

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

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DE NOVAS LINHAGENS E
HÍBRIDOS DE MAMOEIRO (*Carica papaya* L.)**

RANGEL SALES LUCENA

CRUZ DAS ALMAS - BA
ABRIL - 2013

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DE NOVAS LINHAGENS E
HÍBRIDOS DE MAMOEIRO (*Carica papaya* L.)**

RANGEL SALES LUCENA

Engenheiro Agrônomo
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2010

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

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA
MESTRADO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA - 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

L935

Lucena, Rangel Sales Lucena.

Caracterização de novas linhagens e híbridos de mamoeiro (*Carica papaya L.*) / Rangel Sales Lucena. _ Cruz das Almas, BA, 2013.

122f.; il.

Orientador: Jorge Luiz Loyola Dantas.

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

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

CDD: 634.651

**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
RANGEL SALES LUCENA**

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

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

Profa. Dra. Ronielli Cardoso Reis
Embrapa Mandioca e Fruticultura - CNPMF

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

À minha amada esposa Samira,
Aos nossos abençoados Ruan e Rian,
Aos meus pais Sergio e Sonia,
e a todos que torceram por mim.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por conceder-me o dom da vida.

À minha família, em especial meus filhos Ruan e Rian, minha esposa Samira, meus pais Sergio e Sonia, irmão, tios, tias e avós, por compreender alguns momentos de ausência em prol de uma boa causa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jorge Luiz Loyola Dantas, pela oportunidade de realização do trabalho, por acreditar e confiar em mim, pela presteza na orientação e, principalmente, pela contribuição imensurável para minha formação profissional.

Ao Programa de Pós-graduação de Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, pela oportunidade concedida para a realização do curso de mestrado.

À Embrapa Mandioca e Fruticultura, pela infraestrutura e por conceder condições necessárias para a execução do trabalho.

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

Aos professores do curso de Recursos Genéticos Vegetais da UFRB, pela troca de conhecimento.

À Equipe de Mamão, pelo suporte na execução das atividades e pelo convívio agradável, em especial a Celeste, Sr. Pereira, Renildo, Jobson, Everson, Reisângela, Eliane, Larissa, Rosemar, Ana Marques e ao Dr. Loyola.

Aos colegas do curso de RGV, Alberico, Celma, Cícera, Mariane, Janaira, Lucas, Yslai, Maiany e Rafaella.

À Residência Universitária Hospital, pelo ambiente agradável, pelas amizades consolidadas (Badogue, Fucinho, Zumbi, Edgar, China, Jaivaldo, Teixeira e Zé) e por sempre recordar de ótimas lembranças.

Aos amigos Diego “Dimenor”, Marlos “Cúrio”, Tiago, Antônio Marcos, Zé Luís e Adailson, pelas inúmeras resenhas...

A todos que, de forma direta e indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

Página

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO..... 1

Capítulo I

AVALIAÇÃO DE LINHAGENS E HÍBRIDOS DE MAMOEIRO QUANTO AOS CARACTERES AGRONÔMICOS E DE QUALIDADE DE FRUTOS..... 24

Capítulo II

ANÁLISE DIALÉLICA E ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM LINHAGENS E HÍBRIDOS DE MAMOEIRO..... 52

Capítulo III

DIVERGÊNCIA GENÉTICA POR MEIO DE CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS E DE QUALIDADE DE FRUTOS DE LINHAGENS E HÍBRIDOS DE MAMOEIRO..... 95

CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 110

ANEXOS..... 112

CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DE NOVAS LINHAGENS E HÍBRIDOS DE MAMOEIRO (*Carica papaya* L.)

Autor: Rangel Sales Lucena

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luiz Loyola Dantas

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar o potencial agronômico de linhagens e híbridos de mamoeiro sintetizados pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, visando identificar e selecionar genótipos com boas características agronômicas, passíveis de exploração no programa de melhoramento genético e uso direto no sistema de produção de mamão. Avaliou-se 22 genótipos (oito linhagens, doze híbridos e duas testemunhas: Sunrise Solo e Tainung nº 1) em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, contendo seis plantas por parcela. Para a maioria dos caracteres avaliados observou-se diferenças significativas a 1% e 5% de probabilidade, exceto para diâmetro do caule. A linhagem L60 e o híbrido H10.60 se destacaram com as menores médias para AIPF e AP, e não diferiram estatisticamente entre si. Para produtividade observou-se ampla variabilidade entre os tratamentos, sendo que 75% das linhagens e híbridos superaram as testemunhas. Mais de 50% dos genótipos obtiveram médias de SS superiores a 12°Brix. Os caracteres NFC, NFD, CF, PF, FP, SS e pH apresentaram índice de variação (CV_g/CV_e) maior que a unidade, indicando predominância de efeitos genéticos. Em relação aos coeficientes de correlação observou-se associações de interesse agronômico entre os caracteres APF x AP, NFC x NNSF e NFC x PROD. A análise dialélica evidenciou a importância dos efeitos gênicos aditivos e não-aditivos para maioria dos caracteres avaliados, destacando os híbridos H10.26, H10.60 e H60.72, que apresentaram potencial para aumento das características referentes a produtividade e para o teor de sólidos solúveis, com base nas estimativas da capacidade geral e específica de combinação. Por fim, o método de agrupamento UPGMA constatou a eficiência da seleção de genitores geneticamente divergentes para compor a análise dialélica visando desenvolver híbridos de mamoeiro com boas características agronômicas e de qualidade de frutos.

Palavras chave: Melhoramento, variação genética, análise dialélica.

AGRONOMIC CHARACTERIZATION OF NEW PAPAYA (*Carica papaya* L.) LINES AND HYBRIDS

Author: Rangel Sales Lucena

Adviser: Prof. Dr. Jorge Luiz Loyola Dantas

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the agronomic potential of papaya lines and hybrids synthesized by Embrapa Cassava & Fruits, aiming to identify and select genotypes with good agronomic characteristics, exploitable in breeding program and direct use in the papaya production system. It was evaluated 22 genotypes (eight lines, twelve hybrids and two witnesses: Sunrise Solo and Tainung n^o 1) in a randomized block design with four replications of six plants per plot. For most characters it was observed significant differences at 1% and 5% probability, except for stem diameter. The L60 line and H10.60 hybrid stood out with the lowest averages for AIPF and AP, and were not statistically different. For yield it was observed wide variability among treatments, with 75% of lines and hybrids overcame the witnesses. More than 50% of the genotypes exhibited average SS above 12 ° Brix. The characters NFC, NFD, CF, PF, FP, SS and pH showed variation index (CVg / CVe) greater than unity, indicating the predominance of genetic effects. Regarding the correlation coefficients it was observed associations between agronomic characters APF x AP, NNSF x NFC and NFC x PROD. The diallel analysis highlighted the importance of additive and non-additive genetic effects for most characters, highlighting the hybrids H10.26, H10.60 and H60.72, which showed potential for increasing yield and characteristics related to the content soluble solids, based on the ability of estimates general and specific combining. Finally, the clustering method UPGMA showed the efficiency of genetically divergent parental selection to compose the diallel analysis, in order to develop papaya hybrids with good agronomic characteristics and fruit quality.

Keywords: Breeding, genetic variation, diallel analysis.

INTRODUÇÃO

Aspectos econômicos da cultura

A família Caricaceae apresenta grande importância econômica na produção de frutos por parte de sua principal espécie, *Carica papaya* L., amplamente cultivada na região dos trópicos (Heywood, 1985).

Atualmente o Brasil se destaca como o segundo maior produtor de mamão, superado apenas pela Índia. O país produziu um volume de 1,87 milhão de toneladas de mamão no ano agrícola de 2010, correspondendo a 16,67% da produção mundial (FAO, 2012).

O mamão é uma das frutas de grande importância econômica para o agronegócio brasileiro. Em 2010 o país lucrou em torno de US\$ 35,12 milhões com as exportações da fruta, sendo que no ano seguinte (2011) houve aumento de 10% nas vendas de mamão para o mercado externo (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2012).

As principais regiões produtoras de mamão no país são Nordeste e Sudeste, especificamente a microrregião do extremo sul da Bahia e o norte do Espírito Santo. Os estados da Bahia e Espírito Santo produzem o equivalente a 81% da produção nacional, sendo a Bahia o primeiro produtor brasileiro.

Além de importante em termos econômicos, a cultura do mamão também apresenta grande importância social, com geração de empregos diretos e indiretos, tendo em vista que os tratamentos culturais, colheita e a comercialização ocorrem durante o ano todo, garantindo a permanência do homem do campo na zona rural e diminuindo significativamente o êxodo rural.

