Smith & Smith, 1992; Pecchioni et al., 1996).

Para se fazer a identificação de um acesso é necessário ter um bom conhecimento quanto à extensão da diversidade genética dentro da coleção de germoplasma e quanto ao parentesco entre os acessos, uma vez que tais informações são cruciais para a exploração do germoplasma (Costa, 2003).

Segundo Costa et al. (2008), a caracterização morfoagronômica é realizada com base em caracteres que sejam de fácil detecção e mensuração, tenham alta herdabilidade e que sofram pouca influência ambiental. Esses autores caracterizaram 52 acessos de *Capsicum* spp. utilizando 15 descritores, de acordo com a lista de descritores do ex- International Plant Genetic Resources Institute -

IPGRI. Os resultados obtidos indicaram que os descritores foram úteis para acessar a diversidade genética nos acessos estudados. Diversas coleções de germoplasma de *Capsicum* têm sido assim caracterizadas, porém, utilizando um número variável de descritores.

Para a caracterização de soja e outras culturas a utilização de descritores morfológicos é tradicionalmente utilizada. Vieira et al. (2009) utilizaram 26 descritores selecionados de acordo com a International Union for the Protection of New Varieties of Plants - UPOV, nas avaliações de 10 cultivares de soja. De acordo com os resultados obtidos, os descritores possibilitaram a distinção entre as cultivares, sendo úteis para o teste DHE.

No caso do mamoeiro, uma lista de 46 descritores morfológicos e agrônômicos tem sido utilizada para a caracterização de acessos de germoplasma e cultivares (Dantas et al., 2000). Essa listagem foi definida a partir dos “Descritores para papaya”, estabelecidos pelo ex- International Board for Plant Genetic Resources - IBPGR (IBPGR, 1988), mediante trabalho desenvolvido por Pinto (1999), ao caracterizar 20 acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Mamão (BAG-Mamão) da Embrapa Mandioca e Fruticultura, utilizando 15 descritores vegetativos, 36 descritores da inflorescência e fruto, 6 descritores relativos à semente e 5 referentes à composição química dos frutos.

Na caracterização de várias espécies tem sido utilizado um número excessivo de variáveis, em razão do completo desconhecimento sobre a importância de cada uma delas para descrever a variabilidade existente. Assim, técnicas multivariadas têm se revelado eficientes na descrição e seleção de vários caracteres simultaneamente, resultando em economia de tempo e recursos financeiros (Cruz, 1990). Muitas dessas variáveis são redundantes por serem correlacionadas ou dispensáveis por representarem uma fração desprezível da variação total.

As análises multivariadas, especialmente a análise de componentes principais, são de grande importância na identificação de descritores com maior conteúdo informativo para a caracterização de germoplasma e indicam os caracteres que pouco contribuem para a variação total disponível, os quais podem ser descartados (Cruz et al., 2004).

O emprego da análise de componentes principais no descarte de caracteres foi impulsionado a partir da publicação dos trabalhos de Jolliffe (1973). De acordo com esse autor, analisando quatro métodos de descarte com base em dados simulados e reais, concluiu-se que esse procedimento era satisfatório quando o número de caracteres rejeitados fosse igual ao dos componentes principais que apresentassem variâncias inferiores a 0,7. Atualmente, vários autores têm utilizado essa análise na seleção de descritores (Strapasson, 2000; Alves et al., 2003; Pereira, 2003; Oliveira et al., 2006). Essa análise resume o padrão da correlação entre as variáveis, levando à formação de um agrupamento e a um número reduzido de variáveis principais, e estas resumem a informação contida no grupo principal.

Complementando essa metodologia, Mardia et al. (1979) recomendaram o descarte com base na observação dos componentes principais que apresentassem autovalores inferiores a 0,70 e, em cada um desses componentes, fosse descartado o caráter com maior coeficiente de ponderação em valor absoluto (autovetor). Esse procedimento foi denominado de seleção direta (Cruz, 1990).

A seleção direta tem sido um dos procedimentos mais adotados no descarte de caracteres em coleções de germoplasma, especialmente quando se coletam dados de caracteres morfológicos e agrônômicos, simultaneamente, em um grande número de acessos (Cruz, 1990). Outro procedimento que tem sido adotado para dar maior segurança na seleção de descritores é o emprego de mais de um procedimento no descarte de caracteres redundantes (Dias et al., 1997; Alves, 2002).

Em adição, outro procedimento utilizado no descarte de caracteres é a análise de correlação de Pearson, que identifica as variáveis correlacionadas, que fornecem informações semelhantes (Chiorato, 2004). O coeficiente de correlação de Pearson varia de -1 a 1, expressando o sentido da correlação. O sinal indica direção positiva ou negativa e o valor sugere a força da relação entre as variáveis. Uma correlação perfeita (-1 ou 1) indica que o escore de uma variável pode ser determinado exatamente ao se saber o escore da outra. No outro oposto, uma

correlação de valor zero indica que não há relação linear entre as variáveis (Cargnelutti Filho, 2010).

Assim sendo, os objetivos deste trabalho foram promover a caracterização morfoagronômica de 27 acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Mamão (BAG - Mamão) da Embrapa Mandioca e Fruticultura, com o uso de descritores quantitativos e estimar parâmetros genéticos para estes descritores. Em adição, selecionar e definir descritores mínimos visando a proteção de cultivares, tendo em vista a necessidade de atendimento às normas relacionadas aos princípios de propriedade intelectual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. M. **Caracterização genética de populações de cupuaçuzeiro, *Theobroma grandiflorum* (Will ex Spreng) Schum., por marcadores microssatélites e descritores botânico-agronômicos.** 2002. 146 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

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

BADILLO, V. M. *Caricaceae*. Segundo esquema. **Revista de la Facultad de Agronomía**. Maracay, v. 43, 1993, p. 111.

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

BAYLE, D. C. Isozymic variation and plant breeders rights. In: TAKSLEY, S. D; ORLON, T.J. (Org.). **Isozymes in Plant Genetics and Breeding**. Amsterdam: Elsevier, 1983. p. 425-440.

BONOW, S.; PINHO, E. V. R. V.; SOARES, A. A.; SIÉCOLA JUNIOR, S. Caracterização morfológica de cultivares de arroz visando a certificação da pureza varietal. **Ciência Agrotecnológica**. Lavras, v. 31, n. 3 p. 619-627. 2007.

CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, M.; BURIN, C.; SILVEIRA, T. R. da; CASAROTTO, G. Tamanho de amostra para estimação do coeficiente de Correlação linear de Pearson entre caracteres de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 45, n. 12, p. 1363-1371. 2010.

CHIORATO, A. F. Divergência genética em acessos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) do banco de germoplasma do instituto agrônomo-IAC. 2004. 98 p. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Vegetal) - Instituto Agrônomo-IAC, Campinas.

COSTA, A de F. S. da. Aspectos Gerais do Melhoramento do Mamoeiro. In: MARTINS, D. dos S. (Ed.). **Papaya Brasil**. Vitória: Incaper, 2003. p. 157-170.

COSTA, A. de F. S. da; PACOVA, B. E. V. Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro. In: MARTINS, D. dos S. & COSTA, A. de F. S. da. **A cultura do mamoeiro: tecnologia de produção**. Vitória: Incaper, 2003. p. 57-102.

COSTA, F. R da; PEREIRA, T. N. S.; SUDRÉ, C. P; RODRIGUES, R. Marcadores RAPD e caracteres morfoagronômicos na determinação da diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões. **Ciência Rural**, Santa Maria, set/2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782009000300011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 jan. 2011.

COSTA. J. C. da. Utilização de marcadores ISSR na caracterização de cultivares. Recife, UFRPE. 2010. Disponível em:<<http://lira.pro.br/wordpress/wp>

content/uploads/downloads/2010/11/revisao-jose-carlos.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2011.

CRUZ, C. D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. 1990. 188 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

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

DAMASCENO JUNIOR, P. C.; PEREIRA, T. N. S.; SILVA, F. F. da.; VIANA, A. P.; PEREIRA, M. G. Comportamento floral de híbridos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) avaliados no verão e na primavera. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 4 p. 310-316, jul. 2008.

DANTAS, J. L. L.; DANTAS, A. C. V. L.; LIMA, J. F. de. Mamoeiro. In: Bruckner, C. H. **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa: UFV, 2002. p. 309-349.

DANTAS, J. L. L.; PINTO, R. M. S.; LIMA, J. F. de; FERREIRA, F.R. Catálogo de germoplasma de mamão (*Carica papaya* L.). Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. 40p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura, **Documentos, 94**).

DANTAS, J. L. L.; OLIVEIRA, E. J. de. Avances en el mejoramiento de papaya. In: XXXII Congreso Argentino de Horticultura, Primeiro Simpósio Latino Americano de Fruticultura Tropical, 2009, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária (INTA Argentina). Salta, 2009.

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**, Bahia, v. 9, n. 1, p. 29-40, 1997.

GARCIA, S. B. F. Reflexos da globalização sobre a lei de proteção de cultivares no Brasil. **Revista Jurídica On-Line**, Limeira, v. 1, n. 1, dez.2002.

IBPGR. Descriptors for papaya. FAO, Rome, 1988. 34p.

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

MANICA, I. **Fruticultura tropical: 3. Mamão**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. 276 p.

MARDIA, K. L.; KENT, J. T.; BIBBY, J. M. **Multivariate analysis**. London: Academic Press, 1979. 521 p.

MARTELLETO, L. A. P. **Desenvolvimento do ciclo e desempenho agrônômico do mamoeiro sob cultivo orgânico em ambiente protegido**. 2007. 213 p. Tese (Doutor em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

MILACH, S. C. K. Uso de Marcadores moleculares na caracterização de cultivares. In: BORÉM, A. et al. (Eds.). **Biossegurança, proteção de cultivares, acesso aos recursos genéticos e propriedade industrial na agropecuária**. Viçosa: UFV, 1998. 182 p.

OLIVEIRA, E. J. de; DANTAS, J. L. L.; CASTELLEN, M. da S. Conservação e uso do germoplasma de mamoeiro na Embrapa. Zoonews Online. 2007. Disponível em: <<http://www.zoonews.com.br/noticias2/noticia.php>>. Acesso em: 18 jan. 2011.

OLIVEIRA, M. do S. P. de; FERREIRA, D. F.; SANTOS, J. B. dos. Seleção de descritores para caracterização de germoplasma de açaizeiro para produção de frutos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 7, p. 1133-1140, jul. 2006.

PECCHIONI, N.; FACCIOLI, P.; MONETTI, A.; STANCA, A. M.; TERZI, V. Molecular markers for genotype identification in small grain cereals. **Journal Genetics Breeding**, v. 50, p. 203-219. 1996.

PEREIRA, F. H. F.; PUIATTI, M.; MIRANDA, G. V.; SILVA, D. J. H.; FINGER, F. L. Divergência genética entre acessos de taro utilizando caracteres morfoqualitativos de inflorescência. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3 p. 520-524, set. 2003.

PINTO, R. M. de S. **Avaliação e caracterização de germoplasma de mamão e estabelecimento de descritores mínimos**. 1999. 109 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas.

SMITH, J. S. C.; SMITTH, O. S.. Fingerprinting crop varieties. **Advances in Agronomy**, v. 47, p. 85-140, 1992.

STOREY, W. B. The botany and sex relations of the papaya. In: STOREY, W. B.; JONES, W. V. (Ed.). **Papaya production in the Hawaiian Islands, Part 1**, Hawaii Agricultural Experiment Station, 1941. p. 5-22 (Technical Bulletin, 87).

STRAPASSON, E.; VENCOVSKY, R.; BATISTA, L. A. R. Seleção de descritores na caracterização de germoplasma de *Paspalum* sp. por meio de componentes principais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29 p. 373-381, 2000.

VAN DROOGENBROECK, B.; BREYNE, P.; GOTGHEBEUR, P.; ROMEIJN-PEETERS, E.; KYNDT, T.; GHEYSEN, G. AFLP analysis of genetic relationships among papaya and its wild relatives (*Caricaceae*) from Ecuador. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 105, p. 289-297, 2002.

VAN DROOGENBROECK, B.; KYNDT, T.; MAERTENS, I.; ROMEIJN-PEETERS, E.; SCHELDEMAN, X.; ROMERO-MOTOCHI, J.; VAN DAMME, P.; GOETGHEBEUR, P.; GHEYSEN, G. Phylogenetic analysis of the highland papayas (*Vasconcellea*) and allied genera (*Caricaceae*) using PCR-RFLP. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 108, p. 1473-1486, 2004.

VIEIRA, E. S. N.; VON PINHO, E. V. de R.; CARVALHO, M. das G. G.; SILVA, P. A. da. Caracterização de cultivares de soja por descritores morfológicos e marcadores bioquímicos de proteínas e isoenzimas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 086-094, jan. 2009.

CAPÍTULO 1

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS COM USO DE DESCRITORES AGRONÔMICOS E ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM MAMOEIRO

¹ Artigo submetido ao comitê editorial do periódico científico Pesquisa Agropecuária Brasileira

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS COM USO DE DESCRITORES AGRONÔMICOS E ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM MAMOEIRO

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento dos descritores quantitativos e estimar parâmetros genéticos em cultivares, germoplasma e linhagens melhoradas e variedades locais de mamoeiro. Para isso foi instalado experimento em blocos aumentados, para a avaliação de 27 genótipos com o uso de 30 descritores relacionados à planta, folhas, flores, frutos e sementes. Os dados foram submetidos à análise de variância, obtidos os parâmetros genéticos e em seguida ao teste de médias de Scott-Knott. De acordo com os valores das médias, da amplitude e das estimativas de parâmetros genéticos, conclui-se que mesmo após diversos ciclos de seleção e melhoramento, os genótipos possuem ampla variabilidade para os descritores avaliados. Para todos os descritores, a maior proporção da variação fenotípica é devida à variância genotípica, com isso as estimativas de herdabilidade (h^2) variaram de 60,48 a 99,05%, sendo que a maioria (80%) foi superior a 80,46%. A relação coeficiente de variação genético e ambiental foi maior do que a unidade para 19 dos 30 descritores avaliados, indicando predominância de efeitos genéticos. Em relação às médias comparativas dos descritores agronômicos, observam-se diferenças agronômicas com formação de 2 a 9 grupos, suficientes para uso dos genótipos *per se* ou mesmo como parentais em programas de melhoramento.

Palavras chave: *Carica papaya* L., melhoramento, variação genética.

EVALUATION OF PAPAYA GENOTYPES USING AGRONOMIC DESCRIPTORS AND ESTIMATION OF GENETIC PARAMETERS

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the variation of quantitative descriptors and to estimate genetic parameters in cultivars, improved germplasm, inbreeding lines and landraces of papaya. Trials were carried out using an augmented block for the evaluation of 27 genotypes with 30 descriptors related to the plant, leaves, flowers, fruits and seeds. Data were submitted to the variance analysis and the Scott-Knott test at 5% of probability, followed by genetic parameters estimation. According to the average and range values, and estimates of genetic parameters, it appears that even after several cycles of selection and breeding, these genotypes have broad polymorphism regarding the descriptors evaluated. For all descriptors most of the phenotypic variation is due to genetic variance. Moreover, the estimates of heritability (h^2) ranged from 60.48 to 99.05%, while the most of them (80%) was higher than 80.46 %. The genetic and environmental coefficients of variation were greater than unity for 19 of the 30 traits, indicating the predominance of genetic effects. According to the averages of agronomic descriptors, there were enough agronomic differences which allow the use of these genotypes *per se* or as parents in breeding programs.

Key words: *Carica papaya* L., breeding, genetic variation.

INTRODUÇÃO

O mamoeiro pertence ao gênero *Carica*, que é monotípico e inclui apenas a espécie *Carica papaya* L. (Badillo, 2000). Atualmente, a produção brasileira de mamão é de 1,8 milhão de toneladas, que representa 17,64% do mercado mundial (FAO, 2011). Apesar da expressiva produção, observa-se drástica redução da participação do país no cenário mundial, pois em 1999 respondia por 31,6% deste mercado. A área colhida está em torno de 34.379 hectares, merecendo destaque os estados da Bahia, Espírito Santo, Ceará e Rio Grande do Norte, que são responsáveis por cerca de 92% da produção nacional (IBGE, 2011).

As variedades de mamoeiro mais cultivadas pertencem aos grupos Solo e Formosa. Genótipos do grupo Solo apresentam frutos preferidos no processo de exportação, por apresentarem polpa avermelhada, tamanho pequeno e peso variando de 300 a 650 g, enquanto que os do grupo Formosa possuem polpa laranja- avermelhada e tamanho médio (1000 a 1300 g), sendo formado em sua maioria por híbridos comerciais, mas também podem ser constituídos por linhagens. Contudo, o sistema de produção é baseado no cultivo de um número reduzido de variedades, o que resulta em restrita variabilidade genética. Essa prática pode levar à maior vulnerabilidade às doenças, pragas e variações edafoclimáticas, comprometendo a sustentabilidade desse agronegócio. Assim, a busca pelo aumento da variabilidade genética dos cultivos de mamoeiro, por meio do desenvolvimento de novos genótipos pode garantir maior competitividade e sustentabilidade à cultura.

O melhoramento genético do mamoeiro no Brasil pode, juntamente com boas práticas agrícolas, contribuir para aumentar a disponibilidade de variedades com maior produção, melhoria na qualidade e no aspecto do mamão, permitindo a obtenção de um produto final de melhor qualidade, com redução dos custos de produção e garantia de maior competitividade evitando-se o caráter itinerante que caracteriza a cultura (Dantas & Lima, 2001).

Como o mamoeiro pode ser autopolinizado sem expressiva perda de vigor (Dantas & Lima, 2001), a obtenção de linhagens melhoradas a partir da

autofecundação de populações segregantes ou germoplasma com expressiva variabilidade, é uma técnica viável. Neste sentido, esses genótipos podem ser utilizados *per se* no sistema de produção, por não apresentarem segregação e possuírem estabilidade fenotípica, ou na produção de híbridos.

O desenvolvimento de variedades de mamoeiro com boas características agronômicas e morfológicas é um grande desafio para os melhoristas da cultura, haja vista que essas características não estão presentes em um único genótipo. Entretanto, o conhecimento da variabilidade genética disponível no germoplasma da espécie e em materiais melhorados, permite a indicação de potenciais genitores que reúnam o máximo das características de importância econômica, para direcionamento dos cruzamentos nos programas de melhoramento, bem como para registro e recomendação como cultivares.

Alta variação fenotípica para características morfológicas e agronômicas, como tamanho e forma dos frutos, cor da polpa, sabor e doçura, duração do período juvenil, altura da planta e ausência ou número mínimo de frutos carpelóides, tem sido relatada na literatura (Kim et al., 2002; Ocampo et al., 2006; Oliveira et al., 2010). Também se observam baixos níveis de variação genética para resistência a fungos e doenças viróticas (Nishijima, 1994).

A melhoria de determinadas características agronômicas depende do conhecimento básico sobre seu modo de herança, sobre a variabilidade genética disponível para o melhoramento, bem como das estimativas dos parâmetros genéticos. Estas informações indicam as melhores estratégias de seleção para maximização dos ganhos genéticos (Silva et al., 2008a). Como estudos desta natureza em germoplasma nacional e materiais melhorados são escassos e devem ser investigados para subsidiar ações dos programas de melhoramento e do sistema de registro e proteção de cultivares, o objetivo deste trabalho foi promover a avaliação morfoagronômica de cultivares, linhagens melhoradas e variedades locais de mamoeiro, com o uso de descritores quantitativos e estimar parâmetros genéticos para estes descritores.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 27 genótipos de mamoeiro, dentre cultivares, germoplasma melhorado, variedades locais e linhagens pertencentes ao programa de melhoramento genético da Embrapa Mandioca e Fruticultura (Tabela 1). O ensaio foi instalado em Cruz das Almas, BA, Brasil (12°48'38"S e 39°6'26"W), na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em julho de 2009. Utilizou-se o delineamento em blocos aumentados, com três testemunhas ('Calimosa', 'Golden' e 'Sunrise Solo') e oito repetições. Os genótipos foram constituídos por uma linha com oito plantas. O plantio foi realizado no espaçamento de 2,0 x 2,0 metros, seguindo-se todos os tratamentos culturais recomendados para a cultura (Martins & Costa, 2003).

Embora o mamoeiro apresente três formas sexuais básicas, ou seja: plantas masculinas, femininas e hermafroditas, o mercado consumidor, sobretudo nos grandes centros de comercialização, prefere frutos provenientes de plantas hermafroditas. Assim, a sexagem foi realizada aos quatro meses de idade, com a eliminação das plantas femininas e masculinas, de forma que somente as plantas hermafroditas fossem avaliadas.

A avaliação foi realizada com uso de 30 descritores quantitativos, que fazem parte da lista de descritores proposta para o mamoeiro (Dantas et al., 2000), quais sejam: 1) Altura da planta aos 8 meses (m) - distância entre a superfície do solo, contígua ao colo da planta, e o ponto da inserção da folha mais nova (AP8); 2) Diâmetro do caule aos 8 meses (cm) - avaliado no início da produção, a 20 cm do solo (DC8); 3) Altura da planta aos 12 meses (m) - distância entre a superfície do solo, contígua ao colo da planta, e o ponto da inserção da folha mais nova (AP12); 4) Diâmetro do caule aos 12 meses (cm) - avaliado no início da produção, a 20 cm do solo (DC12); 5) Comprimento médio dos internódios - valor médio dos nós, do solo até a altura dos primeiros frutos (cm) (DINT); 6) Altura dos primeiros frutos (cm) - avaliada no início da produção, a partir da superfície do solo, contígua ao colo da planta, até o ponto de inserção do primeiro fruto (APFR); 7) Comprimento das folhas (cm) - medida do maior comprimento da base da nervura central do lóbulo mediano até sua extremidade

(CFO); 8) Largura das folhas (cm) - medida da maior largura das folhas (LFO); 9) Razão entre comprimento e largura das folhas (RCFO-LFO); 10) Comprimento do pecíolo da folha (cm) - avaliado no início da produção, em folhas maduras antes da senescência (CPEC); 11) Comprimento da corola da flor (cm) - corresponde à distância entre a base e o ápice da corola de flores hermafroditas funcionais e completamente desenvolvidas (CCOR); 12) Número de flores por inflorescência - determinado pela contagem das flores funcionais presentes nas axilas dos pedúnculos das inflorescências (NFL-INFL); 13) Comprimento do pedúnculo da inflorescência (cm) - determinado tomando-se o comprimento de cinco inflorescências basais mais velhas, em cada planta (CPE-INFL); 14) Diâmetro do fruto (cm) - medida correspondente ao maior diâmetro dos frutos (DFR); 15) Comprimento do fruto (cm), medindo o comprimento do fruto, com o uso do paquímetro (CFR); 16) Razão entre comprimento e diâmetro de frutos (RCFR-DFR); 17) Massa do fruto (g) - corresponde à pesagem dos frutos (PFR); 18) Comprimento do pedúnculo do fruto (cm) - corresponde à distância entre a base do fruto até a inserção do pedúnculo no tronco da planta (CPE-FR); 19) Sólidos solúveis - medido em °brix, com auxílio de refratômetro manual (SS); 20) Acidez titulável - expressa em gramas de ácido cítrico por 100 g de suco (AT); 21) Razão entre SS e AT (RSS-AT); 22) pH do fruto (PH); 23) Comprimento da cavidade central do fruto (cm) - medida tomada com o auxílio de paquímetro digital (CCAV-FR); 24) Firmeza do fruto (FIR-FR) - medida em libras, utilizando penetrômetro manual modelo FT 327 (McCormick Fruit Tech, Yakima, EUA); 25) Espessura da casca do fruto (cm) - medida tomada com o auxílio de paquímetro digital (ECAS-FR); 26) Massa fresca das sementes (g) - avaliada mediante peso de sementes frescas, com o auxílio da balança analítica (PFSE); 27) Massa seca das sementes (g) - peso de sementes secas em estufa a 37°C, por 48 horas, com o auxílio de balança analítica (PSSE); 28) Comprimento das sementes (cm) - medida de 20 sementes, efetuada com o auxílio do paquímetro digital (CSE); 29) Diâmetro das sementes (cm) - medida de 20 sementes, efetuada com o auxílio do paquímetro digital (DSE) e 30) Razão entre o comprimento e o diâmetro das sementes (RCSE-DSE).

Tabela 1. Identificação e origem dos 27 genótipos de mamoeiro avaliados. Cruz das Almas, BA, 2011.

Genótipo	Tipo	Denominação	Classificação	Origem
CMF008	Germoplasma melhorado	DCG593-10	Formosa	Malásia
CMF012	Germoplasma melhorado	DCG595-6	Formosa	Malásia
CMF018	Germoplasma melhorado	DCG424-6	Solo	Taiwan
CMF020	Germoplasma melhorado	DCG424-4	Formosa	Brasil
CMF021	Cultivar	Solsun	Formosa	Taiwan
CMF024	Cultivar	Conchita	Formosa	Costa Rica
CMF041	Germoplasma melhorado	JS12	Formosa	Brasil
CMF065	Germoplasma melhorado	K77xJSI2	Solo	Brasil
CMF087	Cultivar	Waimanalo	Solo	Havaí
CMF088	Cultivar	Kapoho purple	Formosa	Havaí
CMF092	Cultivar	Kapoho Green	Solo	Havaí
CMF123	Cultivar	Vermelho Thai	Formosa	Tailândia
CMF154	Cultivar	Maradol	Formosa	Guatemala
CMF230	Variedade local	Ouromel	Solo	Brasil
CMF233	Variedade local	BS-Gondo	Solo	Brasil
CMF234	Variedade local	BS-SF	Solo	Brasil
CMF235	Variedade local	JTA	Solo	Brasil
CMF-L12-08	Linhagem	–	Formosa	Brasil
CMF-L30-08	Linhagem	–	Solo	Brasil
CMF-L48-08	Linhagem	–	Solo	Brasil
CMF-L62-08	Linhagem	–	Formosa	Brasil
CMF-L75-08	Linhagem	–	Formosa	Brasil
CMF-L88-08	Linhagem	–	Formosa	Brasil
CMF-L90-08	Linhagem	–	Formosa	Brasil
Testemunha	Híbrido	Calimosa	Formosa	Brasil
Testemunha	Cultivar	Golden	Solo	Brasil
Testemunha	Cultivar	Sunrise	Solo	Brasil

As mensurações dos caracteres relacionadas às flores e frutos foram realizadas aos 12 meses após o plantio. Foram tomadas as médias de 10 flores por planta e coletados oito frutos por genótipo (um fruto por planta). Na análise, foram colhidos aleatoriamente oito frutos, no estágio 2 de amadurecimento, (fruto

com até 25% da superfície amarela) e as análises físico-químicas foram realizadas quando os frutos atingiram o estágio 5 (fruto com 100% da superfície amarela). Esses frutos foram retirados preferencialmente de plantas hermafroditas. Para os caracteres relacionados as folhas foram avaliados três folhas por planta, no início da produção.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, de acordo com o modelo: $Y_{ij} = m + t_i + B_j + e_{ij}$, em que: Y_{ij} é o valor da característica para a i -ésima testemunha no j -ésimo bloco; m é a média geral do experimento; t_i é o efeito do i -ésimo tratamento, que pode ser decomposto em $T_i =$ efeito da i -ésima testemunha, com $i = 1, 2, \dots, t$ e $G_i^j =$ efeito do i -ésimo genótipo, com $i = 1, 2, \dots, g_j$; B_j é o efeito do j -ésimo bloco; e_{ij} é o erro aleatório. Em seguida foram estimados os parâmetros genéticos. As médias de genótipos foram comparadas pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do Programa Genes (Cruz et al., 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância foi realizada para cada um dos 30 descritores quantitativos, observando-se a existência de diferenças estatísticas significativas entre as médias dos genótipos. Com base no teste F, foram observadas diferenças significativas a 1% de probabilidade (Tabela 2).

O coeficiente de variação experimental variou entre 3,09 e 50,29%. De acordo com Gomes (1985), os descritores relacionados aos frutos (PFR e FIR-FR), sementes (PSSE e PFSE) e flores (NFL-INFL) apresentaram coeficientes de variação acima de 30% e, portanto, foram classificados como muito altos. O descritor RSS-AT foi classificado como alto (CV = 22,06%). Entretanto, mesmo com alto CV nesses descritores observaram-se diferenças significativas para os genótipos avaliados (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância dos descritores quantitativos, com as respectivas amplitudes, coeficiente de variação experimental (Cve); genotípico (CVg) e relação entre o coeficiente de variação genotípico e residual (CVg/Cve), variância fenotípica (σ_f^2), genotípica (σ_g^2); e herdabilidade do caráter no sentido amplo (h^2), avaliados em 27 genótipos de mamoeiro. Cruz das Almas, BA, 2011.

Descritor ¹	QM Gen	Mínimo		σ_f^2	σ_g^2	h^2	Cve (%)	Cvg (%)	Cvg/Cve
		o	Máximo						
AP8 (m)	1,26**	0,65	3,80	0,157	0,150	95,41	11,55	18,63	1,61
AP12 (m)	1,60**	1,20	3,87	0,199	0,191	95,55	9,97	16,34	1,64
APFR (cm)	3709,02**	52,00	192,00	463,627	441,334	95,19	10,69	16,81	1,57
DC8 (cm)	15,23**	3,30	16,10	1,903	1,531	80,46	15,83	11,36	0,72
DC12 (cm)	15,92**	5,40	18,00	1,990	1,609	80,88	14,67	10,67	0,73
DINT (cm)	1,63**	1,65	4,80	0,203	0,193	94,89	10,95	16,70	1,52
CFO (cm)	230,87**	27,00	64,50	28,859	26,829	92,97	9,13	11,73	1,29
LFO (cm)	562,26**	41,00	99,00	70,282	65,065	92,58	9,50	11,86	1,25
RCFO-LFO	0,01**	0,53	0,76	0,0006	0,0005	76,82	5,30	3,41	0,64
CPEC (cm)	1161,81**	39,00	119,00	145,227	135,318	93,18	10,48	13,69	1,31
NFL-INFL	59,73**	1,00	18,00	7,466	6,754	90,47	41,62	45,33	1,09
CCOR (cm)	343,40**	24,40	59,20	42,925	42,283	98,51	6,20	17,81	2,87
CPE-INFL (cm)	162,09**	8,60	32,60	20,261	20,068	99,05	6,73	24,24	3,60
CPE-FR (cm)	20,02**	2,43	11,07	2,502	2,379	95,06	17,73	27,50	1,55
PFR (g)	1,78**	0,15	2,45	0,222	0,213	95,94	31,16	53,58	1,72
CFR (cm)	93,43**	9,20	28,70	11,678	11,166	95,61	11,72	19,34	1,65
DFR (cm)	40,42**	5,50	17,30	5,053	4,890	96,77	11,40	22,08	1,94
RCFR-DFR	0,53**	1,10	2,76	0,0663	0,0600	90,50	12,76	13,92	1,09
ECAS-FR (cm)	0,0007**	0,07	0,22	0,0001	0,0001	66,15	13,52	6,68	0,49
CCAV-FR (cm)	26,19**	2,74	11,55	3,274	3,174	96,95	15,67	31,21	1,99
FIR-FR	1,33**	0,20	4,40	0,166	0,100	60,48	50,29	22,00	0,44
AT	0,0021**	0,04	0,18	0,0003	0,0002	89,76	19,39	20,29	1,05

Tabela 2. Resumo da análise de variância dos descritores quantitativos, com as respectivas amplitudes, coeficiente de variação experimental (CVe); genotípico (CVg) e relação entre o coeficiente de variação genotípico e residual (CVg/CVe), variância fenotípica (σ_f^2), genotípica (σ_g^2); e herdabilidade do caráter no sentido amplo (h^2), avaliados em 27 genótipos de mamoeiro. Cruz das Almas, BA, 2011.

(Continuação)

SS	9,87**	5,00	13,00	1,234	0,986	79,91	14,55	10,26	0,71
RSS-AT	7106,60**	40,10	278,40	888,325	772,759	86,99	22,06	20,17	0,91
PH	0,11**	4,68	5,92	0,014	0,011	74,91	3,09	1,89	0,61
PFSE (g)	5524,06**	6,48	173,00	690,508	654,736	94,82	38,61	58,40	1,51
PSSE (g)	183,12**	2,71	32,29	22,890	21,925	95,79	30,50	51,42	1,69
CSE (cm)	0,0112**	0,47	0,71	0,0014	0,0012	88,22	6,32	6,12	0,97
DSE (cm)	0,0101**	0,32	0,59	0,0013	0,0011	86,24	9,04	8,00	0,89
RCSE-									
DSE	0,0377**	1,15	1,72	0,0047	0,0037	79,47	6,28	4,37	0,70

[†]AP8 = Altura da planta aos 8 meses; AP12 = Altura da planta aos 12 meses; APFR = Altura dos primeiros frutos; DC8 = Diâmetro do caule aos 8 meses; DC12 = Diâmetro do caule aos 12 meses; DINT = Comprimento médio dos internódios; CFO = Comprimento das folhas; LFO = Largura das folhas; RCFO-LFO = Razão entre comprimento e largura das folhas; CPEC = Comprimento do pecíolo da folha; NFL-INFL = Número de flores por inflorescência; CCOR = Comprimento da corola da flor; CPE-INFL = Comprimento do pedúnculo da inflorescência; CPE-FR = Comprimento do pedúnculo do fruto; PFR = Massa do fruto; CFR = Comprimento do fruto; DFR = Diâmetro do fruto; RCFR-DFR = Razão entre comprimento e diâmetro de fruto; ECAS-FR = Espessura da casca do fruto; CCAV-FR = Comprimento da cavidade central do fruto; FIR-FR = Firmeza do fruto, medida em libras; AT = Acidez titulável, expressa em gramas de ácido cítrico por 100 g; SS = Sólidos solúveis, medido em °brix; RSS-AT = Razão entre SS e AT; PH = pH do fruto; PFSE = Massa fresca das sementes; PSSE = Massa seca das sementes; CSE = Comprimento das sementes; DSE = Diâmetro das sementes; RCSE-DSE = Razão entre o comprimento e a diâmetro das sementes; QM Gen = quadrado médio de genótipo; **, significativo a 1% pelo teste F.