Centro de origem e de diversidade

O mamoeiro é bastante cultivado em países da América Tropical, possivelmente seu centro de origem (Dantas & Lima, 2001), onde encontra condições climáticas excelentes para seu crescimento e desenvolvimento.

O local de origem do mamoeiro ainda é um tema muito discutido; alguns autores mencionam o sul do México, outros citam as terras baixas da América

Central e as Antilhas (Dantas et al., 2002). Atualmente, considera-se como centro de origem do mamoeiro o noroeste da América do Sul, na parte alta da bacia amazônica. Lorenzi et al. (2006) consideram o centro de origem e dispersão a América tropical como um todo.

Em relação à espécie *Carica papaya* L., evidências indicam que o centro de origem é a América Central, mais precisamente Sul do México e Costa Rica, onde sua diversidade genética é máxima, caracterizando-o como uma planta tipicamente tropical.

Aspectos botânicos

A família Caricaceae compreendia 31 espécies, distribuída em três gêneros (*Carica*, *Jaracatia* e *Jarilla*) da América tropical e um quarto gênero, *Cylicomorpha*, da África equatorial (Nakasone e Paul, 1998). No entanto, após uma revisão taxonômica, algumas espécies formalmente distribuídas no gênero *Carica* foram reclassificadas no gênero *Vasconcella* (Badillo, 2000). Dessa forma, a classificação da família Caricaceae foi revisada para compreender *Cylicomorpha* e cinco gêneros das Américas do Sul e Central - os gêneros *Carica*, *Jaracatia*, *Jarilla*, *Horovitzia* e *Vasconcella*. Nessa nova classificação, *Carica papaya* é a única espécie do gênero *Carica* (Badillo, 2000).

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) pertence à família Caricaceae, que por sua vez possui 6 gêneros e 35 espécies (Badillo, 2000; Van Droogenbroeck et al., 2002). Os gêneros *Carica* (uma espécie), *Horovitzia* (uma espécie), *Jaracatia* (7 espécies), *Jarilla* (três espécies) e *Vasconcella* (21 espécies) são originários do continente americano, enquanto o gênero *Cylicomorpha* (duas espécies) pertence ao continente africano (Van Droogenbroeck et al., 2004).

O mamoeiro é diploide com $2n=2x=18$ cromossomos, ou seja, possui número básico de cromossomos haploides ou genoma $n=9$ (Storey, 1941) e o tamanho do genoma em torno de 372 Mbp (Arumuganathan e Earle, 1991). A resistência a doenças que atacam o mamoeiro tem sido registrada no conjunto gênico de *Vasconcella*, como a resistência a *Asperisporium caricae* encontrada em *V. cundinamarcensis*; resistência a fitoplasma encontrada em *V. parviflora* e a *Phytophthora palmivora* encontrada em *V. goudotiana* (Drew et al., 1998). Segundo Manshardt & Wenslaff (1989), a obtenção de híbridos entre os gêneros *Carica* e *Vasconcella* tem sido limitada por instabilidades pós-zigóticas, como

aborto de embriões e infertilidade dos híbridos, representando uma importante barreira para o sucesso da introgressão de genes de resistência nas cultivares comerciais de *C. papaya*.

Oliveira et al. (1994) e Silva & Tassara (1996) descrevem o mamoeiro como uma árvore tipicamente tropical, lactescente, de tronco oco, herbáceo lenhoso, contendo grande folhas na região apical. As folhas são grandes, com 20 a 60 cm, glabras, de contorno suborbicular, partidas em sete lóbulos oblongos, sinuosos ou lanceolados, alternas, com até 70 cm de diâmetro, lâminas ovais ou orbiculares, 7-13 nervadas, profundamente palmatilobadas, verde-claro mate na face superior e verde brancacento pálido na face inferior, revestida de material ceroso. Pecíolo longo, fistuloso, verde-pálido ou vermelho-vinoso, geralmente de 50 a 70 cm de comprimento, podendo alcançar até um metro (Medina et al., 1989).

O sistema radicular do mamoeiro é pivotante, com ramificações radiais (Dantas e Castro Neto, 2000). Segundo Luna (1986), podem desenvolver até duas vezes a altura da planta, e explorar uma camada de solo com uma profundidade de até um metro.

O fruto é uma baga, descrito como ovoide, esférico ou piriforme, podendo ter outras classes a depender do tipo de flor. Possui tamanhos variados, com 2 a 10 cm de comprimento por 1,5 a 6 cm de largura (tamanho pequeno) até muito grandes. A casca é fina, com coloração que varia de amarelo claro a laranja, e espessura que varia de 2,5 a 5,0 cm. A cor da polpa comumente é amarela, alaranjada ou avermelhada (Badillo, 1993).

Biologia floral e herança do sexo

O mamoeiro apresenta um polimorfismo muito grande no que concerne à sua biologia floral, podendo apresentar até trinta e duas diferentes variações de formas florais (Simão, 1971). Assim sendo, as flores do mamoeiro têm sido classificadas de diferentes modos por diversos autores, em função da diversidade de formas florais observadas no campo.

De acordo com Horovitz (1954), o mamoeiro apresenta plantas unissexuais femininas ou ginóicas, unissexuais masculinas ou andróicas e hermafroditas ou andromonóicas, de modo que as populações oriundas destes diferentes tipos de indivíduos se distinguem em: populações dióicas, constituídas de plantas com

flores femininas (ginóica) e plantas com flores masculinas (andróicas); populações ginóicas-andromonóicas, constituídas de plantas com flores femininas (ginóicas) e plantas com flores hermafroditas (andromonóicas); populações andromonóicas-trióicas: constituídas por indivíduos ginóicos, andróticos e andromonóticos.

Em 1988, o *International Board for Plant Genetic Resources* (IBPGR), atualmente, *Bioversity International*, em sua publicação sobre “Descritores para mamão”, sugere apenas três tipos de formação sexual: hermafrodita, feminina e masculina. As demais variações são atualmente consideradas anomalias florais.

A flor masculina caracteriza-se por ocorrer em pedúnculos longos, originados nas axilas das folhas localizadas na parte superior do mamoeiro. O órgão masculino é constituído por 5 pares de estames funcionais, soldados às pétalas e dispostos em duas séries de verticilos, sendo cinco superiores e cinco inferiores. O órgão feminino possui ovário muito rudimentar e geralmente estéril, entretanto, em certas épocas do ano, as plantas do sexo masculino podem produzir algumas flores hermafroditas, oriundas da alteração ou desenvolvimento do pistilo rudimentar, dando origem a frutos denominados mamões-machos.

A flor feminina é do tipo pentâmero, com cálice gamossépalo e corola dialipétala, é formada em pedúnculos curtos e inserida nas axilas foliares. O órgão feminino é composto de um ovário grande arredondado, afunilando-se para o ápice e apresentam cinco estigmas em formato de leque. Origina frutos arredondados e ovalados, apresentando grande cavidade interna em relação à espessura da polpa (Marin & Gomes, 1986).

As flores hermafroditas possuem pedúnculos curtos nas axilas foliares, pétalas soldadas na base ou até quase a metade do seu comprimento. O órgão feminino é constituído de um ovário, geralmente alongado, com variação piriforme a cilíndrico. O órgão masculino apresenta de cinco a dez estames funcionais, com anteras de cor amarela (Marin & Gomes, 1986). Segundo Couto e Nacif (1999), as flores hermafroditas estão sujeitas a variações decorrentes de estímulos externos, principalmente devidas a determinadas condições ambientais.

Holfmayer (1938) e Storey (1941), trabalhando separadamente, estabeleceram hipóteses semelhantes sobre a determinação do sexo em mamoeiro da espécie *Carica papaya* L., verificando a ocorrência de um alelismo múltiplo (três alelos) em que m determina a feminilidade; M_1 a masculinidade e M_2

o hermafroditismo. De acordo com Storey (1953), as formas M_1M_1 , M_2M_2 e M_1M_2 são responsáveis pela letalidade.

Conforme descrito por Holmayer (1938), a ação do vento, dos insetos ou do próprio homem, promove a ocorrência dos seguintes casos de cruzamentos entre os três tipos de flores:

Flor Masculina x Flor Feminina: nesse tipo de cruzamento as sementes produzidas poderão originar 50% de plantas masculinas e 50% de plantas femininas, aproximadamente.

Flor Hermafrodita x Flor Feminina: as sementes obtidas desse cruzamento deverão dar origem a 50% de plantas hermafroditas e 50% de plantas femininas. Esse tipo de cruzamento não é desejável em plantios comerciais, devido à excessiva população de plantas femininas.