Por outro lado, para 80% dos descritores os CVe ficaram abaixo de 20%, indicando boa precisão experimental, sendo classificados como de baixa a média precisão (Tabela 2). Resultados semelhantes foram observados na análise de características relacionadas à qualidade fisiológicas das sementes, onde os CV foram considerados de baixa a média precisão (Cardoso et al., 2009), bem como para características morfoagronômicas do mamoeiro, em que observaram-se CVe classificados como baixos a muito altos (Silva et al., 2007; 2008b).

O coeficiente de variação genética (CVg), calculado como a razão entre o desvio padrão genético e a média da população em porcentagem, foi bastante elevado para os descritores NFL-INFL, CPE-FR, PFR, CCAV-FR, PFSE e PSSE. Isso indica alta variação genética encontrada entre os genótipos para estas

características, dentro do componente de variação experimental, uma vez que quatro destas características também apresentaram alto CVe (Tabela 2). O CVg constitui-se em um indicador importante da grandeza relativa das mudanças possíveis que podem ser conseguidas em cada descritor, por meio da seleção, e sua variação tem sido relatada em outros trabalhos com a cultura do mamoeiro; 12,31 a 60,54%, para as características comprimento do pecíolo das folhas e número de frutos por planta (Oliveira et al., 2010) e 5,39 e 124,21 para diâmetro do caule aos 260 dias após plantio e número de frutos pentândricos, respectivamente (Silva et al., 2007).

A relação entre CVg/CVe foi menor que a unidade para as características FIR-FR, ECAS-FR, PH, RCFO-LFO, RCSE-DSE, SS, DC8, DC12, DSE, RSS- AT e CSE. Esses resultados sugerem que a variabilidade genética foi baixa ou ocorreu predominância da variância ambiental. Embora tenha sido observado relação CVg/CVe abaixo da unidade, as estimativas de herdabilidade no sentido amplo para as características supracitadas foram de média a alta magnitude, com variação de 60,48% (FIR-FR) a 88,22% (CSE) (Tabela 2).

Especialmente no caso da firmeza de frutos, espessura da casca do fruto e teor de sólidos solúveis, que são características de grande importância agrônômica e primária no processo de seleção de genótipos superiores, essas informações indicam que métodos de melhoramento mais simples como a seleção massal podem não permitir a obtenção de ganhos contínuos ao longo do tempo.

Por outro lado, para 63% das características avaliadas a relação entre CVg/CVe foi maior que a unidade, indicando predominância de efeitos genéticos, especialmente para características da planta como APFR, AP8 e AP12, que influenciam diretamente na colheita, haja vista que plantas de menor estatura facilitam este processo. As características CFR, PFR, DFR e CCAV-FR, também são importantes por influenciar no padrão de frutos a ser comercializado, ambos com h^2 acima de 95%. No caso do mamão do tipo Solo, frutos com calibre 15/18 são mais valorizados no mercado e, portanto, deve ser o foco da pesquisa relacionada ao desenvolvimento de novas cultivares, com a aplicação de métodos simples de melhoramento.

Silva et al. (2008b) observaram que a relação entre CVg/CVe foi menor do que a unidade apenas para três das 28 características avaliadas (número de

flores normais, número de frutos pentândricos e número de frutos comerciais), indicando ampla variabilidade genética nas populações segregantes avaliadas.

Os altos valores das herdabilidade sugerem que, havendo interesse dos programas de melhoramento, há possibilidade de ganhos expressivos no processo de seleção para a maioria dos descritores, refletindo uma situação muito favorável à seleção (Tabela 2). Esses resultados são consistentes com as estimativas de herdabilidade no sentido restrito em populações segregantes, cujos valores variaram de 60,42% para número de frutos por planta e 84,10% para peso de frutos, apontando alta viabilidade do emprego de métodos simples de seleção em populações segregantes (Cattaneo et al., 2005). Entretanto, em estudo realizado em Guadalupe, Venezuela, Granada e Trinidad e Tobago, a seleção realizada em germoplasma local indicou alta herdabilidade para resistência a doenças, porém a alta heterogeneidade desse material não permitiu produção uniforme e com boas características organolépticas de frutos, sendo necessário o desenvolvimento de um programa de melhoramento genético que combinasse a resistência à bacteriose com boa qualidade de frutos (Ocampo et al., 2006).

Silva et al. (2008b) também obtiveram estimativas de herdabilidade acima de 80% para diversas características morfoagronômicas do mamoeiro como altura de plantas; diâmetro de caule; altura de inserção dos primeiros frutos; número de flores (totais, carpelóides, pentândricas); número de frutos (normais, carpelóides, pentândricos); massa, comprimento e diâmetro de frutos; produção; firmeza interna e externa dos frutos.

Dentre os componentes da variância, observou-se maior participação da variância genotípica em todas as características estudadas (Tabela 2), indicando que a maior participação da variação fenotípica é respondida pela variação genética. Segundo Cruz & Carneiro (2003), a utilização de parâmetros genéticos no melhoramento de plantas permite a identificação da variabilidade genética da população, bem como a análise da eficiência das estratégias de melhoramento utilizadas para maximizar os ganhos e ao mesmo tempo manter a base genética da população.

As médias dos descritores foram comparadas pelo método de Scott-Knott (Tabela 3), com formação de três a sete grupos distintos. Com relação à altura das plantas, observou-se uma tendência de crescimento linear entre os 8 e 12

meses de plantio. Os genótipos Sunrise e CMF018 apresentaram a maior altura de planta (acima de 3,32 m). Por outro lado, os genótipos CMF008, CMF154, CMF020, L90-08, CMF041 e L75-08 revelaram altura da planta inferior a 2,30 m. Essa característica possui importância agrônômica, pois a colheita é facilitada em plantas de menor porte. Além disso, de acordo com Nakasone & Lamoureux (1982), plantas muito altas são indesejáveis por apresentarem internódios muito longos e com isso maior espaço entre frutos, menor produtividade e longevidade de produção.

Por outro lado, ao analisar a altura dos primeiros frutos, observou-se que tanto genótipos de porte baixo (CMF008), medianos (CMF020 e CMF154) e altos (CMF018, CMF088 e CMF123) apresentaram frutificação mais próxima ao solo (Tabela 3). Segundo Marin et al. (2006), os programas de melhoramento genético do mamoeiro devem visar a redução da altura de inserção dos frutos para uma utilização mais intensa do caule na planta para a produção de frutos.

Com relação ao diâmetro do caule, verificou-se ampla variação entre aqueles com maior diâmetro, acima de 12,99 cm (CMF123, CMF234, L 88-08, L 90-08, CMF024, CMF065, Sunrise e CMF018), e aqueles com menor diâmetro (CMF008 e CMF041), com variação de 7,99 a 9,03. Os trabalhos de Fraife Filho et al. (2001) e Silva et al. (2007) sugerem que a seleção de plantas de mamoeiro com maior diâmetro do caule pode resultar em plantas mais produtivas, em virtude da alta correlação genética entre essas características. Portanto, este descritor pode ser utilizado para compor índices de seleção em programas de melhoramento genético.

Onze genótipos apresentaram menor DINT (CMF087, CMF235, CMF123, CMF018, CMF008, CMF234, CMF020, L48-08, CMF088, L30-08 e Calimosa) (Tabela 3).

O maior comprimento de folhas foi acompanhado pela maior largura, sobretudo nos genótipos CMF020, CMF021, CMF154, L62-08, Calimosa, CMF123 e L12-08. A exceção a esta tendência foi observada na linhagem L30-08 e germoplasma melhorados (CMF041 e CMF065) (Tabela 4). A maior cobertura foliar está relacionada à maior taxa fotossintética, que pode levar a maior produção, mantendo-se o índice de colheita. Estes caracteres variaram na formação de 3 a 9 grupos divergentes.

Tabela 3. Média dos descritores relacionados à planta, avaliados em 27 genótipos de mamoeiro. Cruz das Almas, BA, 2011.

Genótipos	Descritores ¹											
	AP8 (m)		AP12 (m)		APFR (cm)		DC8 (cm)		DC12 (cm)		DINT (cm)	
Calimosa	1,88	d ²	2,45	d	130,86	c	10,69	b	12,36	b	2,43	d
CMF008	1,24	g	1,63	g	60,67	e	6,23	c	7,99	d	2,17	d
CMF012	2,48	c	3,11	b	162,50	a	10,85	b	12,29	b	2,68	c
CMF018	2,61	b	3,32	a	96,50	d	12,90	a	13,98	a	2,17	d
CMF020	1,78	e	2,15	e	104,50	d	10,08	b	10,70	c	2,25	d
CMF021	2,01	d	3,00	b	121,54	c	10,10	b	11,38	b	3,89	a
CMF024	3,05	a	3,24	b	160,69	a	13,19	a	13,39	a	2,69	c
CMF041	1,90	d	2,21	e	121,00	c	10,20	b	9,03	d	2,74	c
CMF065	2,08	d	3,05	b	128,86	c	12,29	a	13,66	a	2,88	c
CMF087	2,27	c	3,11	b	141,57	b	11,60	a	12,37	b	1,93	d
CMF088	2,06	d	2,66	c	97,00	d	9,80	b	11,36	b	2,30	d
CMF092	2,44	c	3,22	b	144,25	b	11,34	a	12,51	b	2,64	c
CMF123	2,24	c	2,87	c	105,38	d	11,60	a	12,86	a	2,15	d
CMF154	1,51	f	2,04	f	101,17	d	9,56	b	10,47	c	2,76	c
CMF230	1,79	e	2,46	d	125,38	c	10,13	b	11,11	b	2,73	c
CMF233	2,41	c	2,77	c	131,25	c	10,84	b	11,76	b	2,51	c
CMF234	2,42	c	2,81	c	133,75	c	12,25	a	12,94	a	2,24	d
CMF235	2,01	d	2,43	d	129,20	c	11,12	a	11,70	b	2,13	d
Golden	2,36	c	2,71	c	141,00	b	11,21	a	11,84	b	2,75	c
L12-08	1,79	e	2,43	d	125,83	c	10,25	b	12,08	b	3,12	b
L30-08	1,91	d	2,45	d	122,13	c	10,63	b	11,46	b	2,41	d
L48-08	1,71	e	2,39	d	120,25	c	10,31	b	12,38	b	2,27	d
L62-08	1,96	d	2,76	c	138,43	b	10,79	b	11,54	b	3,21	b
L75-08	1,68	e	2,30	e	119,38	c	9,69	b	9,94	c	2,76	c
L88-08	2,14	d	2,82	c	147,14	b	11,69	a	12,99	a	3,27	b
L90-08	1,73	e	2,20	e	119,13	c	11,95	a	13,10	a	3,38	b
Sunrise	2,68	b	3,53	a	144,67	b	12,88	a	13,87	a	2,56	c

¹AP8 = Altura da planta aos 8 meses; AP12 = Altura da planta aos 12 meses; APFR = Altura dos primeiros frutos; DC8 = Diâmetro do caule aos 8 meses; DC12 = Diâmetro do caule aos 12 meses; DINT = Comprimento médio dos internódios; ²Genótipos com médias seguidas por mesma letra não diferem pelo teste Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade de erro.

De acordo com Somsri (1999), os descritores altura da planta, altura da primeira flor funcional, forma da folha, comprimento do pecíolo e número de nós até a primeira flor funcional foram úteis na identificação de cultivares de mamoeiro, enquanto que altura da planta e número de nós até a primeira flor indicaram alta correlação com o sexo das plantas, distinguindo as plantas femininas, masculinas e hermafroditas.

Tabela 4. Média dos descritores relacionados às folhas, flores e inflorescências, avaliados em 27 genótipos de mamoeiro. Cruz das Almas, BA, 2011.

Genótipos	Descritores ¹													
	CFO (cm)		LFO (cm)		RCFO-LFO		CPEC (cm)		NFL-INFL		CCOR (cm)		CPE-INFL (cm)	
Calimosa	50,10	a ²	78,29	a	0,64	b	96,86	a	7,86	b	38,14	f	25,54	b
CMF008	36,85	d	54,12	d	0,68	a	62,89	e	11,58	a	48,07	c	24,91	b
CMF012	46,08	b	68,17	c	0,68	a	74,50	d	1,00	d	53,75	a	18,04	f
CMF018	41,08	c	61,93	c	0,67	a	64,50	e	5,67	c	36,53	g	21,70	c
CMF020	50,28	a	75,76	a	0,67	a	93,88	b	6,13	c	38,30	f	20,23	d
CMF021	48,52	a	77,06	a	0,64	b	97,92	a	2,00	d	44,67	d	19,00	e
CMF024	46,29	b	68,23	c	0,69	a	83,77	c	1,00	d	51,28	b	18,64	e
CMF041	32,83	d	54,00	d	0,61	c	63,67	e	4,67	c	28,33	i	25,53	b
CMF065	42,69	c	70,21	b	0,61	c	89,57	b	5,43	c	34,71	g	20,40	d
CMF087	34,57	d	54,29	d	0,64	b	73,57	d	5,71	c	37,37	f	17,37	f
CMF088	39,48	c	60,78	c	0,65	a	68,00	e	3,38	d	39,93	e	19,50	e
CMF092	37,58	d	57,06	d	0,66	a	71,25	d	5,50	c	41,08	e	18,58	e
CMF123	52,23	a	79,93	a	0,65	a	91,63	b	7,13	b	34,88	g	20,58	d
CMF154	49,97	a	77,20	a	0,65	b	92,83	b	1,00	d	31,76	h	11,40	k
CMF230	42,80	c	63,99	c	0,67	a	81,75	c	4,50	c	31,38	h	10,65	k
CMF233	44,35	b	62,48	c	0,71	a	81,25	c	6,00	c	35,20	g	15,43	h
CMF234	44,64	b	66,56	c	0,67	a	90,25	b	5,38	c	31,30	h	16,30	g
CMF235	39,70	c	62,48	c	0,64	b	83,60	c	5,00	c	31,36	h	17,56	f
Golden	40,46	c	62,77	c	0,64	b	81,43	c	7,29	b	34,17	g	17,46	f
L12-08	54,09	a	83,05	a	0,65	a	102,48	a	12,75	a	34,52	g	30,64	a
L30-08	43,96	b	75,34	a	0,59	c	92,50	b	5,88	c	34,03	g	16,90	g
L48-08	45,23	b	72,31	b	0,63	b	102,38	a	6,63	b	37,53	f	16,45	g
L62-08	50,20	a	77,93	a	0,64	b	97,86	a	5,71	c	31,40	h	19,37	e
L75-08	43,70	b	66,38	c	0,66	a	88,14	b	5,52	c	28,78	i	12,70	j
L88-08	47,06	b	71,26	b	0,66	a	100,43	a	7,57	b	30,57	h	13,94	i
L90-08	46,98	b	72,23	b	0,65	a	87,25	b	8,38	b	29,73	i	14,03	i
Sunrise	40,63	c	62,82	c	0,65	b	79,50	c	6,17	c	37,20	f	16,20	g

¹CFO = Comprimento das folhas; LFO = Largura das folhas; RCFO-LFO = Razão entre comprimento e largura das folhas; CPEC = Comprimento do pecíolo da folha; NFL-INFL = Número de flores por inflorescência; CCOR = Comprimento da corola da flor; CPE-INFL = Comprimento do pedúnculo da inflorescência; ²Genótipos com médias seguidas por mesma letra não diferem pelo teste Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade de erro.