Flor Masculina x Flor Hermafrodita: as sementes desse cruzamento normalmente produzirão uma geração de descendentes em uma proporção de aproximadamente 33,33% de plantas hermafroditas, 33,33% de plantas masculinas e 33,33% de plantas femininas. Esse tipo de cruzamento é indesejável em condições de cultivos comerciais, pois origina plantas masculinas improdutivas e plantas femininas com baixo valor comercial.

Flor Hermafrodita x Flor Hermafrodita: nesse cruzamento serão produzidas sementes que deverão originar em torno de 66,66% de plantas hermafroditas e 33,33% de plantas femininas.

Melhoramento genético do mamoeiro

Apesar da facilidade de cultivo e do grande consumo do mamão, a cultura apresenta vários problemas para sua expansão, entre eles, a reduzida oferta de material melhorado para exploração comercial (Foltran et al., 1993).

Normalmente ao se iniciar um programa de melhoramento genético de determinada cultura, é necessário conhecer a diversidade genética existente para melhor explorar essas diferenças genéticas (Pereira e Pereira, 2006). Segundo Martins et al. (2003), para que um programa de melhoramento atinja seus objetivos finais, é imprescindível definir precisamente os critérios de seleção e as características a serem avaliadas.

Storey (1953) relata que existe uma grande diversidade de tipos de mamoeiro no mundo, com características desejáveis em um programa de

melhoramento. Esse autor cita que um dos métodos de melhoramento mais usados na cultura do mamoeiro é o estudo da capacidade combinatória para produção de híbridos, que consiste em reunir genótipos em um mesmo local e selecionar, dentre eles, aqueles que apresentam características mais desejáveis para serem usados nos cruzamentos.

Os programas de melhoramento do mamoeiro visam melhorar características relacionadas à própria planta e ao fruto, como vigor, ausência de ramificação lateral, frutificação precoce, baixo porte das plantas, ausência ou ocorrência mínima de carpeloidia, pentandria e esterilidade de verão, resistência a doenças e pragas, alta produção, uniformidade do tamanho do fruto, polpa espessa e cavidade ovariana pequena, alto teor de sólidos solúveis e longevidade dos frutos na pós-colheita (Luna, 1986; Giacometti e Ferreira, 1988).

De acordo com Rodrigues (1998), o aumento da base genética do mamoeiro é um ponto de grande importância dentro do programa, pois aumenta a possibilidade de obter ganho genético por seleção, aumentando a chance de obtenção de novas variedades e híbridos.

Atualmente, poucas cultivares são utilizadas para plantios comerciais no Brasil, o que contribui para uma estreita base genética, implicando vulnerabilidade a doenças e pragas. As cultivares mais plantadas do grupo Solo são Sunrise Solo e Golden. Em geral apresentam frutos de casca lisa, polpa vermelho-alaranjada, de tamanho pequeno (350 a 600 g), sendo preferidos para exportação. Do grupo Formosa, o mais cultivado é Tainung nº 1, que é importado de Kaohsiung (Taiwan) por US\$ 3.500-4.000/kg da semente (MARIN et al., 2006). O alto custo da semente tem incentivado os produtores brasileiros a utilizarem as próprias sementes dos híbridos nas gerações F_2 , F_3 , F_4 etc., o que leva à perda das características do híbrido original, produzindo frutos com qualidade inferior e fora do padrão comercial (Costa & Pacova, 2003). Isso evidencia a necessidade de fortalecimento dos programas de melhoramento que tenham como objetivo ampliar a base genética atual e gerar novas cultivares com tolerância ou resistência às principais doenças e com características agronômicas desejáveis, visando atender as exigências do mercado interno e externo (Dantas & Lima, 2001).

Hamilton (1954) detectou vigor híbrido na geração F_1 proveniente de cruzamentos entre genitores do grupo Solo e outros genitores contrastantes entre

si, porém o mesmo não foi observado quando os híbridos eram provenientes de genótipos do grupo Solo. No município de Conceição do Almeida, BA, Sampaio et al. (1983) conduziram os primeiros trabalhos para obtenção de híbridos de mamão, na tentativa de obter um híbrido com boa produção e resistência à *Phytophthora parasitica*, resultantes dos cruzamentos entre Sunrise Solo x A-G e entre K-77 x Tailândia.

Vislumbrando o grande potencial do mercado de híbridos, a Embrapa Mandioca e Fruticultura iniciou em 1995 a autofecundação de alguns acessos disponíveis no Banco Ativo de Germoplasma de Mamão (BAG-Mamão), em Cruz das Almas, BA, objetivando a formação de um banco de linhagens e de seus híbridos obtidos por meio de intercruzamentos dialélicos. As linhagens e híbridos sintetizados têm que ser avaliados agronomicamente sob diferentes condições ambientais, antes de serem recomendadas. Nessas avaliações são obtidas informações sobre a adequação aos padrões de comercialização e os efeitos inerentes à interação genótipo x ambiente. Nesse caso, o melhoramento genético do mamoeiro poderá contribuir substancialmente para aumentar a disponibilidade de híbridos, mais produtivos, com melhor qualidade de fruto e boa produção de sementes. Desta forma haverá redução dos custos de produção e garantia de maior competitividade da cultura, evitando-se o caráter itinerante que caracteriza o mamoeiro (Dantas & Oliveira, 2009).

Dias et al. (2011) avaliaram 27 genótipos de mamoeiro entre cultivares, variedades melhoradas, variedades locais e linhagens pertencentes ao programa de melhoramento genético da Embrapa Mandioca e Fruticultura, a partir de descritores quantitativos, verificando a existência de ampla variabilidade genética entre os genótipos, o que possibilita seu uso em programa de melhoramento genético como parentais, por apresentarem características de interesse agrônômico.

Em 2002, foi lançado o primeiro híbrido de mamão brasileiro, denominado de Caliman / UENF01 e popularmente conhecido como Calimosa, desenvolvido pela Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), em parceria com a Empresa Caliman Agrícola S/A (JORNAL DA CIÊNCIA, 2003). Esse híbrido representa uma alternativa para o cultivo do mamoeiro no país, sendo uma alternativa mais acessível para os produtores, tornando-os independentes da importação de sementes (Pereira, 2009).

O Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) é outra instituição brasileira que vem desenvolvendo pesquisas em melhoramento genético na cultura do mamoeiro e recentemente lançou uma nova cultivar de mamão do grupo Formosa, de polinização aberta, a 'Rubi INCAPER 511', que permitirá aos produtores obterem suas próprias sementes (Serrano & Cattaneo, 2010).

Cruzamentos dialélicos

A seleção de parentais com base na avaliação "per se" nem sempre conduz a resultados satisfatórios (Allard, 1971). Assim, a escolha de parentais deve ser fundamentada na informação genética como um todo e no conhecimento do potencial da capacidade combinatória dos parentais (Ahmed et al., 1998).

A identificação de linhagens parentais com boa capacidade combinatória pode ser feita utilizando os métodos de análise dialélica que promovem estimativas de parâmetros úteis na seleção de genitores para a hibridação e no entendimento dos efeitos genéticos envolvidos na determinação dos caracteres (Cruz et al., 2004).

De acordo com Griffing (1956), a análise dialélica além de proporcionar informações importantes, como capacidade geral e específica de combinação, geram informações a respeito de variâncias genéticas, herdabilidade e efeito recíproco, dependendo do método e do modelo utilizado.

Cruz et al. (2004) relataram diversos tipos de análise dialélica: Balanceados, Parciais, Circulantes, Incompletos e Desbalanceados. Desses, os mais aplicados são os dialelos balanceados, propostos por Hayman (1954), que presta informações sobre o mecanismo básico de herança dos caracteres, dos valores genéticos dos parentais e do limite da seleção; o método proposto por Griffing (1956), pelos quais são estimados os efeitos da capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC) e o método de Gardner e Eberhart (1966), no qual são avaliados os efeitos de variedades e heterose varietal.

Entre os métodos citados acima, o método proposto por Griffing (1956) é o mais utilizado, devido à sua generalidade, uma vez que os parentais podem ser

clones, linhas puras, linhas endogâmicas ou populações de autofecundação ou de cruzamento, considerando-se ainda as facilidades de análise e interpretação.

Conforme a metodologia proposta por Griffing (1956), o método experimental pode variar se os parentais ou cruzamentos recíprocos são incluídos na análise, em que cada método requer uma forma diferente de análise, descritos a seguir:

Método 1: são incluídos os parentais, o grupo de híbridos F_1 e seus recíprocos (todas as p^2 combinações);

Método 2: são incluídos os parentais e o grupo de híbridos F_1 ; ($[p(p+1)]/2$ combinações);

Método 3: são incluídos o grupo de híbridos F_1 e seus recíprocos; ($[p(p-1)]$ combinações);

Método 4: é incluído apenas o grupo de híbridos F_1 ; ($[p(p-1)]/2$ combinações).