Os contrastantes em relação ao comprimento do pecíolo são Calimosa, L62-08, CMF021, L88-08, L48-08 e L12-08 (acima de 96,86 cm) e CMF008, CMF041, CMF018 e CMF088 (62,89 a 68,00 cm). Em relação ao NFL-INFL, observou-se que os genótipos CMF008 e L12-08 apresentaram mais de 11 flores por inflorescência, em comparação aos genótipos CMF012, CMF024, CMF154,

CMF021 e CMF088, com menos de três. Ampla variabilidade também foi observada para comprimento da corola (28,33 a 53,75 mm) e comprimento do pedúnculo da inflorescência (10,65 a 30,64 mm) (Tabela 4). Não se observou relação entre estas duas características e a classificação dos genótipos nos grupos Solo e Formosa, haja visto que o material do grupo Formosa tende a ter frutos mais pesados e alongados, e por isso se esperaria flores maiores para esse tipo de fruto.

O comprimento do pedúnculo dos frutos foi bastante variável entre os genótipos avaliados, variando desde 3,75 (CMF087) a 10,71 cm (CMF024). Com relação à massa dos frutos, observou-se a formação de quatro grupos de médias, sendo os genótipos CMF123, CMF024 e CMF012 agrupados com médias variando de 1,82 a 1,89 kg; CMF008, CMF154 e CMF021, com massas de 1,31 a 1,41 kg. Nestes dois agrupamentos de médias, todos os genótipos pertencem ao tipo Formosa. No terceiro agrupamento de médias existem tanto genótipos do tipo Solo (L30-08, CMF233 e L48-08), quanto do grupo Formosa (L62-08, L88-08, CMF041, Calimosa, CMF088, L75-08, CMF020, L12-08 e L90-08), com massas variando de 0,69 a 1,00 kg. Os genótipos CMF230, Golden, CMF234, CMF087, Sunrise, CMF018, CMF092, CMF235 e CMF065, classificados como tipo Solo, apresentaram massas com variação de 0,26 a 0,55 kg (Tabela 5).

A massa de frutos indicou que, dentre os genótipos avaliados existe um potencial para a seleção de plantas para a produção de frutos que atenda tanto o mercado nacional (que exige frutos que pesam entre 0,80 e 1,50 kg), quanto para o mercado externo, que exige um padrão de fruto com massa em torno de 0,50 kg.

Ao analisar acessos de germoplasma oriundos da Venezuela, Ocampo et al. (2006) também observaram alta variabilidade para essa característica, com massas variando de 0,12 a 3,74 kg. Por outro lado, no trabalho de Dantas & Lima (2001), foram observadas massa média de frutos de 0,28 a 0,85 kg para acessos do grupo Solo e 0,71 a 2,2 kg para o grupo Formosa. Os autores ressaltaram que a alta heterogeneidade do material avaliado demonstra alto potencial na seleção visando aumento na massa dos frutos, apesar da marcante influência do ambiente na expressão do caráter. Entretanto, a alta herdabilidade demonstrada no presente trabalho (acima de 95% - Tabela 2), corrobora a possibilidade de sucesso na seleção.

As dimensões dos frutos também foram bastante variáveis, tanto para comprimento [11,70 cm (CMF230) a 24,14 cm (CMF123)], quanto para diâmetro dos frutos [6,91 cm (CMF230) a 15,89 cm (CMF012)]. A classificação do mamoeiro nos tipos Solo e Formosa é bastante subjetiva, quando se trata de genótipos com alta variabilidade para tamanho e formato de frutos, como os avaliados neste trabalho. Apesar disso, os resultados do agrupamento de médias indicam consistência no uso dos descritores PFR, CFR e DFR para classificação dos genótipos de mamoeiro em tipo Solo ou Formosa (Tabela 5).

A espessura da casca dos frutos apresentou menor amplitude dos dados, sendo formados apenas dois agrupamentos de médias, tendo os genótipos CMF230, CMF123 e Golden os maiores valores (0,13 a 0,15 cm) e o restante dos genótipos classificados conjuntamente, sem diferença estatística pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade (variação de 0,10 a 0,12 cm) (Tabela 5).

Os valores para cavidade interna dos frutos variaram de 3,69 a 10,64 cm. Os genótipos com menor diâmetro da cavidade interna foram CMF230, CMF018, L88-08, CMF234, L48-08, Golden, L30-08, L75-08, L90-08 e CMF087 (3,69 a 7,71 cm). Esse descritor está relacionado com a qualidade dos frutos, pois aqueles com menor diâmetro da cavidade interna geralmente apresentam maior quantidade de polpa. Embora de baixa magnitude, observou-se correlação significativa e positiva (0,42) entre espessura da polpa e firmeza de fruto no trabalho de Oliveira et al. (2010).

Observaram-se dois agrupamentos de médias para a firmeza de frutos, um com valores de 1,69 a 2,24 libras para os genótipos L48-08, Golden, CMF041, L12-08, CMF008, CMF020, CMF154, CMF234, CMF024 e L30-08 e outro com valores inferiores a 1,5 libras para os demais genótipos (Tabela 5). A firmeza é um dos principais atributos na avaliação da qualidade do mamão, pois frutos com baixa firmeza apresentam menor resistência ao transporte, armazenamento e manuseio e por consequência na aceitabilidade do produto pelo consumidor final (Fagundes & Yamanishi, 2001). Alguns estudos indicam firmeza de frutos variando de 1,23 a 2,29 libras em variedades do grupo Solo e 3,95 a 6,31 libras em variedades em genótipos do grupo Formosa quando avaliados em diferentes épocas de colheita (Fioravanço et al., 1994; Fagundes & Yamanishi, 2001). No presente trabalho os frutos foram avaliados em estádios mais avançados de maturação (nota 5), sendo portanto esperado que as estimativas de firmeza de

frutos estejam subestimadas quando comparada com os resultados dos trabalhos supracitados.

Os valores de acidez titulável foram muito próximos, apesar da identificação de diferenças significativas entre as médias dos genótipos, com variação de 0,05 a 0,14%. Estes valores foram maiores do que a variação de 0,012 a 0,034%, observada por Alonso et al. (2008) em experimento conduzido em Cuba em frutos das variedades Golden, BH-65, Baixinho de Santa Amália e Sunset. A diferença no ponto de colheita dos frutos pode ter influenciado nestes valores.

Com relação ao teor de sólidos solúveis, os genótipos CMF088, CMF041, CMF234, CMF087, Sunrise, L12-08, L88-08, CMF092 e CMF065 não apresentaram diferenças significativas, sendo observadas variações de 10,35 a 11,53 °brix. Onze genótipos não diferiram estatisticamente por apresentarem médias variando de 9,38 a 10,08 °brix e outros sete genótipos (L30-08, CMF024, Golden, CMF020, CMF008, L75-08 e CMF154) apresentaram as menores médias para SS (7,25 a 9,08 °brix). Os genótipos com maiores valores de SS também apresentaram maiores relações entre SS e AT (Tabela 5). Em germoplasma, esta amplitude é ainda maior, com variação desde 4,6 a 13,3 °brix (Ocampo et al. 2006).

De maneira geral, os valores de SS foram baixos para todos os genótipos, embora com amplitude dentro do observado na literatura, a exemplo de 7,85 a 12,65 °brix na análise de híbridos de mamoeiro (Marin et al., 2006); 5,00 a 16,20 °brix na análise de germoplasma (Oliveira et al., 2010); e 10,24 a 12,27 °brix em populações segregantes (Silva et al., 2008a).

Apesar de muitos dos descritores analisados não apresentarem importância direta para os programas de melhoramento, suas variações podem ser úteis na seleção indireta de genótipos com características desejáveis. Oliveira et al. (2010) indicaram que as características largura das folhas, altura das plantas, número de flores por inflorescência e acidez titulável apresentaram efeitos diretos positivos e significativos para a seleção de plantas com maior número de frutos.

Apesar da significância e separação das médias em dois grupos, não foram observadas grandes variações nos valores de pH da polpa dos frutos. As

estimativas foram de 5,22 a 5,64, não sendo observadas relações diretas com a AT (Tabela 5).

Com relação à massa das sementes, a amplitude dos genótipos foi de 20,52 a 125,40 gramas de sementes frescas e de 5,46 a 24,65 gramas de sementes secas por fruto. A relação entre massa fresca e seca de sementes é linear, sendo que os genótipos CMF012, CMF024 e CMF021 foram aqueles que apresentaram os maiores valores para estes descritores. Embora não apresentem frutos com maior quantidade de sementes, os genótipos CMF018, CMF123, L12-08, CMF008 e Calimosa apresentaram as maiores dimensões de sementes, ou seja, comprimento variando de 0,62 a 0,65 cm e diâmetro de 0,44 a 0,51 cm (Tabela 6).

Tabela 5. Média dos descritores relacionados aos frutos, avaliados em 27 genótipos de mamoeiro. Cruz das Almas, BA, 2011.

Genótipos	Descritores ¹																							
	CPE-FR (cm)		PFR(g)	CFR (cm)		DFR (cm)		RCFR-DFR	ECAS-FR (cm)		CCAV-FR (cm)		FIR-FR		AT	SS	RSS-AT		PH					
Calimosa	6,04	c ²	0,85	c	19,48	d	9,59	f	2,05	a	0,11	b	4,96	f	0,64	b	0,08	b	9,48	b	124,33	b	5,56	a
CMF008	4,91	d	1,31	b	19,70	c	11,87	d	1,70	c	0,10	b	6,89	d	1,80	a	0,14	a	8,59	c	62,46	d	5,44	a
CMF012	7,95	b	1,99	a	20,04	c	15,89	a	1,26	d	0,11	b	10,64	a	1,50	b	0,07	c	9,38	b	144,86	a	5,57	a
CMF018	8,35	b	0,45	d	14,40	e	8,06	g	1,80	b	0,11	b	3,87	g	1,43	b	0,07	c	9,65	b	152,64	a	5,24	b
CMF020	6,33	c	0,95	c	19,01	c	10,25	e	1,86	b	0,11	b	5,43	f	1,85	a	0,09	b	8,15	c	96,66	c	5,40	b
CMF021	5,25	d	1,41	b	17,18	d	14,05	b	1,83	b	0,11	b	5,39	f	1,13	b	0,09	b	10,03	b	132,23	b	5,56	a
CMF024	10,71	a	1,82	a	21,96	b	14,38	b	1,52	c	0,10	b	9,57	b	2,01	a	0,08	b	7,35	c	100,68	c	5,60	a
CMF041	4,86	d	0,82	c	18,24	e	9,33	f	1,76	c	0,12	b	5,42	f	1,75	a	0,07	c	10,38	a	151,79	a	5,37	b
CMF065	6,91	c	0,55	d	14,40	e	8,71	f	1,65	c	0,11	b	4,98	f	1,04	b	0,07	c	11,53	a	185,89	a	5,64	a
CMF087	3,75	e	0,41	d	12,21	f	8,11	g	1,51	c	0,11	b	4,71	g	1,45	b	0,06	c	10,58	a	168,84	a	5,48	a
CMF088	6,39	c	0,87	c	18,98	c	10,13	e	1,90	b	0,12	b	5,94	e	1,36	b	0,07	c	10,35	a	158,69	a	5,41	b
CMF092	5,19	d	0,50	d	14,08	e	8,89	f	1,59	c	0,10	b	5,09	f	1,25	b	0,07	c	11,25	a	171,80	a	5,26	b
CMF123	6,67	c	1,82	a	24,14	a	12,84	c	1,88	b	0,13	a	7,13	d	1,36	b	0,08	b	9,45	b	134,05	b	5,34	b
CMF154	4,79	d	1,33	b	20,05	c	13,23	c	1,52	c	0,11	b	8,41	c	1,99	a	0,09	b	9,08	c	102,28	c	5,31	b
CMF230	3,79	e	0,26	d	11,70	f	6,91	g	1,70	c	0,13	a	3,69	g	1,10	b	0,07	c	9,73	b	145,18	a	5,62	a
CMF233	4,34	e	0,76	c	17,34	d	9,88	e	1,23	d	0,12	b	9,51	b	1,01	b	0,08	b	9,63	b	121,23	b	5,50	a
CMF234	4,43	e	0,40	d	13,00	f	7,73	g	1,73	c	0,11	b	4,49	g	2,00	a	0,06	c	10,48	a	164,15	a	5,48	a
CMF235	4,62	d	0,54	d	14,05	e	9,09	f	1,55	c	0,11	b	4,88	f	0,83	b	0,08	b	9,73	b	131,18	b	5,39	b
Golden	3,89	e	0,39	d	12,53	f	7,86	g	1,60	c	0,15	a	4,55	g	1,70	a	0,07	c	7,95	c	117,88	b	5,59	a
L12-08	5,89	c	0,99	c	21,30	b	9,63	e	2,21	a	0,12	b	5,05	f	1,79	a	0,07	c	10,73	a	163,99	a	5,56	a
L30-08	6,11	c	0,69	c	18,93	c	8,98	f	2,12	a	0,11	b	4,67	g	2,24	a	0,07	c	7,25	c	104,43	c	5,48	a
L48-08	4,47	e	0,78	c	19,29	c	9,11	f	2,15	a	0,11	b	4,53	g	1,69	a	0,09	b	9,98	b	118,18	b	5,35	b
L62-08	5,38	d	0,75	c	16,20	e	8,95	f	1,72	c	0,11	b	5,43	f	1,10	b	0,08	b	10,08	b	133,05	b	5,45	a
L75-08	4,11	e	0,89	c	20,04	c	10,00	e	2,00	a	0,12	b	4,68	g	1,40	b	0,05	c	8,78	c	167,64	a	5,53	a
L88-08	6,13	c	0,81	c	19,84	c	9,61	e	2,07	a	0,11	b	4,49	g	0,90	b	0,06	c	11,18	a	187,35	a	5,22	b
L90-08	5,94	c	1,00	c	20,73	b	10,31	e	2,04	a	0,11	b	4,70	g	1,36	b	0,08	b	9,93	b	124,54	b	5,38	b
Sunrise	4,24	e	0,43	d	13,18	f	8,48	f	1,58	c	0,12	b	5,09	f	1,23	b	0,07	c	10,60	a	156,08	a	5,50	a

CPE-FR = Comprimento do pedúnculo do fruto; PFR = Massa do fruto; CFR = Comprimento do fruto; DFR = Diâmetro do fruto; RCFR-DFR = Razão entre comprimento e diâmetro de fruto; ECAS-FR = Espessura da casca do fruto; CCAV-FR = Comprimento da cavidade central do fruto; FIR-FR = Firmeza do fruto, medida em libras; AT = Acidez titulável, expressa em gramas de ácido cítrico por 100 g; SS = Sólidos solúveis, medido em °brix; RSS-AT = Razão entre SS e AT; PH = pH do fruto; ²Genótipos com médias seguidas por mesma letra não diferem pelo teste Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 6. Média dos descritores relacionados às sementes, avaliados em 27 genótipos de mamoeiro. Cruz das Almas, BA, 2011.

Genótipos	Descritores ¹									
	PFSE (g)		PSSE (g)		CSE (cm)		DSE (cm)		RCSE-DSE	
Calimosa	48,02	d	10,08	c	0,65	a	0,46	b	1,41	b
CMF008	59,65	d	9,57	c	0,64	a	0,51	a	1,26	c
CMF012	90,07	c	19,63	b	0,60	b	0,40	c	1,54	a
CMF018	25,66	e	6,14	d	0,62	a	0,44	b	1,41	b
CMF020	30,09	e	6,82	d	0,57	c	0,43	c	1,36	b
CMF021	125,40	a	24,65	a	0,60	b	0,40	c	1,49	a
CMF024	106,98	b	19,60	b	0,55	c	0,37	d	1,50	a
CMF041	45,89	d	9,01	c	0,59	b	0,39	c	1,51	a
CMF065	24,50	e	6,13	d	0,52	c	0,40	c	1,33	c
CMF087	29,32	e	6,89	d	0,52	c	0,35	d	1,47	a
CMF088	51,77	d	10,80	c	0,57	c	0,40	c	1,43	a
CMF092	23,68	e	5,65	d	0,54	c	0,36	d	1,50	a
CMF123	49,27	d	8,98	c	0,64	a	0,47	b	1,38	b
CMF154	62,71	d	12,38	c	0,55	c	0,38	d	1,45	a
CMF230	24,90	e	5,90	d	0,55	c	0,40	c	1,38	b
CMF233	32,03	e	7,15	d	0,55	c	0,40	c	1,39	b
CMF234	20,52	e	5,46	d	0,56	c	0,41	c	1,37	b
CMF235	28,58	e	7,14	d	0,54	c	0,38	d	1,42	b
Golden	25,45	e	6,71	d	0,55	c	0,40	c	1,38	b
L12-08	54,76	d	9,87	c	0,64	a	0,47	b	1,38	b
L30-08	33,59	e	7,64	d	0,55	c	0,43	b	1,28	c
L48-08	33,90	e	6,77	d	0,60	b	0,44	b	1,36	b
L62-08	42,18	d	7,51	d	0,56	c	0,41	c	1,37	b
L75-08	23,14	e	6,11	d	0,55	c	0,40	c	1,37	b
L88-08	34,63	e	6,56	d	0,56	c	0,42	c	1,36	b
L90-08	27,09	e	6,01	d	0,56	c	0,42	c	1,33	c
Sunrise	29,19	e	6,75	d	0,57	c	0,41	c	1,40	b

¹PFSE = Massa fresca das sementes; PSSE = Massa seca das sementes; CSE = Comprimento das sementes; DSE = Diâmetro das sementes; RCSE-DSE = Razão entre o comprimento e o diâmetro das sementes; ²Genótipos com médias seguidas por mesma letra não diferem pelo teste Scott- Knott em nível de 5% de probabilidade de erro.