Segundo Vencovsky (1970), a capacidade geral de combinação (CGC) refere-se ao comportamento médio de uma linhagem em uma série de combinações híbridas e a capacidade específica de combinação (CEC) refere-se ao comportamento de duas linhagens quando cruzadas entre si.

As estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) fornecem informações a respeito das potencialidades do parental em gerar combinações favoráveis à formação de genes predominantemente aditivos em seus efeitos. Quanto mais altas forem essas estimativas, positivas ou negativas, determinado parental será considerado muito superior ou inferior aos demais incluídos no dialelo (CRUZ et al., 2004). A CGC indica os melhores parentais em um programa de melhoramento que visa desenvolver novas variedades. Marin (2001), em seu estudo com mamoeiro, identificou genótipos que apresentavam maiores valores de CGC, e que poderiam ser explorados como parentais no programa de melhoramento.

A capacidade específica de combinação é o desvio do desempenho de um cruzamento particular da média da CGC (Falconer, 1987). A combinação híbrida mais favorável deve ser aquela que apresentar maior estimativa de capacidade específica de combinação e que seja resultante de um cruzamento em que pelo menos um dos genitores apresente elevada capacidade geral de combinação (CRUZ et al., 2004). Vale salientar que dois genitores de elevada CGC nem

sempre irão proporcionar a formação da melhor combinação do dialelo (Cruz e Vencovsky, 1989).

Alguns trabalhos obtiveram resultados relevantes sobre a CEC em mamoeiro, que em breve pode originar novas variedades ampliando a disponibilidade de oferta de cultivares para utilização em plantio comercial. Marin et al. (2006) verificaram combinações híbridas que podem ser indicadas para a obtenção de híbridos com frutos de maior peso e Vivas et al. (2012) identificaram doze híbridos que apresentaram resultados promissores para seleção, com baixos valores de capacidade específica de combinação para resistência à pinta-preta, tanto em folhas quanto em frutos.

Parâmetros genéticos

O estudo dos parâmetros genéticos é importante por permitir identificar a natureza da ação gênica no controle das características quantitativas e avaliar a eficiência das estratégias de melhoramento com o objetivo de obter ganhos genéticos e manutenção da base genética (Cruz & Carneiro, 2003).

Segundo Cruz & Regazzi (2001), o conhecimento da natureza e da magnitude dos efeitos genéticos que controlam determinado caráter apresenta grande importância na seleção e na predição do comportamento de gerações híbridas e segregantes.

De acordo com Silva (2006), na estimação dos parâmetros genéticos tem que ser considerado que as estimativas obtidas são válidas apenas para a população da amostra em estudo e para as condições de ambiente em que o experimento foi conduzido.

Vencovsky (1987) relata que as diferenças observadas entre as estimativas dos parâmetros genéticos em uma determinada espécie são em função dos diferentes métodos utilizados na sua determinação, materiais genéticos analisados, das diferentes condições ambientais, épocas de avaliação e idade do material.

A estimativa da herdabilidade (h^2) e o coeficiente de determinação genotípica (H^2) são parâmetros de grande importância para um programa de melhoramento, pois ela permite antever a possibilidade de sucesso com a seleção, uma vez que reflete a proporção da variação fenotípica que pode ser herdada (Ramalho e Santos, 2000). Segundo Falconer (1987), a herdabilidade e o

coeficiente de determinação genotípica expressam a confiabilidade do valor fenotípico como estimador do valor genético. Para Bruzi et al. (2007), a importância do estudo da herdabilidade (coeficiente de determinação genotípica) está no fato de que a estimativa da herdabilidade evidencia a possibilidade de sucesso com a seleção para determinada característica.

Silva et al. (2008) obtiveram altos valores para os coeficientes de determinação genotípicos para características morfológicas, aos 140 e 260 dias após o transplante, como altura da planta e diâmetro do caule, em populações segregantes de mamoeiro. Para número de frutos totais após 140 dias foi mediano e aos 260 dias observou-se valor elevado.

Variâncias fenotípicas, genotípicas e ambientais são parâmetros que podem ser estimados por este método. Assim, em uma determinada população os fenótipos de cada indivíduo são condicionados a variações ligadas ao caráter genético, ambiental ou pela interação genótipos com ambientes (Borém, 2001).

A variância genética ou genotípica é o componente de variância causado pelas diferenças genéticas entre os indivíduos da população considerada. Quando toda a população é conhecida, tornando o efeito dos genótipos fixo, pode ser obtida apenas sua variabilidade genética. Por outro lado, a variância ambiental, em alguns casos, se confunde com o próprio erro experimental por ser uma medida das fontes de variação não controladas (Borém, 2001).

A correlação é um parâmetro que vem sendo amplamente explorado nos programas de melhoramento, pois possibilita avaliar o quanto um caráter pode afetar os demais, permitindo a realização da seleção indireta para aquele de difícil mensuração. Esse tipo de conhecimento é importante nas diferentes etapas dos programas de melhoramento, sendo o coeficiente de correlação a ferramenta estatística que permite estimar o grau e a natureza das associações, com valores numéricos que variam de +1 a -1 (Cruz et al., 2004). Como a maioria dos programas de melhoramento leva em consideração muitas características simultaneamente, o entendimento da associação genética entre elas pode contribuir para a escolha dos procedimentos de seleção mais apropriados para maximizar o ganho genético por geração (Santos & Vencovsky, 1986).

Poucos são os estudos desenvolvidos com mamão para determinar as relações entre as diferentes características agrônômicas. Silva et al. (2007) trabalharam com estimativa de correlações genotípicas, Oliveira et al. (2010)

trabalharam com correlações genóticas e análise de trilha, e, Silva et al. (2008) e Dias et al. (2011) trabalharam com estimação de parâmetros genéticos.

O coeficiente de variação genético (CVg), se define pela razão entre o desvio padrão genético e a média dos genótipos, expresso em percentagem. Indica, de forma relativa, a presença de variabilidade genética e a possibilidade de mudanças, por meio de seleção, para uma determinada característica (Rodrigues et al., 1998). O coeficiente de variação experimental (CVe) mede a precisão do experimento, e é obtido pela razão entre o desvio padrão e a média do experimento.

Heterose

A expressão “vigor híbrido” em plantas tem sido utilizado há pelo menos 250 anos. O termo híbrido é utilizado quando se refere a indivíduos heterozigotos para vários locus, resultantes de cruzamentos entre indivíduos da mesma espécie, mas que diferem em constituição genética (Freitas e Bered, 2003).

Allard (1971) e Borém e Miranda (2009) descrevem que heterose ou vigor híbrido é o fenômeno pelo qual os descendentes apresentam melhor desempenho, maior vigor ou maior produção do que a média dos pais, sendo definido como o percentual de superioridade dos descendentes em relação à média de produção dos pais. Já a heterobeltiose estima o grau de heterose em relação ao melhor parental, assim deverá apresentar desempenho superior ao do melhor genitor.

Quanto mais divergentes forem as linhagens envolvidas nos cruzamentos, há uma tendência de a heterose ser mais pronunciada. Shull (1908), em sua hipótese da sobredominância, assumiu que a base da heterose era causada pelos genes que em heterozigose eram sempre superiores em relação aos genes em homozigose para o mesmo loco. Dessa forma, os indivíduos F_1 têm um grande número de alelos em heterozigose, podendo expressar um vigor maior em relação aos seus genitores. Já, a hipótese da dominância se fundamenta nas interações de genes dominantes de ambos os pais (Bruce, 1910).

A exploração do vigor híbrido no mamoeiro já ocorre, tendo os efeitos benéficos da heterose para essa cultura sido relatados por Lassoudière (1968) e Mekano e Nakasone (1975). No entanto, é limitada pela baixa disponibilidade de

híbridos. No mercado brasileiro de sementes híbridas, praticamente todo o volume comercializado corresponde aos híbridos Uenf/Caliman 01 e Tainung nº 1.

Verificando a possibilidade de ganhos para a cultura do mamoeiro através da exploração do vigor híbrido, Marin et al. (2006) observaram combinações híbridas que se destacaram em relação à produção, sabor e uniformidade.

Dissimilaridade genética

Nos programas de melhoramento genético de plantas, a informação quanto à diversidade e a divergência genética, dentro de uma espécie, é essencial para o uso racional dos recursos genéticos (Loarce et al., 1996). Moreira et al. (1994) relatam que os estudos sobre a diversidade genética nas coleções de germoplasma podem ser realizados a partir de caracteres morfológicos de natureza qualitativa e quantitativa.