Em função da relação entre comprimento e diâmetro de sementes, observa-se que os genótipos CMF008, L30-08, L90-08 e CMF065 tendem a apresentar sementes elípticas, enquanto os genótipos CMF088, CMF154, CMF087, CMF021, CMF092, CMF024, CMF041 e CMF012, sementes alongadas (Tabela 6).

CONCLUSÕES

Os descritores quantitativos avaliados mostraram ampla variação e amplitude dos dados, relacionados à planta, folhas, frutos, flores e sementes do mamoeiro.

Contrariamente à restrita base genética dos plantios comerciais do mamoeiro, observou-se que as cultivares, germoplasma, linhagens melhoradas e variedades locais de mamoeiro, possuem características bastante diferenciadas que podem ser aproveitadas em programas de melhoramento genético.

As estimativas dos parâmetros genéticos revelaram alta herdabilidade para a maioria dos descritores avaliados, podendo estes descritores ser utilizados na discriminação de genótipos quando do registro e proteção de cultivares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, M.; TORNET, Y.; ARANGUREN, M.; RAMOS, R.; RODRÍGUEZ, K.; PASTOR, M.C.R. Caracterización de los frutos de cuatro cultivares de papaya del grupo solo, introducidos en Cuba. **Agronomía Costarricense**, v.32, p.169-175, 2008.

BADILLO, V.M. *Carica* L. vs *Vasconcella* St. Hil. (Caricaceae): con le rehabilitación de este ultimo. **Ernstia**, v.10, p.74-79, 2000.

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

CATTANEO, L.F.; PEREIRA, M.G.; THIEBAUT, J.T.L.; MARIN, S.L.D. Estudo da herança de algumas características do mamoeiro. In: PAPAYA BRASIL, 2, 2005, Vitória. **Anais...** Vitória: Incaper, 2005, p. 298-300.

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

CRUZ, C. D. **Programa Genes** - Estatística Experimental e Matrizes. 1.ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. v.1. 285 p.

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

DANTAS, J.L.L.; PINTO, R.M.S.; LIMA, J.F.; FERREIRA, F.R. Catálogo de germoplasma de mamão (*Carica papaya* L.). Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. 40p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura, **Documentos, 94**).

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

FAO Agriculture. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 10 Abr. 2011.

FIORAVANÇO, J.C.; PAIVA, M.C.; CARVALHO, R.I.N. de.; MANICA, I. Características do mamão Formosa comercializado em Porto Alegre de outubro/91 a junho/92. **Ciência Rural**, v.24, p.519-522, 1994.

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

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. São Paulo: ESALQ/USP, 1985. 467p.

IBGE. Banco de Dados Agregados. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 23 abril. 2011.

KIM, M.; MOORE, P.; ZEE, F.; FITCH, M.M.M.; STEIGER, D.; MANSHARDT, R.; PAULL, R.; DREW, R.; SEKIOKA, T.; MING, R. Genetic diversity of *Carica papaya* as revealed by AFLP markers. **Genome**, v.45, p.503-512, 2002.

MARIN S.L.D., PEREIRA M.G., AMARAL JUNIOR A.T., MARTELLETO L.A., IDE C.D. Heterosis in papaya hybrids from partial diallel of “Solo” and “Formosa” parents. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.6, p.24-29, 2006.

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

NAKASONE, H.Y.; LAMOUREUX, C. Transitional forms of hermaphroditic papaya flowers leading to complete maleness. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.107, p.589-592, 1982.

NISHIJIMA, W. **Papaya**. In: PLOETZ, R.C. (ed) Compendium of tropical fruit disease, APS, St. Paul, Minnesota, 1994, p.56-70.

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

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

SILVA, F.F.; PEREIRA, M.G.; RAMOS, H.C.C.; DAMASCENO JUNIOR, P.C.; PEREIRA, T.N.S.; GABRIEL, A.P.C.; VIANA, A.P.; FERREGUETTI, G.A. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.8, p.1-8, 2008b.

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

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

SOMSRI, S. Improvement of papaya (*Carica papaya* L.) for South-East Queensland: investigation of sex-type and fruit quality. **Australian New Crops Newsletter**, v.11, p.25.2, 1999.

CAPÍTULO 2

SELEÇÃO DE DESCRITORES MORFOAGRONÔMICOS PARA CARACTERIZAÇÃO DE CULTIVARES DE MAMOEIRO

SELEÇÃO DE DESCRITORES MORFOAGRONÔMICOS PARA CARACTERIZAÇÃO DE CULTIVARES DE MAMOEIRO

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi definir uma lista de descritores suficiente e mínima para distinguir genótipos de mamoeiro de forma rápida e precisa. Para isso, foram avaliados 30 descritores quantitativos e 21 multicategóricos, relacionados a características da planta, folhas, flores, frutos e sementes em 27 genótipos de mamoeiro, incluindo cultivares, variedades locais e linhagens melhoradas. Os descritores quantitativos foram submetidos à análise de componentes principais e a seleção dos descritores foi realizada com base nos métodos de Singh e seleção direta, enquanto os descritores qualitativos foram analisados por correlação. Quinze e 18 descritores quantitativos foram descartados pelos métodos de Singh e seleção direta, respectivamente. Entretanto, considerando a análise simultânea destas metodologias, 60% destes descritores foram selecionados por maximizar a variação total dos genótipos. Quanto aos descritores multicategóricos, seis foram monomórficos e dois mostraram-se altamente correlacionados com outras características, sendo descartados. Os descritores mínimos selecionados possuem alto potencial de discriminação, quando analisados conjuntamente. Com isso, a lista de descritores mínimos do mamoeiro para fins de proteção de variedades e classificação dos genótipos foi constituída por 18 características quantitativas e 13 multicategóricas, com alta contribuição para a variação total e baixa correlação com as demais. O descarte de descritores não ocasionou perda de informação, e os descritores diâmetro do caule, comprimento e diâmetro dos frutos, comprimento do pedúnculo da inflorescência, espessura da casca do fruto, largura das folhas, peso seco e fresco de sementes, razão entre comprimento e diâmetro dos frutos e entre sólidos solúveis e acidez titulável foram os que mais contribuíram para os três primeiros componentes principais.

Palavras chave: *Carica papaya* L., análise multivariada, componente principal, proteção de cultivares.

SELECTION OF MORPHOAGRONOMIC DESCRIPTORS FOR CHARACTERIZATION OF PAPAYA CULTIVARS

ABSTRACT: The objective of this work was to define a list of minimal descriptors, sufficient to distinguish papaya genotypes quickly and accurately. Thus, 27 papaya genotypes, including cultivars, landraces and improved lines, were assessed for 30 quantitative and 21 multicategoric descriptors related to the plant, leaves, flowers, fruits and seeds. The quantitative descriptors were subjected to principal components analysis, and the selection of descriptors was based on the methods of Singh and direct selection, while the qualitative descriptors were analyzed by correlation. Fifteen and 18 quantitative descriptors were discarded by the methods of Singh and direct selection, respectively. However, considering the simultaneous analysis of these methods, 60% of these descriptors were selected by maximizing the total variation of genotypes. As for multicategoric descriptors, six were monomorphic and two were highly correlated with other characteristics, being discarded. The minimum descriptors selected have a high potential for discrimination when analyzed together. Therefore, the list of minimal descriptors of papaya for plant protection and classification of genotypes consisted of 18 quantitative traits and 13 multicategoric, with high contribution to the total variance and low correlation with the other. Discarding descriptors did not cause loss of information, and the descriptors trunk diameter, fruit length and width, the inflorescence peduncle length, fruit peel thickness, width of leaves, fresh and dry weight of seeds, the ratio between fruit length and width, and between soluble solids and titratable acidity were the main contributors to the first three principal components.

Key words: *Carica papaya* L., multivariate analysis, principal component, plant protection.

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma das fruteiras mais cultivadas e consumidas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo (FAO, 2011). É uma cultura de expressiva importância para o Brasil, que é um dos principais produtores da fruta, com produção de 1,8 milhão de toneladas em 2009, participando com 17,64% do mercado mundial (FAO, 2011). Além disso, possui grande importância social por ser uma cultura geradora de emprego e renda, absorver mão-de-obra durante o ano todo, tendo em vista que o manejo, os tratamentos culturais, a colheita e a comercialização são efetuadas de maneira contínua nas lavouras, além dos plantios serem renovados, em média, a cada dois ou três anos.

Contudo, a sustentabilidade e expansão da cultura do mamoeiro dependem do desenvolvimento de novos genótipos com características superiores para atender à constante demanda dos agricultores em virtude do restrito número de variedades disponíveis para uso comercial. Nesse cenário, a pesquisa com o mamoeiro é fundamental para o Brasil e o melhoramento genético pode contribuir de forma ativa no desenvolvimento da cultura, disponibilizando novas linhagens e híbridos.

Após as etapas de desenvolvimento é preciso registrar as novas cultivares, para habilitação à produção, beneficiamento e comercialização de sementes no país. Outra etapa importante, porém ainda não implementada no Brasil para a cultura do mamoeiro é a proteção de cultivares. Essa lei promove a proteção dos direitos dos obtentores das novas cultivares e harmoniza as regras internacionais sobre os direitos à sua exploração. Entretanto, para sua implementação é necessário que sejam estabelecidos descritores mínimos e eficientes para a caracterização das novas cultivares, de forma a distingui-las das já existentes.

No caso do mamoeiro, uma lista de 46 descritores morfológicos e agrônômicos tem sido utilizada para a caracterização de acessos de germoplasma e cultivares (Dantas et al., 2000). Contudo, o grande número de genótipos a serem caracterizados, bem como o elevado número de observações e mensurações em cada descritor, aumenta os custos de avaliação e o tempo necessário para descrição precisa dos genótipos. Além disso, em muitos casos,

diversos descritores são avaliados sem o conhecimento de sua contribuição real para a variabilidade da espécie (Dias et al., 1997). Por outro lado, à medida que se aumenta o número de descritores, aumentam-se as possibilidades de correlações significativas entre características, que gera redundância de informações (Daher et al., 1997). Com isso, a utilização de descritores mínimos e altamente informativos possibilita a redução do trabalho na tomada de dados sem prejuízos na caracterização dos genótipos (Oliveira et al., 2006).

Como muitos descritores são analisados simultaneamente, análises multivariadas, especialmente a de componentes principais, podem identificar os descritores mais informativos para a descrição de germoplasma ou materiais melhorados, além de fornecer critérios para o descarte dos menos informativos, uma vez que muitas variáveis são redundantes por serem correlacionadas, ou dispensáveis, por representarem uma fração desprezível da variação total (Cruz et al., 2004). Embora a eficiência do uso de componentes principais não tenha sido muito explorada na cultura do mamoeiro, esta técnica tem sido utilizada com sucesso na seleção de descritores em várias espécies como mandioca (Cury, 1993), cacau (Bekele et al., 1994), quiabo (Ariyo, 1993; Bisht et al., 1997) e cupuaçu (Araújo et al., 2002; Alves et al., 2003), e portanto apresenta alto potencial de uso no mamoeiro.

Como não existem informações sobre a capacidade discriminatória dos descritores de mamoeiro, nem sobre o número mínimo para uma adequada caracterização dos genótipos, o objetivo deste trabalho foi identificar os descritores morfoagronômicos que mais contribuem para a variação presente em cultivares, linhagens melhoradas e variedades locais de mamoeiro, além de avaliar a eficiência do descarte das características redundantes.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 27 genótipos de mamoeiro, incluindo cultivares, germoplasma melhorado, variedades locais, híbridos e linhagens pertencentes ao programa de melhoramento genético da Embrapa Mandioca e Fruticultura (Tabela 1). O ensaio foi instalado em Cruz das Almas, BA, Brasil (12°48'38"S e 39°6'26"W), na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em julho de 2009. O delineamento utilizado foi em blocos aumentados, com três

testemunhas ('Calimosa', 'Golden' e 'Sunrise Solo') e oito repetições. Os genótipos foram constituídos por uma linha com oito plantas. O plantio foi realizado no espaçamento de 2,0 x 2,0 metros, seguindo-se todos os tratamentos culturais recomendados para a cultura (Martins & Costa, 2003). Foram plantadas 3 mudas por cova.

Tabela 1. Identificação e origem dos 27 genótipos de mamoeiro avaliados. Cruz das Almas, BA, 2011.

Genótipo	Tipo	Denominação	Origem
CMF008	Germoplasma melhorado	DCG593-10	Malásia
CMF012	Germoplasma melhorado	DCG595-6	Malásia
CMF018	Germoplasma melhorado	DCG424-6	Taiwan
CMF020	Germoplasma melhorado	DCG424-4	Brasil
CMF021	Cultivar	Solsun	Taiwan
CMF024	Cultivar	Conchita	Costa Rica
CMF041	Germoplasma melhorado	JS12	Brasil
CMF065	Germoplasma melhorado	K77xJSI2	Brasil
CMF087	Cultivar	Waimanalo	Havaí
CMF088	Cultivar	Kapoho purple	Havaí
CMF092	Cultivar	Kapoho Green	Havaí
CMF123	Cultivar	Vermelho Thai	Tailândia
CMF154	Cultivar	Maradol	Guatemala
CMF230	Variedade local	Ouromel	Brasil
CMF233	Variedade local	BS-Gondo	Brasil
CMF234	Variedade local	BS-SF	Brasil
CMF235	Variedade local	JTA	Brasil
CMF-L30-08	Linhagem	–	Brasil
CMF-L48-08	Linhagem	–	Brasil
CMF-L75-08	Linhagem	–	Brasil
CMF-L62-08	Linhagem	–	Brasil
CMF-L12-08	Linhagem	–	Brasil
CMF-L88-08	Linhagem	–	Brasil
CMF-L90-08	Linhagem	–	Brasil
Testemunha	Híbrido	Calimosa	Brasil
Testemunha	Cultivar	Golden	Brasil
Testemunha	Cultivar	Sunrise	Brasil

A sexagem foi realizada aos quatro meses de idade, com a eliminação das plantas femininas e masculinas, de forma que somente as plantas hermafroditas fossem avaliadas.

A avaliação foi realizada com uso de 30 descritores quantitativos e 21 multicategóricos relacionados a características da planta, folhas, flores, frutos e sementes (Tabela 2), que fazem parte da lista de descritores proposta para o mamoeiro (Dantas et al., 2000). Como as variáveis analisadas foram mensuradas em diferentes unidades, foi realizada a padronização, como X_j ($j = 1, 2, \dots, p$). A diferença das escalas das variáveis foi eliminada pelo uso de variáveis reduzidas,

conforme: $Z_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{S(X_j)}$, em que Z_{ij} = variável padronizada no indivíduo i , na característica j ; X_{ij} = valor observado no indivíduo i , na característica j ; \bar{X}_j = média estimada da característica j ; e $S(X_j)$ = desvio-padrão dos dados da característica j . Assim, a matriz de correlação das variáveis padronizadas foi:

$$R = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \Lambda & r_{1p} \\ r_{21} & 1 & \Lambda & r_{2p} \\ M & M & O & M \\ r_{p1} & r_{p2} & \Lambda & 1 \end{bmatrix}, \text{ sendo: } r_{jj'} = r(X_j, X_{j'}) = \text{Côv}(Z_j, Z_{j'}) = \frac{\text{Côv}(X_j, X_{j'})}{\sqrt{\text{Vâr}(X_j)\text{Vâr}(X_{j'})}}$$

A seleção dos descritores foi realizada com base na análise de componentes principais utilizando-se a distância generalizada de Mahalanobis (D^2) para todas as características e foi executada com base na média das medidas tomadas de cada descritor, a partir da matriz de correlação, utilizando-se o programa Genes (Cruz et al., 2008).