A importância do conhecimento da diversidade genética nos programas de melhoramento está no fato de que cruzamentos que envolvam genitores geneticamente divergentes são os mais eficientes em produzir híbridos com maior efeito heterótico na progênie e maior variabilidade genética nas gerações segregantes (Falconer, 1987).

De acordo com Benin et al. (2003), a quantificação da dissimilaridade genética é um dos mais importantes parâmetros estimados pelos melhoristas de plantas, principalmente quando o objetivo é a obtenção de populações de ampla variabilidade genética, afim de cruzar os genótipos mais divergentes visando sintetizar híbridos com características agrônômicas desejáveis.

Vários métodos podem ser utilizados no estudo da diversidade genética e a escolha baseia-se na precisão desejada pelo pesquisador, na facilidade da análise e na forma como os dados foram obtidos. Para estimar a divergência genética podem ser utilizadas técnicas de análise multivariada e selecionar os descritores mais importantes da cultura em estudo (Amaral Júnior, 1994).

Cumprе salientar que ainda são raros os estudos sobre divergência genética na cultura do mamão. Cattaneo (2001) estimou a divergência genética entre vinte e dois genótipos de mamoeiro do estado do Espírito Santo e do Banco de Germoplasma da UENF, detectando ampla variabilidade genética. Segundo Castellen et al., (2007) a caracterização de acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Mamão (BAG-Mamão) da Embrapa Mandioca e Fruticultura, por

meio de análise multivariada, obteve resultados satisfatórios capazes de detectar variação entre os acessos do BAG-Mamão. E, recentemente, Quintal et al. (2012) realizaram um trabalho sobre a divergência genética por meio de variáveis morfoagronômicas entre acessos de mamoeiro, detectando variabilidade para a maioria dos caracteres analisados, sendo que os acessos do Formosa tiveram maior variação que os do grupo Solo.

O estudo da divergência e das relações genéticas para os caracteres relacionados à qualidade de frutos e morfoagronômicos em mamoeiro visa dar suporte a estratégias de seleção de genótipos potencialmente superiores quanto à produção de frutos, teor de sólidos solúveis, formato de frutos e coloração da polpa vermelho-alaranjada.

Dessa forma, este trabalho teve por objetivos promover a caracterização agronômica de híbridos e linhagens de mamoeiro do Programa de Melhoramento Genético de Mamoeiro da Embrapa Mandioca e Fruticultura, analisar as capacidades de combinação (geral e específica), estimar os parâmetros genéticos para os caracteres agronômicos e quantificar a dissimilaridade dos genótipos em estudo. Por fim, identificar pelo menos um híbrido com boas características agronômicas e qualidade de frutos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, N.; SHAH, F.A.; ZANGAR, G.H.; WANI, S.A. Line x tester analysis for the study of combining ability in hot pepper (*Capsicum annuum* L.). **Capsicum and Eggplant Newsletter**, v.17, p.38-41, 1998.

ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo. Edgard Blucher, 381p., 1971.

AMARAL JÚNIOR, A.T. **Análise multivariada isoenzimática da divergência genética entre acessos de moranga (*Cucurbita maxima* Duchesne)**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 95p., 1994.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta Santa Cruz, 129p., 2012.

ARUMUGANATHAN, K.; EARLE, E.D. Nuclear DNA content of some important plant species. **Plant and Molecular Biology**, v.9, p.208-218, 1991.

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

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

BENIN, G.; CARVALHO, F.I. F.; OLIVEIRA, A.C.; MARCHIORO, V.S.; LORENCETTI, C.; KUEK, A.J.; SILVA, J.A.G.; CRUZ, P.J.; HARTWING, I.; SCHMIDT, D.A.M. Comparações entre medidas de dissimilaridade e estatísticas multivariadas como critérios no direcionamento de hibridações em aveia. **Ciência Rural**, v.33, p.657-662, 2003.

BORÉM, A. **Melhoramento de Plantas**. Viçosa: Editora UFV, 3ª edição, 500p., 2001.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. Viçosa, Editora UFV, 5ª edição, 529p., 2009.

BRUCE, A.B. The Mendelian theory of heredity and augmentation of vigor. **Science**, v.32, p.627-628, 1910.

BRUZI, A.T.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, Â.F.B. Desempenho de famílias do cruzamento entre linhagens de feijões andinos e mesoamericanos em produtividade e resistência a *Phaeosiriopsis griseola*. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras, v.31, n.3, p.650-655, 2007.

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

CATTANEO, L.F. **Avaliação da divergência genética e análise de gerações em mamoeiro (*Carica papaya* L.)**. Tese de Doutorado em Produção Vegetal - Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, Campos dos Goytacazes, RJ. 94p., 2001.

COSTA, A.F.S.; PACOVA, B.E.V. Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro. In: MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. (Ed.). **A cultura do mamão: tecnologia e produção**. Vitória-ES: INCAPER, Cap.3, p.59-102. 2003.

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

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

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 390p., 2001.

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

CRUZ, C.D.; VENCOSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.12, n.2, p.425-438, 1989.

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

DANTAS, J.L.L.; DANTAS, A.C.V.L.; LIMA, J.F. de. **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa, UFV. 422p., 2002.

DANTAS, J.L.L.; LIMA, J.F. de. 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.; OLIVEIRA, E.J. O melhoramento genético do mamoeiro: avanços, desafios e perspectivas. In: I SIMPÓSIO NORDESTINO DE GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2009, Fortaleza - CE. O melhoramento genético no contexto atual. **Anais...**, Fortaleza - CE: Embrapa Agroindústria Tropical, v.1, p.151-180, 2009.

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

DREW, R.A.; O'BRIEN, C.M.; MAGDALITA, P.M.; DREW, R.A. Development of Carica interspecific hybrids. **Acta Horticulture**, v.461, p.285-291, 1998.

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

FAO (2012). **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 19 de dezembro de 2012.

FOLTRAN, D.E.; GONÇALVES, P.D.S.; SABINO, J.C.; IGUE, T.; VILELA, R.C.F. Estimates of genetic and phenotypic parameters in papaya. **Bragantia**, v.52, n.1, p.7-15, 1993.

FREITAS, L.B.; BERED, F. **Genética e Evolução Vegetal**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, p.13-463, 2003.

GARDNER, C.O. EBERHART, S.A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. **Biometrics**, North Carolina, v.22, p.439-452, 1966.

GIACOMETTI, D.C.; FERREIRA, F.R. Melhoramento genético do mamão no Brasil e perspectivas. In: Simpósio brasileiro sobre a cultura do mamoeiro, 2., 1988, Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal, SP: FCA/UNESP, p.377-38, 1988.

GRIFFING, B. The concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, East Melbourne, v.9, p.463-493, 1956.

HAYMAN, B.I. The theory and analysis of diallel crosses. **Genetics**, Bethesda, v.39, p.789-809, 1954.

HAMILTON, R.A. Quantitative study of growth and fruiting in inbred and crossbred progênies from solo papaya strains. **Hawaii Agricultural Experimental Station Bulletin**, v.20, p.1-38, 1954.

HEYWOOD, V.H. **Flowering plants of the world**. Croon. Helm, London. 1985.

HOLFMAYER, J.D.J. Genetical studies of *Carica papaya* L. African Department of Agriculture for Science, 1938. **Bulletin**, v.187, p.1-46, 1938

HOROVITZ, S. Determinacion del sexo en *Carica papaya* L.. Estructura hipotética de los cromossomos sexuales. **Agronomica Tropical**, v.3, p.229-249, 1954.

IBPGR - International Board for Plant Genetic Resources. **Descriptors for Papaya**, Roma-Italy, 31p., 1988.

JORNAL DA CIÊNCIA. **Pesquisa na UENF permitirá ao país a economia de US\$ 2 milhões por ano**. v.2280, 2003.

LASSOUDIÈRE, A. **Le papayer: description et genetique**. Fruits, Paris, v.23, n.11, p.585-596, 1968.

LOARCE, Y.; GALLEGO, R.; FERRER, E.A. Comparative analysis of the genetic relationship between rye cultivars using RFLP and RAPD markers. **Euphytica**, Wageningen, v.88, p.107-115, 1996.

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

LUNA, J.V.U. Variedades de mamoeiros. Epamig, Belo Horizonte, MG. **Informe Agropecuário**, v.12, n.134, p.14-18, 1986.

MANSHARDT, R.M; WENSLAFF, T.F. Interspecific hybridization of papaya with other *Carica* species. Journal of the American Society of Horticulture Science, v.114, p.689-694, 1989.

MARIN, S.L.D. **Melhoramento genético do mamoeiro (*Carica papaya* L.): Habilidade combinatória de genótipos dos grupos 'Solo' e 'Formosa'**. Tese de Doutorado em Produção Vegetal - Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, Campo dos Goytacazes, RJ. 117p., 2001.

MARIN, S.L.D.; GOMES, J.A. Morfologia e biologia floral do mamoeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.134, p.10-14, 1986.

MARIN, S.L.D.; PEREIRA, M.G.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; MARTELLETO, L.A. P.; IDE, C.D. Partial diallel to evaluate the combining ability for economically important traits of papaya. **Scientia Agricola**, Piracicaba. v.63, p.540-546, 2006.

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

MEDINA, J.C.; BLEINROTH, E.W.; SIGRST, J.M.M.; DE MARTIN, Z.J.; NISIDA, A.L.A.C.; BALDINI, V.L.S.; LEITE, R.S.S.F.; GARCIA, A.E.B. **Mamão: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas: ITAL, 367p., 1989.

MEKANO, H.U.; NAKASONE, H.Y. Interespecific hybridization among 6 Carica species. J. Amer. Soc. Hort. Sci., v.100, n.3, p.237-242, 1975.

MOREIRA, J.A.N.; SANTOS, J.W.; OLIVEIRA, S.R.M. **Abordagens e metodologias para avaliação de germoplasma**. Campina Grande: Embrapa-Algodão, 115p., 1994.

NAKASONE, H.Y.; PAUL, R.E. Tropical fruits crop production science in horticulture. New York: Cab International, 445p., 1998.

OLIVEIRA, A.M.G.; FARIAS, A.R.N.; SANTOS FILHO, H. P.; OLIVEIRA, J.R.P.; DANTAS, J.L.L.; SANTOS, L.B.; OLIVEIRA, M.A.; SILVA, M.J.; ALMEIDA, O.A.; NICKEL, O.; MEDINA, V.M.; CORDEIRO, Z.J.M. (1994) Mamão para exportação: aspectos técnicos da produção. Brasília: EMBRAPA - SPI, 52p., 1994. (Série Publicações Técnicas *FRUPEX*, 9).

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

PEREIRA, M.G. Frutimamão. In: SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO, 4, 2009, Vitória. **Anais...** 2009. CD ROM.

PEREIRA, M.G.; PEREIRA, T.N.S. Marcadores moleculares no pré-melhoramento de plantas. In: BORÉM, A.E.; CAIXETA, E.T. **Marcadores moleculares**. Viçosa: UFV, p.85-106, 2006.

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

RAMALHO, M.A.P. SANTOS, J.B. **Genética na Agropecuária**. Lavras - MG: UFLA, 472p., 2000.

RODRIGUES, R.E.S. **Estimativa dos parâmetros genéticos e de resposta à seleção na população de arroz irrigado CNA1**. Dissertação (Mestrado), Goiânia-GO, Universidade Federal de Goiás, UFG; 87p., 1998.

RODRIGUES, R.E.S.; RANGEL, P.H.N.; ZIMMERMANN, J.P.; NEVES, P.C. Estimativas de parâmetros genéticos e resposta à seleção nas populações de arroz irrigado CNA-IRAT 4PR e CNA-IRAT 4 ME. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.6, p.685-691, 1998.

SAMPAIO, H.S. de V.; LUNA, J.V.U.; SAMPAIO, L.S. de V. Comportamento de linhas endógamas de mamão (*Carica papaya* L.) e seus híbridos, em solo infestado com *Phytophthora* sp. **Magistra**, Cruz das Almas, v.1, p.36-45, 1983.

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

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

SHULL, G.H. The composition of a field of maize. **American Breeding Association Reports**, Madison, v.4, p.296-301, 1908.

SILVA, F.F. **Abordagem clássica e molecular do melhoramento genético do mamoeiro (*Carica papaya* L.)**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, p.147. 2006.

SILVA, F.F.; PEREIRA, M.G.; RAMOS, H.C.C.; DAMASCENO JÚNIOR, P.C.; PEREIRA, T.N.S.; GABRIEL, A.P.C.; VIANA, A.P.; FERREGUETI, G.A. Selection and 105 estimation of the genetic gain in segregating generations of papaya

(*Carica papaya* L.). **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.8, p.1-8, 2008.

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

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

SILVA, S.; TASSARA, H. **Frutas do Brasil**. Empresa das Artes, São Paulo, SP. 230p., 1996.

SIMÃO, S. Mamoeiro. **Manual de Fruticultura**. São Paulo: Agronômica Ceres, p.313-338, 1971.

STOREY, W.B. The botany and sex relationship of the papaya. Honolulu: Hawaii Agricultural Experimental Station. **Papaya production in the Hawaii Island**, v.87, p.5-22, 1941.

STOREY, W.B. Genetics of the papaya. **Journal of Heredity**, v.44, p.70-78, 1953.

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.

VENCOVSKY, R. **Alguns aspectos teóricos e aplicados relativos a cruzamentos dialélicos de variedades**. Tese (Livre Docência) - Piracicaba - SP. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, 59p., 1970.

VENCOVSKY, R. Tamanho efetivo populacional na coleta e preservação de germoplasma de espécies alógamas. *IPEF*, v.35, p.79-89, 1987.

VIVAS, M.; SILVEIRA, F.S.; CARDOSO, D.L.; PEREIRA, M.G.; SANTOS, P.H.D. dos; FERREGUETTI, G.A. Capacidade combinatória e heterose para resistência a pinta-preta em mamoeiro por meio de análise dialélica. **Tropical Plant Pathology**, v.37, n.5, p.326-332, 2012.

CAPÍTULO 1

AVALIAÇÃO DE LINHAGENS E HÍBRIDOS DE MAMOEIRO QUANTO AOS CARACTERES AGRONÔMICOS E DE QUALIDADE DE FRUTOS

AVALIAÇÃO DE LINHAGENS E HÍBRIDOS DE MAMOEIRO QUANTO AOS CARACTERES AGRONÔMICOS E DE QUALIDADE DE FRUTOS

RESUMO: O trabalho teve como objetivo avaliar o potencial agronômico de híbridos e linhagens de mamoeiro sintetizados pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, visando identificar e selecionar genótipos com boas características agronômicas, passíveis de exploração no programa de melhoramento genético e uso direto no sistema de produção de mamão. O trabalho foi conduzido em área do Setor de Campos Experimentais da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas - BA. Foram avaliados 22 genótipos (oito linhagens, doze híbridos e duas testemunhas: Sunrise Solo e Tainung nº 1) em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, contendo seis plantas por parcela, totalizando 528 plantas no ensaio. Os caracteres avaliados foram: altura da planta (AP); altura de inserção dos primeiros frutos (AIPF); diâmetro do caule (DC); número de frutos comerciais (NFC); número de frutos deformados (NFD); número de nós sem frutos (NNSF); produtividade (PROD); comprimento do fruto (CF); diâmetro do fruto (DF); peso do fruto (PF); espessura da polpa (EP); diâmetro da cavidade interna (DCI); firmeza do fruto (FF); firmeza da polpa (FP); sólidos solúveis (SS); pH e acidez titulável (AT). Os dados foram submetidos à análise de variância e o agrupamento das médias foi efetuado pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Para a maioria dos caracteres observou-se diferenças significativas a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, exceto para diâmetro do caule. A linhagem L60 e o híbrido H10.60 se destacaram com as menores médias para AP e AIPF, e não diferiram estatisticamente entre si. As linhagens L10 e L72, e os híbridos H10.26, H10.60 e H10.72 apresentaram maiores médias de NFC que a testemunha Sunrise Solo. Para produtividade observou-se ampla variabilidade entre os tratamentos, sendo que 75% dos híbridos e linhagens superaram as testemunhas. Mais de 50% dos genótipos apresentaram médias de SS superiores a 12°Brix. Com o objetivo de reunir características favoráveis para o desenvolvimento de novas variedades, as linhagens e híbridos que apresentaram comportamentos satisfatórios para os principais caracteres foram: L60 e H10.60, para AIPF e AP; L10, L72, H10.26, H10.60 e H10.72, para NFC; L10, H10.72, H26.72, H33.56 e H36.45 para PROD; e L26, L36, H10.26, H10.60 e H60.72, para SS.

Palavras chave: *Carica papaya* L., melhoramento, qualidade de frutos.