Os componentes principais foram obtidos a partir da matriz de correlação com base nas seguintes expressões: $|R - \lambda I| = 0$, que fornece os autovalores $\lambda_1, \lambda_2, K, \lambda_p$ e $|R - \lambda_i I| a_i = \phi$, que fornece os autovetores a_1, a_2, K, a_p , em que R = matriz de correlação entre as características avaliadas; λ_i = autovalores da Matriz R ; a_i = autovetor associado ao autovalor λ_i ; I = matriz identidade de ordem p (p = número de características); e ϕ = vetor nulo, de dimensão $p \times 1$. Os autovetores a_i foram normalizados para se obter a_i^* tal que $a_i^* \cdot a_i^* = 1$ para $i=1,2,K, p$ e $a_i^* \cdot a_j^* = 0$ para $i \neq j$.

Tabela 2. Descritores quantitativos e multicategóricos utilizados na caracterização de 27 genótipos de mamoeiro. Cruz das Almas, BA, 2011.

Partes da planta	Qualitativos	Abrev.	Quantitativos	Abrev.
Flores	Cor da corola	COR-CORL	Comprimento da corola da flor (cm)	CCOR
	Cor do pedúnculo da inflorescência	CORPE-INFL	Número de flores por inflorescência	NFL-INFL
				Comprimento do pedúnculo da inflorescência (cm)
Fruto	Forma do fruto	FFR	Diâmetro do fruto (cm)	DFR
	Forma da extremidade distal do fruto	FDIS-FR	Comprimento do fruto (cm)	CFR
	Forma da extremidade proximal do fruto	FPRO-FR	Massa do fruto (g)	PFR
	Forma da cavidade central do fruto	FCAC-FR	Razão entre comprimento e diâmetro de frutos	RCFR-DFR
			Espessura da casca do fruto (cm), medida retirada utilizando o paquímetro digital	ECAS-FR
	Cor da polpa	CORPOL-FR	Comprimento da cavidade central do fruto (cm), medida retirada utilizando o paquímetro digital	CCAV-FR
	Cor do fruto maduro	COR-FR	Firmeza do fruto, medida em libras	FIR-FR
	Abundância de tecido placentar	ABTECPLA	Acidez titulável, expressa em gramas de ácido cítrico por 100 g	AT
	Presença de arestas no fruto	ARE-FR	Sólidos solúveis, medido em °brix	SS
	Abundância de sementes	ABSEM-FR	Razão entre SS e AT	RSS-AT
Textura da superfície do fruto maduro	TESU-FR	pH do fruto	PH	
Folhas	Forma das folhas	FFO	Comprimento das folhas (cm)	CFO
	Presença de pubescência nas folhas	PUFO	Largura das folhas (cm)	LFO
	Presença de cerosidade nas folhas	SEFO	Razão entre comprimento e largura das folhas	RCFO-LFO
	Presença de antocianina no pecíolo da folha	ANTPE	Comprimento do pedúnculo do fruto (cm)	CPE-FR
	Coloração do pecíolo	CPE	Comprimento do pecíolo da folha (cm)	CPEC
Sementes	Quantidade de mucilagem	QMUC	Comprimento das sementes (cm)	CSE
	Cor das sementes	COR-SEM	Diâmetro das sementes (cm)	DSE
	Forma das sementes	FSEM	Razão entre o comprimento e a diâmetro das sementes	RCSE-DSE
			Massa fresca das sementes (g)	PFSE
		Massa seca das sementes (g)	PSSE	

Tabela 2. Descritores quantitativos e multicategóricos utilizados na caracterização de 27 genótipos de mamoeiro. Cruz das Almas, BA, 2011. (Continuação)

Partes da planta	Qualitativos	Abrev.	Quantitativos	Abrev.
Planta	Cor do caule	COR-CAU	Altura dos primeiros frutos (cm)	APFR
			Comprimento médio dos internódios, até a altura dos primeiros frutos (cm)	DINT
			Altura da planta aos 8 meses (m)	AP8
			Diâmetro do caule aos 8 meses (cm)	DC8
			Altura da planta aos 12 meses (m)	AP12
			Diâmetro do caule aos 12 meses (cm)	DC12

A importância relativa de um componente principal foi avaliada pela porcentagem de variância total explicada, ou seja, a porcentagem de seu autovalor em relação ao total dos autovalores dos outros componentes, ou a porcentagem de seu autovalor em relação ao traço da matriz R, que é dado por:

$$CP_j = \frac{V\hat{a}r(CP_j)}{\sum_{j=1}^p V\hat{a}r(CP_j)} \cdot 100 = \frac{\lambda_j}{\sum_{j=1}^p \lambda_j} \cdot 100 = \frac{\lambda_j}{\text{traço}(R)} \cdot 100$$

Para descarte dos descritores quantitativos menos informativos utilizou-se o método de Singh (1981) para definição da importância relativa das características, e pela seleção direta (Jolliffe, 1973), sendo indicado para descarte todo descritor que apresentou maior coeficiente de ponderação em valor absoluto (autovetor), no componente principal de autovalor menor, partindo do último componente até aquele cujo autovalor não excedeu 0,70. O descarte final foi realizado com base na informação obtida nos dois procedimentos, sendo descartados os descritores identificados simultaneamente em ambos.

Para os descritores multicategóricos o descarte foi realizado com base nos coeficientes de correlação de Pearson entre todos os descritores. A significância do coeficiente de correlação foi verificada pelo teste de *t*. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do Programa Genes (Cruz et al., 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas dos autovalores associados aos componentes principais e suas respectivas variâncias relativas e acumuladas, explicaram 52,09% da variação total nos dois primeiros componentes. A maior parte da variação foi distribuída até o 12º componente principal, respondendo por 96,10% da variação relativa observada (Tabela 3).

Os descritores de maior peso no componente 1, que explicou 28,04% da variância total, foram DC8, RSS-AT, PFSE e PSSE. O componente 2, que explicou 24,05% está associado aos seguintes descritores: DC8, CFR, RCFR-DFR e ECAS-FR. No componente 3, que explicou 15,01% da variância total, os descritores de maior peso foram: DC8, LFO, CPE-INFL, DFR e ECAS-FR. Singh et al. (2010) demonstraram que as características de crescimento do mamoeiro, como altura e projeção da copa da planta, e diâmetro do caule, bem como os descritores de frutos como comprimento, diâmetro do fruto e cavidade interna do fruto foram os que mais contribuíram para os primeiros componentes principais (Tabela 4).

Em outras culturas observaram-se menor explicação dos dois primeiros componentes, 24 a 44% (Daher et al., 1997; Sugimura et al., 1997; Strapasson et al., 2000; Asudi et al., 2010). A concentração da variância nos primeiros componentes principais somente é possível quando são avaliados poucos descritores ou quando pertencem a partes específicas da planta (Pereira et al., 1992). Ao utilizar esta estratégia, Singh et al. (2010) observaram acúmulo acima de 98% da variação nos dois primeiros componentes, ao analisar descritores específicos de fruto e crescimento do mamoeiro. Resultados semelhantes foram observados em palmeiras (Martel et al., 2003), cacau (Dias et al., 1997) e espécies arbóreas tropicais (Araújo et al., 2002; Alves et al., 2003).

De acordo com a seleção direta, 18 dos 30 descritores (60%) que apresentaram os maiores coeficientes, em valor absoluto, a partir do último componente principal são passíveis de descarte, em razão do número de componentes que apresentaram autovalores menores que 0,7 (Tabela 3). A razão para isso é que variáveis altamente correlacionadas com os componentes principais de menor variância representam variação praticamente insignificante.

Resultados semelhantes foram obtidos por Strapasson et al. (2000), ao utilizarem a análise de componentes principais em forrageiras do gênero *Paspalum*, de forma a promover uma redução de 53, 68 e 43% dos descritores reprodutivos, vegetativos e agronômicos, respectivamente.

Tabela 3. Estimativas dos autovalores associados aos componentes principais e suas variâncias relativas e acumuladas, obtidas dos 30 descritores quantitativos avaliados em 27 genótipos de mamoeiro. Cruz das Almas, BA, 2011.

Componente	λ	λ (%)	λ (%)		λ	λ (%)	λ (%)
			Componente	acumulada			
1	20,89	28,04	28,04	16	0,34	0,46	98,50
2	17,92	24,05	52,09	17	0,31	0,41	98,90
3	11,19	15,01	67,10	18	0,26	0,35	99,25
4	5,23	7,02	74,12	19	0,17	0,23	99,48
5	4,02	5,40	79,52	20	0,14	0,19	99,67
6	3,60	4,83	84,35	21	0,10	0,14	99,80
7	2,79	3,74	88,10	22	0,06	0,08	99,88
8	1,73	2,33	90,42	23	0,04	0,06	99,93
9	1,36	1,82	92,25	24	0,02	0,03	99,97
10	1,06	1,43	93,68	25	0,02	0,03	99,99
11	0,95	1,28	94,95	26	0,00	0,01	100,00
12	0,85	1,14	96,10	27	0,00	0,00	100,00
13	0,61	0,82	96,92	28	0,00	0,00	100,00
14	0,43	0,58	97,50	29	0,00	0,00	100,00
15	0,40	0,54	98,04	30	0,00	0,00	100,00

Com uso da seleção direta, observou-se que o primeiro caráter indicado para descarte foi CSE, apresentando o maior coeficiente de ponderação em módulo com o último componente principal (0,34), seguido pelos caracteres PFR, DC12, PSSE e FIR-FR, cujos maiores autovetores em módulo ocorreram nos componentes principais 29, 28, 27 e 26, respectivamente (Tabela 5). Nesse procedimento, 18 descritores foram considerados redundantes, conforme a sequência de descarte: CSE, PFR, DC12, PSSE, FIR-FR, APFR, PH, DINT, RCFR-DFR, NFL-INFL, SS, CFO, DSE, RSS-AT, RCFO-LFO, AP8, ECAS-FR e CPE-FR (Tabela 5).

Tabela 4. Estimativas dos coeficientes de ponderação associados aos componentes principais com autovalores superiores a 0,7, e identificação dos descritores que mais contribuíram para os primeiros três componentes principais (em negrito), avaliados nos 30 descritores quantitativos. Cruz das Almas, BA, 2011.

Descritor*	Componentes principais			Descritor*	Componentes principais		
	1	2	3		1	2	3
AP8 (m)	-0,02	-0,05	-0,05	CFR (cm)	0,20	0,37	0,11
DC8 (cm)	0,32	0,33	0,29	DFR (cm)	-0,26	-0,05	0,26
AP12 (m)	0,03	0,08	0,15	RCFR-DFR	0,28	0,34	-0,02
DC12 (cm)	0,25	0,20	-0,09	ECAS-FR (cm)	0,18	-0,40	0,35
DINT	-0,15	0,02	0,01	CCAV-FR (cm)	-0,23	0,14	-0,14
APFR (cm)	0,15	0,09	0,13	FIR-FR	-0,20	0,24	0,22
CFO (cm)	0,06	0,05	-0,03	AT	0,08	0,12	-0,05
LFO (cm)	0,01	0,01	-0,26	SS	0,09	-0,13	-0,08
RCFO-LFO	0,03	0,15	-0,17	RSS-AT	0,33	-0,30	-0,19
CPEC (cm)	-0,02	-0,03	0,20	PH	0,24	-0,07	-0,04
NFL-INFL	0,02	0,25	-0,16	PFSE (g)	0,30	-0,25	-0,05
CCOR (cm)	0,21	-0,05	0,17	PSSE (g)	0,32	-0,01	-0,13
CPE-INFL (cm)	0,05	-0,01	0,55	CSE (cm)	0,11	-0,07	0,05
CPE-FR (cm)	0,01	-0,20	0,01	DSE (cm)	-0,16	0,02	0,12
PFR (g)	-0,09	0,00	-0,14	RCSE-DSE	0,04	-0,07	0,04

*AP8 = Altura da planta aos 8 meses; AP12 = Altura da planta aos 12 meses; DC8 = Diâmetro do caule aos 8 meses; DC12 = Diâmetro do caule aos 12 meses; DINT = Comprimento médio dos internódios; APFR = Altura dos primeiros frutos; CFO = Comprimento das folhas; LFO = Largura das folhas; RCFO-LFO = Razão entre comprimento e largura das folhas; CPEC = Comprimento do pecíolo da folha; CCOR = Comprimento da corola da flor; NFL-INFL = Número de flores por inflorescência; CPE-INFL = Comprimento do pedúnculo da inflorescência; DFR = Diâmetro do fruto; CFR = Comprimento do fruto; RCFR-DFR = Razão entre comprimento e diâmetro de fruto; PFR = Massa do fruto; CPE-FR = Comprimento do pedúnculo do fruto; SS = Sólidos solúveis; AT = Acidez titulável; RSS-AT = Razão entre SS e AT; PH = pH do fruto; CCAV-FR = Comprimento da cavidade central do fruto; FIR-FR = Firmeza do fruto; ECAS-FR = Espessura da casca do fruto; PFSE = Massa fresca das sementes; PSSE = Massa seca das sementes; CSE = Comprimento das sementes; DSE = Diâmetro das sementes; RCSE-DSE = Razão entre o comprimento e a diâmetro das sementes.

Tabela 5. Estimativas dos coeficientes de ponderação associados aos componentes principais com autovalores inferiores a 0,7 e identificação dos descritores a serem descartados em cada componente (em negrito), pela seleção direta nos 27 genótipos de mamoeiro. Cruz das Almas, BA, 2011.

Descritor*	Componentes principais																	
	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13
AP8 (m)	0.09	0.09	0.17	0.31	0.33	0.05	-0.22	-0.18	0.17	0.10	0.33	-0.04	-0.10	0.34	0.26	0.34		
DC8 (cm)	0.29	-0.30	-0.17	0.15	0.11	0.06	0.18	0.08	-0.24	-0.07	0.13	0.00	-0.24	0.08	-0.11	0.03	0.13	-0.10
AP12 (m)	-0.12	0.12	0.10	-0.02	-0.01	0.03	0.15	0.08	-0.19	-0.05	-0.07	0.13	0.26	-0.01	0.19	0.06	0.12	0.02
DC12 (cm)	-0.02	0.27	0.32															
DINT	0.21	0.08	0.25	0.16	0.17	0.14	0.19	0.38										
APFR (cm)	-0.09	0.12	0.09	0.06	0.03	0.57												
CFO (cm)	-0.02	0.10	0.12	-0.03	-0.04	-0.04	0.16	0.16	-0.01	0.01	0.04	0.47						
LFO (cm)	0.31	0.00	0.25	0.04	-0.01	-0.33	0.02	-0.15	-0.28	-0.08	0.02	0.46	0.04	0.05	0.09	0.06	-0.06	0.01
RCFO-LFO	-0.14	0.14	0.09	0.02	0.02	-0.29	-0.35	0.00	0.40	-0.28	0.01	0.02	-0.33	-0.04	-0.30			
CPEC (cm)	0.31	-0.11	0.08	-0.01	-0.01	-0.07	-0.03	0.21	0.07	0.33	0.07	-0.19	-0.09	-0.06	-0.15	-0.09	-0.36	0.23
NFL-INFL	-0.25	0.06	-0.13	0.07	0.08	-0.16	0.17	0.26	0.00	0.52								
CCOR (cm)	0.27	-0.08	0.14	0.07	0.12	-0.36	-0.24	-0.20	0.05	0.27	-0.10	0.01	0.08	-0.12	-0.07	-0.18	-0.06	0.18
CPE-INFL (cm)	0.03	0.02	0.04	-0.06	-0.05	-0.15	-0.14	-0.14	0.07	-0.28	0.03	0.07	0.13	0.14	0.26	0.20	-0.28	-0.18
CPE-FR (cm)	0.08	-0.19	-0.20	-0.26	-0.21	0.13	-0.09	0.14	0.26	-0.03	0.16	0.14	-0.29	0.18	0.11	0.27	0.06	0.30
PFR (g)	0.05	-0.36																
CFR (cm)	-0.22	0.11	-0.05	-0.20	-0.20	-0.18	0.19	-0.31	-0.07	-0.15	0.09	-0.15	-0.28	0.09	-0.08	0.06	0.00	0.17
DFR (cm)	0.20	0.04	0.21	-0.27	-0.41	-0.05	-0.02	0.08	0.03	0.17	0.03	0.09	-0.04	0.01	-0.15	0.00	0.21	-0.15
RCFR-DFR	0.05	-0.10	-0.07	-0.19	0.04	0.11	-0.18	0.31	0.41									

Tabela 5. Estimativas dos coeficientes de ponderação associados aos componentes principais com autovalores inferiores a 0,7 e identificação dos descritores a serem descartados em cada componente (em negrito), pela seleção direta nos 27 genótipos de mamoeiro. Cruz das Almas, BA, 2011. (Continuação)