EVALUATION OF PAPAYA LINES AND HYBRIDS ABOUT THE CHARACTERES AGRONOMIC AND FRUIT QUALITY

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the agronomic potential of papaya hybrids synthesized by Embrapa Cassava & Fruits, to identify and select genotypes with good agronomic characteristics, exploitable in the breeding program and direct use in the papaya production system. This work was carried out in the Experimental Fields Sector of Embrapa Cassava & Fruits, Cruz das Almas - BA. It was evaluated 22 genotypes (eight lines, twelve hybrids and two witnesses: Sunrise Solo and Tainung n° 1) in a randomized block design with four replications of six plants per plot, totalizing 528 plants. The characters evaluated were: plant height (PH); insertion height of the first fruit (AIPF), stem diameter (DC), number of marketable fruit (NFC), number of deformed fruit (NFD), number of nodes without fruit (NNSF), yield (PROD), fruit length (FL), fruit diameter (FD), fruit weight (FW), flesh thickness (EP); internal cavity diameter (DCI), fruit firmness (FF), firmness (FP), soluble solids (SS), pH and titratable acidity (TA). Data were submitted to analysis of variance and clustering of means was made by Scott-Knott test at 5% probability. For most characters significant differences were observed at 1% and 5% probability, except for stem diameter. The line L60 and H10.60 stood out with the lowest averages for AP and AIPF, and were not statistically different. Lines L10 and L72, and the hybrids H10.26, H10.60 and H10.72 showed higher averages of NFC than the witness Sunrise Solo. For yield it was observed wide variability between treatments, with 75% of lines and hybrids overcame the witnesses. Over 50% of the genotypes showed SS averages above 12 ° Brix. Aiming to associate favorable characteristics for development of new varieties, lines and hybrids that showed satisfactory behavior to the main characters were: L60 and H10.60 to AIPF and AP; L10, L72, H10.26, H10.60 and H10.72, for NFC; L10, H10.72, H26.72, H33.56 and H36.45, for PROD, and L26, L36, H10.26, H10.60 and H60.72, for SS.

Keywords: *Carica papaya* L., improvement, fruit quality.

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é a única espécie representante do gênero *Carica*, amplamente distribuído pela América tropical e que apresenta frutos de interesse comercial (Badillo, 2000). O Brasil é um dos principais produtores de mamão no cenário internacional, com produção anual de 1,87 milhão de toneladas, que representa 16,67% do volume global (FAO, 2012). 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).

Apesar da importância da cultura, atualmente ainda há pouca disponibilidade de cultivares, tornando o cultivo do mamoeiro vulnerável a fatores bióticos e abióticos, como ataque de pragas e doenças, variações climáticas, estresse hídrico, estresse salino, entre outros. Assim, a caracterização e a exploração da variabilidade genética existente no gênero *Carica* pode revelar recursos genéticos de grande valor, que podem contribuir para o desenvolvimento de novas variedades para aumento da competitividade e sustentabilidade no sistema de produção da cultura (Dantas & Lima, 2001).

Bancos de germoplasma são excelentes fontes de recursos genéticos e assumem importância fundamental no que se refere à variabilidade genética necessária para subsidiar o melhoramento de plantas para obtenção de genótipos superiores com distintas constituições gênicas (Gepts, 2006).

Em 1995, a Embrapa Mandioca e Fruticultura iniciou a autofecundação de alguns acessos disponíveis no seu Banco Ativo de Germoplasma de Mamão - BAG-Mamão, objetivando a formação de um banco de linhagens. Foram então obtidas seis linhagens do grupo Solo e outras seis do grupo Formosa, após cinco a oito gerações de autofecundação, as quais foram utilizadas em cruzamentos dialélicos visando a síntese de híbridos, para diminuir a dependência de importação de sementes, que onera o custo de produção de mamão.

O melhoramento genético pode contribuir efetivamente para aumentar a disponibilidade de híbridos no mercado nacional, com menor custo de aquisição de sementes, maior produtividade, melhoria na qualidade e no aspecto do mamão, permitindo a obtenção de um produto final de melhor qualidade, com características físico-químicas e sensoriais superiores, com redução dos custos de produção e garantia de maior competitividade (Dantas & Oliveira, 2009). Assim

sendo, o presente trabalho teve como objetivo realizar a avaliação agronômica e de qualidade de frutos de linhagens e híbridos de mamoeiro do programa de melhoramento genético da Embrapa Mandioca e Fruticultura, visando identificar e selecionar pelo menos um híbrido com características agronômicas superiores às das variedades comerciais existentes.

MATERIAL E MÉTODOS

- **Estabelecimento de campo de cruzamentos para síntese de híbridos**

No ano agrícola 2010/2011 foi instalado um campo de cruzamentos para síntese de novos híbridos e avaliação agronômica preliminar de oito linhagens de mamoeiro em área do Setor de Campos Experimentais da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, BA, utilizando como testemunhas ‘Sunrise Solo’, ‘Tainung nº 1’ e ‘Vigilante’. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo a parcela constituída por cinco plantas.

No ensaio foi dada ênfase à síntese de híbridos segundo o dialelo completo, sem recíprocos, utilizando o método 2, modelo B, definido por Griffing (1956), para os cruzamentos entre as linhagens Solo x Solo e Formosa x Formosa, realizando os cruzamentos conforme disposto nas Tabela 1 e Tabela 2, respectivamente. As autofecundações dos genitores (linhagens) foram realizadas concomitantemente aos cruzamentos para obtenção dos híbridos.

Tabela 1. Esquema de cruzamento em dialelo completo com 4 linhagens do grupo Solo.

| | | Solo | | | |
|------|-----|------|--------|--------|--------|
| | | L10 | L26 | L60 | L72 |
| Solo | L10 | ⊗ | H10.26 | H10.60 | H10.72 |
| | L26 | | ⊗ | H26.60 | H26.72 |
| | L60 | | | ⊗ | H60.72 |
| | L72 | | | | ⊗ |

Tabela 2. Esquema de cruzamento em dialelo completo com 4 linhagens do grupo Formosa.

| | | Formosa | | | |
|---------|-----|---------|--------|--------|--------|
| | | L33 | L36 | L45 | L56 |
| Formosa | L33 | ⊗ | H33.36 | H33.45 | H33.56 |
| | L36 | | ⊗ | H36.45 | H36.56 |
| | L45 | | | ⊗ | H45.56 |
| | L56 | | | | ⊗ |

Após realização dos cruzamentos e das autofecundações, esperou-se um período de 4 a 5 meses para colher os frutos, em estágio de maturação 1. As sementes foram extraídas de frutos totalmente maduros (estádio de maturação 5), lavadas em água corrente, com remoção da sarcotesta e secas à sombra durante o período de 72 horas. Em seguida foram acondicionadas em recipientes de papel, devidamente identificados, e armazenadas em câmara fria à temperatura de 10 °C.

- **Avaliação de linhagens e híbridos**

Esse experimento foi realizado em área do Setor de Campos Experimentais da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA. A cidade está situada a 12°40' de latitude Sul e 39°06' de longitude Oeste de Greenwich, a 226 m de altitude. O clima da região é do tipo sub úmido, com pluviosidade média anual de 1.170 mm, com variações entre 900 mm e 1.300 mm; os meses de março a agosto são os mais chuvosos, enquanto os meses de setembro a fevereiro são os mais secos. A temperatura média anual é de 24,1°C e o solo é classificado como Latossolo Amarelo álico coeso, de textura argilosa e declividade de 0% a 3% (Ribeiro et al., 1995).

Foram avaliados 22 genótipos de mamoeiro, sendo 8 linhagens (4 do grupo Solo e 4 do grupo Formosa), 12 híbridos e duas testemunhas ('Sunrise Solo' e o híbrido 'Tainung n° 1'), em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, contendo seis plantas por parcela, totalizando 528 plantas no ensaio.

As sementes dos 22 genótipos (híbridos, linhagens e testemunhas) foram submetidas à germinação em sacos de polietileno, contendo substrato comercial Plantmax®. Utilizou-se 80 sacos de polietileno para cada genótipo e a metodologia adotada para a semeadura foi de 3 sementes por saco. Nos casos em que as três

sementes germinaram, foi efetuado o desbaste, deixando-se apenas uma muda por saco, eliminando-se as mudas excedentes ou efetuando-se o transplântio para os sacos onde não houve germinação de sementes.

As mudas foram plantadas em campo, com aproximadamente 20 cm de altura, sendo plantadas três mudas por cova, para assegurar a presença de pelo menos uma planta hermafrodita por cova. O plantio foi realizado utilizando-se espaçamento de 3,0 m entre linhas e 1,8 m entre plantas em área com irrigação localizada com microaspersores. As demais práticas culturais e os tratamentos fitossanitários foram aqueles preconizados para a cultura (Martins & Costa, 2003).

A Tabela 3 contempla a identificação e origem dos genótipos utilizados no ensaio de competição de linhagens e híbridos de mamoeiro em Cruz das Almas-BA.