Descritor*	Componentes principais																	
	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13
ECAS-FR (cm)	-0.26	0.18	-0.04	0.07	0.09	-0.22	0.11	0.24	0.09	0.05	0.10	0.26	-0.05	-0.04	-0.18	-0.03	0.38	
CCAV-FR (cm)	0.28	0.01	0.13	-0.21	0.05	0.05	0.18	-0.05	0.17	0.09	-0.21	0.08	-0.13	-0.08	-0.07	0.23	0.29	-0.16
FIR-FR	0.05	-0.02	-0.07	0.06	0.44													
AT	0.16	-0.02	0.11	-0.25	-0.03	0.11	0.12	-0.21	0.14	0.06	0.12	-0.04	-0.02	0.01	0.09	-0.04	0.04	0.06
SS	0.12	0.03	0.02	-0.09	0.05	0.03	0.27	-0.10	0.16	-0.04	0.49							
RSS-AT	0.15	0.16	-0.16	-0.24	0.14	-0.01	0.06	-0.06	-0.14	-0.06	0.24	-0.10	0.03	-0.46				
PH	-0.05	-0.12	0.19	-0.24	0.15	0.09	-0.38											
PFSE (g)	-0.15	-0.35	0.26	-0.04	0.16	0.02	0.35	-0.11	0.25	0.00	-0.37	-0.04	-0.03	0.14	-0.04	0.06	-0.10	-0.06
PSSE (g)	0.17	-0.03	0.01	0.55														
CSE (cm)	0.34																	
DSE (cm)	-0.12	-0.03	0.09	0.25	-0.14	-0.05	0.11	-0.07	0.10	0.04	-0.04	0.01	-0.34					
RCSE-DSE	-0.06	-0.17	0.13	0.02	0.04	0.00	0.22	-0.08	0.20	0.01	-0.15	0.01	-0.01	0.04	0.03	0.02	-0.05	0.01

*AP8 = Altura da planta aos 8 meses; AP12 = Altura da planta aos 12 meses; DC8 = Diâmetro do caule aos 8 meses; DC12 = Diâmetro do caule aos 12 meses; DINT = Comprimento médio dos internódios; APFR = Altura dos primeiros frutos; CFO = Comprimento das folhas; LFO = Largura das folhas; RCFO-LFO = Razão entre comprimento e largura das folhas; CPEC = Comprimento do pecíolo da folha; CCOR = Comprimento da corola da flor; NFL-INFL = Número de flores por inflorescência; CPE-INFL = Comprimento do pedúnculo da inflorescência; DFR = Diâmetro do fruto; CFR = Comprimento do fruto; RCFR-DFR = Razão entre comprimento e diâmetro de fruto; PFR = Massa do fruto; CPE-FR = Comprimento do pedúnculo do fruto; SS = Sólidos solúveis; AT = Acidez titulável; RSS-AT = Razão entre SS e AT; PH = pH do fruto; CCAV-FR = Comprimento da cavidade central do fruto; FIR-FR = Firmeza do fruto; ECAS-FR = Espessura da casca do fruto; PFSE = Massa fresca das sementes; PSSE = Massa seca das sementes; CSE = Comprimento das sementes; DSE = Diâmetro das sementes; RCSE-DSE = Razão entre o comprimento e a diâmetro das sementes.

Segundo o método de Singh (1981), as características com maiores contribuições relativas (variação de 4,57 a 18,12%) para a avaliação da diversidade dos genótipos de mamoeiro avaliados foram: CPE-INFL, DFR, CCOR, RCFR-DFR, LFO, DC8 e AP12. As características AP8, CPE-FR, AT, CCAV-FR, APFR, CPEC, DSE e CFO apresentaram contribuições intermediárias, com estimativas entre 2,78 a 3,89 % da variação total. Por outro lado, de acordo com este critério, os descritores: NFL-INFL, CFR, PSSE, RCFO-LFO, PFSE, PFR, PH, CSE, FIR-FR, DINT, RCSE-DSE, DC12, ECAS-FR, SS e RSS-AT foram menos informativos, com contribuições menores do que 1,70% para a variação total (Tabela 6). Estas últimas 15 características totalizaram apenas 12,33% de importância relativa, revelando-se, pois, de pouca importância para caracterização de genótipos de mamoeiro sendo, portanto, passíveis de descarte.

Em geral, o uso de diferentes metodologias conduz a algumas inconsistências, que devem ser analisadas com critério para que se promova o descarte eficiente dos descritores menos informativos. Por exemplo, no trabalho de Ariyo (1993), o uso da análise de componentes principais para estudar a variabilidade em 30 acessos de *Abelmoschus caillei* indicou que a pigmentação e características do fruto foram os descritores mais importantes na variação entre os acessos. Contudo, a análise canônica forneceu uma informação diferente da importância relativa das várias características, em que as características número de frutos por planta e peso dos frutos foram as que mais contribuíram para a variação total.

A análise simultânea dos métodos parece ser uma estratégia eficiente para minimizar o descarte errôneo de descritores. Assim, com base nesse procedimento observou-se que 12 descritores foram coincidentes, os quais fizeram parte do descarte final, sendo eles: CSE, DC12, DINT, ECAS-FR, FIR-FR, NFL-INFL, PFR, PH, PSSE, RCFO-LFO, RSS-AT e SS (Tabela 7). A combinação de informações de ambos os métodos permitiu uma redução de 40% dos descritores a serem avaliados para a completa descrição dos genótipos de mamoeiro analisados. Este percentual foi maior do que os 21,43% observados para açaizeiro (Oliveira et al., 2006) e 33,33% em pupunheira (Martel et al., 2003) e menor do que os 64,00%, observados no cupuaçuzeiro (Alves et al., 2003).

Tabela 6 Contribuição relativa de 30 descritores, avaliados em 27 genótipos de mamoeiro pertencentes ao Programa de Melhoramento Genético da Embrapa Mandioca e Fruticultura, com base no método de Singh (1981). Cruz das Almas, BA, 2011.

Descritor¹	S,j	%	Descritor	S,j	%
AP8 (m)	2529,09	3,89	CFR (cm)	1095,31	1,68
DC8 (cm)	2989,64	4,60	DFR (cm)	8685,01	13,35
AP12 (m)	2973,79	4,57	RCFR-DFR	3307,14	5,08
DC12 (cm)	271,58	0,42	ECAS-FR (cm)	230,86	0,35
DINT	392,64	0,60	CCAV-FR (cm)	2139,40	3,29
APFR (cm)	2127,37	3,27	FIR-FR	415,88	0,64
CFO (cm)	1811,20	2,78	AT	2206,52	3,39
LFO (cm)	3127,86	4,81	SS	57,47	0,09
RCFO-LFO	808,67	1,24	RSS-AT	42,51	0,07
CPEC (cm)	1940,35	2,98	PH	509,92	0,78
NFL-INFL	1103,73	1,70	PFSE (g)	658,59	1,01
CCOR (cm)	7037,32	10,82	PSSE (g)	991,52	1,52
CPE-INFL (cm)	11788,80	18,12	CSE (cm)	464,20	0,71
CPE-FR (cm)	2445,12	3,76	DSE (cm)	1913,42	2,94
PFR (g)	604,06	0,93	RCSE-DSE	373,95	0,57

⁽¹⁾AP8 = Altura da planta aos 8 meses; AP12 = Altura da planta aos 12 meses; DC8 = Diâmetro do caule aos 8 meses; DC12 = Diâmetro do caule aos 12 meses; DINT = Comprimento médio dos internódios, até a altura dos primeiros frutos; APFR = Altura dos primeiros frutos; CFO = Comprimento das folhas; LFO = Largura das folhas; RCFO-LFO = Razão entre comprimento e largura das folhas; CPEC = Comprimento do pecíolo da folha; CCOR = Comprimento da corola da flor; NFL-INFL = Número de flores por inflorescência; CPE-INFL = Comprimento do pedúnculo da inflorescência; DFR = diâmetro do fruto; CFR = Comprimento do fruto; RCFR-DFR = Razão entre comprimento e diâmetro de fruto; PFR = Massa do fruto; CPE-FR = Comprimento do pedúnculo do fruto; SS = Sólidos solúveis, medido em graus brix; AT = Acidez titulável, expressa em gramas de ácido cítrico por 100 g; RSS-AT = Razão entre SS e AT; PH = pH do fruto; CCAV-FR = Comprimento da cavidade central do fruto; FIR-FR = Firmeza do fruto, medida em libras; ECAS-FR = Espessura da casca do fruto; PFSE = Massa fresca das sementes; PSSE = Massa seca das sementes; CSE = Comprimento das sementes; DSE = Diâmetro das sementes; RCSE-DSE = Razão entre o comprimento e a diâmetro das sementes.

Tabela 7. Descritores pré-selecionados nos procedimentos de seleção direta e seleção com base no método de Singh (1981), na análise de 30 descritores quantitativos em 27 genótipos de mamoeiro. Cruz das Almas, BA, 2011.

Descritor ¹	Pré-selecionado ²		Selecionados	Descritor ¹	Pré-selecionado ²		Selecionados
	Método Singh	Seleção direta			Método Singh	Seleção direta	
AP12	S	S	S	ECAS-FR	D (3)	D (17)	D
AP8	S	D (16)	S	FIR-FR	D (7)	D (5)	D
APFR	S	D (6)	S	LFO	S	S	S
AT	S	S	S	DFR	S	S	S
CCAV-FR	S	S	S	DSE	S	D (13)	S
CCOR	S	S	S	NFL-INFL	D (15)	D (10)	D
CFO	S	D (12)	S	PFR	D (10)	D (2)	D
CFR	D (14)	S	S	PFSE	D (11)	S	S
CPEC	S	S	S	PH	D (9)	D (7)	D
CPE-FR	S	D (18)	S	PSSE	D (13)	D (4)	D
CPE-INFL	S	S	S	RCFO-LFO	D (12)	D (15)	D
CSE	D (8)	D (1)	D	RCFR-DFR	S	D (9)	S
DC12	D (4)	D (3)	D	RCSE-DSE	D (5)	S	S
DC8	S	S	S	RSS-AT	D (1)	D (14)	D
DINT	D (6)	D (8)	D	SS	D (2)	D (11)	D

⁽¹⁾AP8 = Altura da planta aos 8 meses (cm); AP12 = Altura da planta aos 12 meses (cm); DC8 = Diâmetro do caule aos 8 meses (cm); DC12 = Diâmetro do caule aos 12 meses (cm); DINT = Comprimento médio dos internódios, até a altura dos primeiros frutos; APFR = Altura dos primeiros frutos (cm); CFO = Comprimento das folhas (cm); LFO = Largura das folhas (cm); RCFO-LFO = Razão entre comprimento e largura das folhas; CPEC = Comprimento do pecíolo da folha (cm); CCOR = Comprimento da corola da flor (cm); NFL-INFL = Número de flores por inflorescência; CPE-INFL = Comprimento do pedúnculo da inflorescência (cm); DFR = Diâmetro do fruto (cm); CFR = Comprimento do fruto (cm); RCFR-DFR = Razão entre comprimento e diâmetro de fruto; PFR = Massa do fruto (g); CPE-FR = Comprimento do pedúnculo do fruto (cm); SS = Sólidos solúveis totais, medido em graus brix; AT = Acidez titulável, expressa em gramas de ácido cítrico por 100 g; RSS-AT = Razão entre SS e AT; PH = pH do fruto; CCAV-FR = Comprimento da cavidade central do fruto (cm); FIR-FR = Firmeza do fruto, medida em libras; ECAS-FR = Espessura da casca do fruto (cm); PFSE = Massa fresca das sementes (g); PSSE = Massa seca das sementes (g); CSE = Comprimento das sementes (cm); DSE = Diâmetro das sementes (cm); RCSE-DSE = Razão entre o comprimento e a diâmetro das sementes. ⁽²⁾Os números entre parênteses indicam a ordem de descarte; S = selecionados, D = descartados.

Como cada caráter tem sua contribuição na variabilidade de um indivíduo, e que nenhum caráter sozinho pode ser responsável pela descrição de toda variação, a eliminação dos menos informativos deve facilitar as interpretações, sem causar perda considerável da informação, além de propiciar redução de mão-

de-obra, tempo e custo, contribuindo ainda para mensuração mais acurada das variáveis mais importantes para caracterização (Cruz et al., 2004).

O rigor no descarte de descritores com base na seleção direta foi bastante elevado, considerando que as características: massa de frutos, firmeza do fruto, altura dos primeiros frutos, teor de sólidos solúveis e espessura da casca do fruto são extremamente importantes na descrição de uma variedade de mamoeiro, permitindo inclusive a classificação e destinação dos frutos para tipos diferenciados de mercado. Por outro lado, o procedimento de Singh foi menos restritivo do que a seleção direta, para a indicação das variáveis com menor contribuição para a variação total. Porém, à exceção de altura dos primeiros frutos, as demais características também foram indicadas para descarte (Tabela 6).

Alves et al. (2003) também indicaram o descarte de descritores consideradas como de alta relevância para os programas de melhoramento do cupuaçu, como peso de fruto, peso de polpa e peso das sementes, possivelmente porque encontravam-se fortemente correlacionadas com o diâmetro longitudinal do fruto, peso da casca e diâmetro transversal das sementes, mantidas pela seleção.

Adicionalmente, pode-se observar que 8 dos 12 descritores sugeridos para descarte no mamoeiro apresentaram correlações significativas com os selecionados, indicando algum grau de associação, com informações que são redundantes para este tipo de análise que precisa discriminar genótipos com menor número de descritores possíveis (Tabela 8). Cada descritor selecionado deve ser responsável por um tipo de informação biológica exclusiva, e a ação conjunta complementa a descrição geral dos materiais avaliados.

A análise de correlação dentro do grupo das variáveis selecionadas revelou o efeito discriminativo provocado pelo descarte das variáveis redundantes (DC12, DINT, APFR, NFL-INFL, PFR, RSS-AT, PSSE e CSE) e não revelam perda considerável de informação, com o decréscimo do número de correlações significativas. Tais resultados indicaram que o método de descarte das variáveis empregadas foi eficiente na identificação e descarte das variáveis redundantes, e que as eliminações não ocasionaram perda significativa de informação (Tabela 8).

Tabela 8. Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre os descritores quantitativos selecionados e os descartados, avaliados em 27 genótipos de mamoeiro. Cruz das Almas, BA, 2011.

Selecionados	Descartados												
	DC12 (cm)	DINT	APFR (cm)	RCFO-LFO	NFL-INFL	PFR (g)	ECAS-FR (cm)	FIR-FR	SS	RSS-AT	PH	PSSE (g)	CSE (cm)
AP8 (m)	0.80**	0.69**	-0.11	0.29	-0.38*	0.02	0.06	0.02	0.08	0.36	0.05	0.17	-0.20
DC8 (cm)	0.78**	0.75**	0.04	0.11	-0.36	-0.06	0.08	-0.19	0.32	0.55**	0.06	0.17	-0.21
AP12 (m)	0.64**	0.54**	0.27	0.03	-0.33	-0.06	0.07	-0.17	0.17	0.44*	0.33	0.16	-0.40*
CFO (cm)	0.07	0.21	0.38*	0.15	0.07	0.47*	0.21	0.11	-0.13	-0.12	0.07	0.26	0.36
LFO (cm)	0.07	0.20	0.41*	-0.17	0.07	0.38*	0.21	0.06	-0.14	-0.13	0.11	0.24	0.32
CPEC (cm)	0.10	0.22	0.41*	-0.20	0.13	0.12	0.18	0.00	-0.01	0.01	0.11	0.06	0.06
CCOR (cm)	-0.11	0.02	-0.09	0.35	-0.26	0.60**	-0.20	0.20	-0.27	-0.32	0.19	0.69**	0.29
CPE-INFL (cm)	-0.18	-0.13	-0.09	-0.15	0.47*	0.10	-0.12	-0.08	0.06	-0.12	0.15	0.15	0.65**
CPE-FR (cm)	0.37	0.37	0.04	0.17	-0.27	0.56**	-0.30	0.13	-0.26	-0.11	0.02	0.46*	0.24
CFR (cm)	-0.24	-0.14	0.15	0.15	0.09	0.81**	-0.13	0.29	-0.32	-0.33	-0.18	0.37	0.45*
DFR (cm)	-0.18	-0.14	0.24	0.28	-0.42*	0.96**	-0.14	0.21	-0.34	-0.38*	0.01	0.83**	0.27
RCFR-DFR	-0.09	-0.01	-0.07	-0.20	0.64**	-0.22	0.00	0.09	0.03	0.07	-0.20	-0.54**	0.27
CCAV-FR (cm)	-0.14	-0.13	0.23	0.24	-0.55**	0.87**	-0.11	0.18	-0.31	-0.37	0.15	0.90**	0.21
AT	-0.67**	-0.57**	-0.10	0.10	0.27	0.31	-0.26	0.22	-0.34	-0.81**	-0.08	0.13	0.39*
PFSE (g)	-0.16	-0.14	0.39*	0.14	-0.43*	0.77**	-0.08	0.07	-0.30	-0.38	0.23	0.98**	0.33
DSE (cm)	-0.42*	-0.22	-0.11	0.02	0.70**	0.18	0.07	0.11	-0.18	-0.38*	-0.08	-0.11	0.82**
RCSE-DSE	0.27	0.13	0.11	0.12	-0.65**	0.24	-0.08	-0.23	0.14	0.20	0.03	0.56**	-0.08

* e ** = significativos a 5 e 1%, respectivamente pelo teste *t*. Descritores selecionados: AP8 = Altura da planta aos 8 meses; DC8 = Diâmetro do caule aos 8 meses; AP12 = Altura da planta aos 12 meses; CFO = Comprimento das folhas; LFO = Largura das folhas; CPEC = Comprimento do pecíolo da folha; CCOR = Comprimento da corola da flor; CPE-INFL = Comprimento do pedúnculo da inflorescência; CPE-FR = Comprimento do pedúnculo do fruto; CFR = Comprimento do fruto; DFR = Diâmetro do fruto; RCFR-DFR = Razão entre comprimento e diâmetro de fruto; CCAV-FR = Comprimento da cavidade central do fruto; AT = Acidez titulável; PFSE = Massa fresca das sementes; DSE = Diâmetro das sementes; RCSE-DSE = Razão entre o comprimento e o diâmetro das sementes. Descritores descartados: DC12 = Diâmetro do caule aos 12 meses; DINT = Comprimento médio dos internódios, até a altura dos primeiros frutos; APFR = Altura dos primeiros frutos; RCFO-LFO = Razão entre comprimento e largura das folhas; NFL-INFL = Número de flores por inflorescência; PFR = Massa do fruto; ECAS-FR = Espessura da casca do fruto; FIR-FR = Firmeza do fruto, medida em libras; SS = Sólidos solúveis, medido em graus brix; RSS-AT = Razão entre SS e AT; PH = pH do fruto; PSSE = Massa seca das sementes; CSE = Comprimento das sementes.

Embora os descritores de frutos ECAS-FR, FIR-FR e SS tenham sido descartados em função da reduzida contribuição para a variação dos 27 genótipos de mamoeiro, os mesmos são importantes para avaliação e seleção de cultivares de mamoeiro. O fato desses descritores não estarem correlacionados com aqueles selecionados pode indicar a possibilidade de informação incremental no processo de descrição de genótipos de mamoeiro, cuja amplitude de valores pode ser bastante ampla (Tabela 8) (Oliveira et al., 2010b).

Oliveira et al. (2010a) estimaram correlações e promoveram estudos sobre a análise de trilha para diversas características morfoagronômicas do mamoeiro. Algumas das características são comuns ao presente trabalho e indicam consistência nas estimativas, sobretudo em relação ao valor absoluto das correlações. Esses resultados corroboram o fato de que os descritores descartados ECAS-FR, FIR-FR e SS não apresentam correlações altas e significativas com a maioria dos descritores selecionados, e que portanto podem, em futuros estudos com genótipos de ampla diversidade, a exemplo de germoplasma, ser de grande utilidade.

Com relação aos descritores multicategóricos, seis características não foram informativas por apresentarem somente uma classe, como a coloração da corola da flor, cor do pedúnculo da inflorescência/flor, forma da folha, presença de pubescência e cerosidade na folha e a textura da superfície do fruto (Tabela 9). Observações de campo (dados não apresentados) indicam que a variação para estas características, mesmo quando se analisa o germoplasma da espécie, é pequena, sendo portanto, passíveis de serem descartadas no processo de caracterização destes materiais.

As outras características apresentaram genótipos divididos em duas diferentes classes (ANTPE, COR-FR, ABTECPLA, ARE-FR, ABSEM-FR e COR-CAU), três classes (FDIS-FR, FPRO-FR, CPE, CORPOL-FR, QMUC e FSEM), quatro classes (FCAC-FR e COR-SEM) e cinco classes (FFR) (Tabela 9). As baixas correlações observadas entre estas características indicam, que quando analisadas conjuntamente, apresentam alto potencial de discriminação dos genótipos de mamoeiro.

Tabela 9. Distribuição de classes (%) observadas em relação aos descritores qualitativos selecionados e descartados, avaliados em 27 genótipos de mamoeiro. Cruz das Almas, BA, 2011.

Descritor	Classe								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
COR-CORL	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-
FFR	3,70	7,41	11,11	22,22	-	55,56	-	-	-
FDIS-FR	11,11	77,78	-	-	11,11	-	-	-	-
FPRO-FR	44,44	51,85	3,70	-	-	-	-	-	-
CORPE-INFL	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-
FFO	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-
PUFO	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-
SEFO	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-
ANTPE	48,15	-	-	-	-	-	-	-	51,85
CPE	48,15	29,63	22,22	-	-	-	-	-	-
FCAC-FR	18,52	55,56	22,22	3,70	-	-	-	-	-
CORPOL-FR	33,33	7,41	59,26	-	-	-	-	-	-
COR-FR	-	-	7,41	92,59	-	-	-	-	-
ABTECPLA	-	-	29,63	70,37	-	-	-	-	-
ARE-FR	29,63	-	-	-	-	-	-	-	70,37
ABSEM-FR	-	-	77,78	-	-	-	22,22	-	-
TESU-FR	100,00	-	-	-	-	-	-	-	-
QMUC	25,93	55,56	18,52	-	-	-	-	-	-
COR-SEM	-	22,22	33,33	25,93	18,52	-	-	-	-
FSEM	44,44	37,04	18,52	-	-	-	-	-	-
COR-CAU	62,96	-	-	-	37,04	-	-	-	-

*COR-CORL = Cor da corola; FFR = Forma do fruto; FDIS-FR = Forma da extremidade distal do fruto; FPRO-FR = Forma da extremidade proximal do fruto; CORPE-INFL = Cor do pedúnculo da inflorescência; FFO = Forma das folhas; PUFO = Presença de pubescência nas folhas; SEFO = Presença de cerosidade nas folhas; ANTPE = Presença de antocianina no pecíolo da folha; CPE = Coloração do pecíolo; FCAC-FR = Forma da cavidade central do fruto; CORPOL-FR = Cor da polpa; COR-FR = Cor do fruto maduro; ABTECPLA = Abundância de tecido placentar; ARE-FR = Presença de arestas no fruto; ABSEM-FR = Abundância de sementes; TESU-FR = Textura da superfície do fruto maduro; QMUC = Quantidade de mucilagem; COR-SEM = Cor das sementes; FSEM = Forma das sementes; COR-CAU = Cor do caule.

Para os descritores restantes, após a obtenção e análise dos coeficientes de correlação de Pearson, foram descartadas as características “Forma da extremidade proximal do fruto” e da “Cavidade central do fruto”, por apresentarem correlações significativas com pelo menos três descritores selecionados (Tabela 10). Assim, dos 21 descritores multicategóricos analisados, apenas 13 (FFR, FDIS-FR, ANTPE, CPE, CORPOL-FR, COR-FR, ABTECPLA, ARE-FR, ABSEM-FR, QMUC, COR-SEM, FSEM e COR-CAU) foram selecionados para constituírem a lista de descritores mínimos para o mamoeiro (Tabela 10). Neste conjunto de descritores, a existência de correlações significativas foi reduzida a apenas 6% do conjunto de combinações possíveis, de modo a não causar redundância nas informações.

Tabela 10. Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre os descritores qualitativos selecionados e os descartados, avaliados em 27 genótipos de mamoeiro. Cruz das Almas, BA, 2011.

Selecionados	Descartados		Selecionados	Descartados	
	FPRO-FR	FCAC-FR		FPRO-FR	FCAC-FR
FFR	-0,12	-0,04	ARE-FR	0,11	-0,12
FDIS-FR	-0,10	0,16	ABSEM-FR	0,39*	-0,20
ANTPE	-0,17	0,35	QMUC	0,52**	-0,59**
CPE	-0,24	0,36	COR-SEM	-0,03	0,33
CORPOL-FR	-0,01	0,01	FSEM	-0,25	0,45*
COR-FR	0,30	-0,15	COR-CAU	-0,54**	0,51**
ABTECPLA	0,40*	-0,01			

* e ** = significativos a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste *t*. Descritores selecionados: FFR = Forma do fruto; FDIS-FR = Forma da extremidade distal do fruto; ANTPE = Presença de antocianina no pecíolo da folha; CPE = Coloração do pecíolo; CORPOL-FR = Cor da polpa; COR-FR = Cor do fruto maduro; ABTECPLA = Abundância de tecido placentar; ARE-FR = Presença de arestas no fruto; ABSEM-FR = Abundância de sementes; QMUC = Quantidade de mucilagem; COR-SEM = Cor das sementes; FSEM = Forma das sementes; COR-CAU = Cor do caule. Descritores descartados: FPRO-FR = Forma da extremidade proximal do fruto; FCAC-FR = Forma da cavidade central do fruto.

Os descritores morfológicos são os marcadores mais antigos e amplamente difundidos, justamente por terem como vantagens a simplicidade e rapidez na sua avaliação, associado ao baixo custo de análise (Bretting & Widrelechner, 1995). Assim, os descritores multicategóricos associados aos

quantitativos conferem alto poder de discriminação dos genótipos de mamoeiro de forma simples e ágil.

O conjunto de 13 descritores multicategóricos indicou ser suficientemente informativo para uso, juntamente com os 18 descritores quantitativos, na disponibilização de informações primordiais para o melhoramento genético do mamoeiro, bem como para implementação do sistema de proteção de cultivares de mamoeiro e devem compor a lista mínima de descritores para essa espécie. Além disso, as informações obtidas a partir da caracterização da variabilidade genética de *Carica papaya* L. com uso destes descritores mínimos, podem ser utilizadas pelos curadores dos bancos de germoplasma para melhorar a gestão da coleção, por meio de identificações de possíveis trocas na identidade de acessos, mistura de sementes de diferentes acessos, monitoramento da contaminação por sementes ou pólen, bem como no estudo da variabilidade genética e identificação de acessos com potencial para uso no melhoramento genético.

Tendo em vista que a cultura do mamoeiro possui plantas dióicas e hermafroditas (Oliveira et al., 2010a), a polinização aberta ocorre com frequência, sobretudo em áreas não comerciais, onde se mantém no campo plantas femininas, hermafroditas e masculinas. Com isso, ocorre uma série de mudanças nas características fenotípicas de cada acesso, resultando em perda de identidade das variedades introduzidas e mesmo novos genótipos podem surgir, em função de muitos anos de polinização aberta, sem controle.

Por outro lado, é comum que comunidades de pequenos produtores tenham nomes específicos para diferentes cultivares, e mesmo diferentes cultivares podem ter o mesmo nome. Portanto, esse polimorfismo linguístico constitui um obstáculo à identificação de cultivares e, por conseguinte, a sua eventual utilização para programas de pesquisa diferentes (Asudi et al., 2010). Isso também reforça a importância do estabelecimento de descritores mínimos e eficientes para a caracterização dos genótipos de mamoeiro.

CONCLUSÕES

A lista de descritores mínimos para a caracterização de genótipos melhorados de mamoeiro pode ser constituída por 18 descritores quantitativos e 13 multicategóricos relacionados à planta, flor, folhas, frutos e sementes.

O descarte de 40,00 e 38,00% dos descritores quantitativos e multicategóricos, respectivamente, não ocasionaram perdas significativas de informação sobre a descrição dos genótipos de mamoeiro.

A redução do número de descritores pode minimizar os custos de avaliação, além de otimizar os trabalhos de registro e proteção de cultivares de mamoeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ARAÚJO, D.G. de; CARVALHO, S.P.; ALVES, R.M. Divergência genética entre clones de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Willd ex Spreng Schum). **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, p.13-21, 2002.

ARIYO, O.J. Genetic diversity in West African okra (*Abelmoschus caillei*) (A. chev.) Stels - Multivariate analysis of morphological and agronomic characteristics. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.40, p.25-32, 1993.

ASUDI, G.O.; OMBWARA, F.K.; RIMBERIA, F.K.; NYENDE, A.B.; ATEKA, E.M.; WAMOCHO, L.S.; SHITANDA, D.; ONYANGO, A. Morphological diversity of Kenyan papaya germplasm. **African Journal of Biotechnology**, v.9, p.8754-8762, 2010.

BEKELE, F.L.; KENNEDY, A.J.; McDAVID, C.; LAUCKNER, F.B.; BEKELE, I. Numerical taxonomic studies on cacao (*Theobroma cacao* L.) in Trinidad. **Euphytica**, v.75, p.231-240, 1994.

BISHT, I.S.; PATEL, D.P.; NAHAJAN, R.K. Classification of genetic diversity in *Abelmoschus tuberculatus* germplasm collection using morphometric data. **Annual Applied Biology**, v.130, p.325-335, 1997.

BRETTING, P.K.; WIDRLECHENER, M.P. Genetic markers and horticultural germplasm management. **HortScience**, v.30, p.1349-1355, 1995.

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

CRUZ, C. D. Programa Genes - Diversidade Genética. 1. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2008. v. 1. 278 p.

CURY, R. **Dinâmica evolutiva e caracterização de germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) na agricultura autóctone do Sul do Estado de São Paulo**. 1993. 103p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

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.

DANTAS, J.L.L.; PINTO, R.M.S.; LIMA, J.F.; FERREIRA, F.R. Catálogo de germoplasma de mamão (*Carica papaya* L.). Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. 40p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura, **Documentos, 94**).

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

FAO Agriculture. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 10 Abr. 2011.

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

MARTEL, J.H.I.; FERRAUDO, A.S.; MÔRO, J.R.; PERECIN, D. Estatística multivariada na discriminação de raças amazônicas de pupunheiras (*Bactris gasipaes* Kunth.) em Manaus (Brasil). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, p.115-118, 2003.

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

OLIVEIRA, M.S.P.; FERREIRA, D.F.; SANTOS, J.B. Seleção de descritores para caracterização de germoplasma de açaizeiro para produção de frutos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1133-1140, 2006.

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

OLIVEIRA, E.J.; SILVA, A.S.; CARVALHO, F.M.; SANTOS, L.F.; COSTA, J.L.; AMORIM, V.B.O.; DANTAS, J.L.L. Polymorphic microsatellite marker set for *Carica papaya* L. and its use in molecular-assisted selection. **Euphytica**, v.173, p.279-287, 2010b.

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.

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

SINGH, A.K.; BAJPAI, A.; SINGH, A. Classification of morpho-agronomic variability in papaya for developing elite cultivar. **Acta Horticulturae**, v.851, p.137-144, 2010.

STRAPASSON, E.; VENCOVSKY, R.; BATISTA, L.A.R. Seleção de descritores na caracterização de germoplasma de *Paspalum* sp. por meio de componentes principais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.373-381, 2000.

SUGIMURA, Y.; ITANO, M.; SALUD, C.D.; OTSUJI, K.; YAMAGUCHI, H. Biometric analysis on diversity of coconut palm: cultivar classification by botanical and agronomical traits. **Euphytica**, v.98, p.29-35, 1997.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados decorrentes da avaliação da variação de 30 descritores quantitativos que fazem parte da lista de descritores proposta para o mamoeiro, relacionados à planta, folhas, flores, frutos e sementes em 27 genótipos de mamão observou-se que mesmo após diversos ciclos de seleção e melhoramento, os genótipos mostraram amplo polimorfismo para os descritores avaliados. Para todos esses descritores a maior parte da variação fenotípica foi devida à variância genotípica, com a maioria (80%) das estimativas de herdabilidade (h^2) sendo superior a 80,46%, o que revelou seu potencial de uso na discriminação de genótipos quando do registro e proteção de cultivares de mamoeiro.

Por outro lado, a definição de uma lista de descritores suficiente e mínima para distinguir genótipos de mamoeiro de forma rápida e precisa indicou que na análise simultânea dos métodos de Singh e seleção direta, 60% dos descritores quantitativos foram selecionados por maximizar a variação total dos genótipos. Quanto aos descritores multicategóricos, analisados por correlação, seis foram monomórficos e dois mostraram-se altamente correlacionados com outras características, sendo descartados.

Com isso, a lista de descritores mínimos do mamoeiro para fins de proteção de variedades e classificação dos genótipos pode ser constituída por 18 características quantitativas e 13 multicategóricas, com alta contribuição para a variação total e baixa correlação com as demais, sendo que o descarte de 40,00 e 38,00% dos descritores quantitativos e multicategóricos, respectivamente, não ocasionaram perdas significativas de informação sobre a descrição dos genótipos de mamoeiro.

Assim sendo, espera-se que o estabelecimento desta nova lista de descritores mínimos, mais reduzida, constitua-se em importante ferramenta a ser utilizada para os trabalhos de registro e proteção de cultivares de mamoeiro, modificando a realidade atual destes processos em relação a esta cultura.