Tabela 3. Identificação e origem dos 22 genótipos de mamoeiro avaliados. Cruz das Almas, BA, 2013.

| Genótipo | Tipo | Classificação | Origem |
|-----------------|-------------|----------------------|---------------|
| CMF-L10-08 | Linhagem | Solo | Brasil |
| CMF-L26-08 | Linhagem | Solo | Brasil |
| CMF-L60-08 | Linhagem | Solo | Brasil |
| CMF-L72-08 | Linhagem | Solo | Brasil |
| CMF-L33-08 | Linhagem | Formosa | Brasil |
| CMF-L36-08 | Linhagem | Formosa | Brasil |
| CMF-L45-08 | Linhagem | Formosa | Brasil |
| CMF-L56-08 | Linhagem | Formosa | Brasil |
| CMF-H10.26 | Híbrido | Solo | Brasil |
| CMF-H10.60 | Híbrido | Solo | Brasil |
| CMF-H10.72 | Híbrido | Solo | Brasil |
| CMF-H26.60 | Híbrido | Solo | Brasil |
| CMF-H26.72 | Híbrido | Solo | Brasil |
| CMF-H60.72 | Híbrido | Solo | Brasil |

| | | | |
|--------------|----------|---------|--------|
| CMF-H33.36 | Híbrido | Formosa | Brasil |
| CMF-H33.45 | Híbrido | Formosa | Brasil |
| CMF-H33.56 | Híbrido | Formosa | Brasil |
| CMF-H36.45 | Híbrido | Formosa | Brasil |
| CMF-H36.56 | Híbrido | Formosa | Brasil |
| CMF-H45.56 | Híbrido | Formosa | Brasil |
| Sunrise Solo | Cultivar | Solo | Havaí |
| Tainung n° 1 | Híbrido | Formosa | Taiwan |

As avaliações dos genótipos foram efetuadas durante todo o ciclo de produção da cultura, e a análise dos parâmetros de qualidade de frutos foi realizada entre o oitavo e décimo segundo mês após o plantio. Utilizou-se 16 descritores quantitativos do Manual de Descritores para Mamão [Catálogo de Germoplasma de Mamão (*Carica papaya* L.)], adaptado pela Embrapa Mandioca e Fruticultura a partir dos descritores inicialmente estabelecidos pelo *International Board for Plant Genetic Resources* (IBPGR, 1988), atualmente *Bioversity International*, com algumas alterações sugeridas por Dantas et al. (2000).

- **Caracteres morfoagronômicos de mamoeiro**

- Altura da planta (AP): expressa em cm, com auxílio de uma trena mediu-se a distância entre a superfície do solo até o ponto de inserção da folha mais nova, localizado no ápice caulinar, avaliada aos 6 meses de idade;
- Altura de inserção dos primeiros frutos (AIPF): expressa em cm, com o auxílio de uma trena mediu-se a altura de inserção da primeira flor funcional (que produz frutos), no início da produção, a partir da superfície do solo, contígua ao colo da planta, até o ponto de inserção do primeiro fruto;
- Diâmetro do caule (DC): expressa em cm, medido a 20 cm acima do nível do solo, com auxílio de um paquímetro de madeira com régua graduada, avaliado aos 6 meses de idade;

- d) Precocidade: avaliada mediante indicação da data da primeira colheita de frutos;
- e) Número de frutos comerciais por planta (NFC): avaliado aos 9 meses após o plantio, por meio da contagem de frutos comerciais presentes em cada planta;
- f) Número de frutos deformados por planta (NFD): avaliado aos 9 meses após o plantio, por meio da contagem de frutos carpelóides, pentândricos e bananiformes presentes em cada planta;
- g) Número de nós sem frutos (NNSF): avaliado aos 9 e 14 meses após o plantio, na região denominada usualmente por “pescoço”, mediante contagem do número de nós que não produziram frutos;
- h) Produtividade (PROD): expressa em $t \cdot ha^{-1}$, estimado pela multiplicação do número de frutos comerciais por planta (NFC) pelo peso médio do fruto por planta, espaçamento de 3,0 m entre linhas e 1,8 m entre plantas, com um estande de 1851 plantas/hectare.

- **Atributos de qualidade dos frutos de mamoeiro**

- a) Comprimento de fruto (CF): expresso em cm, com o auxílio de um paquímetro de madeira mediu-se o comprimento da base ao ápice do fruto;
- b) Diâmetro de fruto (DF): expresso em centímetros cm, com o auxílio de um paquímetro de madeira realizou-se a medição do diâmetro na parte maior do fruto;
- c) Peso de fruto (PF): expresso em gramas, pesou-se os frutos colhidos por planta em uma balança analítica. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação $\frac{1}{4}$ maduro, com até 25% da casca amarela, correspondente ao Estádio 2 na Escala de Cores (Informações Adicionais - Anexo 1);
- d) Sólidos solúveis (SS): expresso em °Brix, obtido com auxílio de refratômetro digital portátil modelo *r² mini Reichert*;

- e) Firmeza do fruto (FF): expresso em kg/cm^2 , determinada em frutos maduros íntegros (Estágio 5 na Escala de Cores - Informações Adicionais - Anexo 1) na região central com auxílio de um penetrômetro, a partir de 03 (três) leituras;
- f) Firmeza da polpa (FP): expresso em kg/cm^2 , retirou-se a casca do fruto com auxílio de uma faca e tomou-se a medida com um penetrômetro na região central de frutos maduros íntegros (Estágio 5 na Escala de Cores - Informações Adicionais - Anexo 1), a partir de 03 (três) leituras;
- g) Diâmetro da cavidade interna do fruto (DCI): expresso em cm, mediu-se o diâmetro da cavidade na parte central do fruto. No caso de cavidades em formato de estrela, as medidas foram tomadas de uma extremidade a outra de maior de distância;
- h) Espessura da polpa (EP): expresso em cm, com o auxílio de um paquímetro tomou-se a medição da espessura da polpa de maior tamanho após o corte transversal do fruto;
- i) Acidez titulável (AT): realizada em duplicata e expressa em % de ácido cítrico (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005);
- j) pH: medida em pHmetro.

- **Delineamento experimental e análise estatística**

As mensurações dos caracteres morfoagronômicos e de qualidade de frutos foram realizadas em todas as seis plantas que compõem a parcela, para todos os genótipos, entretanto, para análise de qualidade de frutos avaliou-se um fruto por planta, totalizando 6 frutos por parcela e 24 frutos para cada tratamento.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, de acordo com o modelo: $Y_{ij} = m + t_i + b_j + e_j$, 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 realizou-se a comparação das médias dos genótipos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do Programa Genes (Cruz, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria dos caracteres agronômicos e parâmetros de qualidade de frutos apresentou diferenças significativas a 1% de probabilidade pelo teste F (Tabela 4), com resultados significativos a 5% de probabilidade para os caracteres número de nós sem frutos (NNSF) e diâmetro de fruto (DF). Por outro lado, não houve diferença significativa entre os genótipos para diâmetro do caule (DC). Esses resultados indicam ampla variabilidade genética para os caracteres avaliados entre os genótipos em estudo, passível de seleção de linhagens e/ou híbridos com características agronômicas desejáveis pelo consumidor, para uso direto no sistema de produção do mamoeiro.

Os coeficientes de variação experimental (CVs) apresentaram valores oscilando de 1,28% a 37,93%. Os caracteres AP, CF, EP, SS e pH exibiram CVs abaixo de 10%, demonstrando pouca influência do ambiente. O intervalo de coeficiente de variação de 10 a 20% abrangeu 07 caracteres (APF, DC, NFC, DF, PF, DCI e AT), enquanto os caracteres NFD, NNSF, PROD, FF e FP apresentaram CVs superiores a 20%. Esses resultados corroboram os dados obtidos por Oliveira et al. (2010), que observaram coeficientes de variação variando de 10,38 a 42,62% para as características sólidos solúveis, altura da planta, diâmetro do caule, firmeza do fruto, número de frutos, peso do fruto e acidez titulável.

Apesar de alguns caracteres terem apresentado coeficientes de variação elevados (FF = 30,02% e FP = 37,93%), de maneira geral, o presente trabalho teve boa precisão experimental e os altos valores obtidos deve-se ao fato de que as características avaliadas são de natureza poligênica e bastante influenciadas pelo ambiente.

Tabela 4. Resumo da análise da variância para caracteres agrônômicos de qualidade de frutos avaliados em genótipos de mamoeiro. Cruz das Almas, BA, 2012/2013.

| FV | BLOCO | GENÓTIPO | RESÍDUO | MÉDIA | CV |
|-----------------|------------------|--------------------|----------|---------|-------|
| GL | 3 | 21 | 63 | --- | --- |
| Caracteres | Quadrados Médios | | | | |
| AP ¹ | 726,31 | 829,07** | 204,82 | 150,8 | 9,48 |
| AIPF | 277,95 | 558,55** | 111,96 | 102,3 | 10,34 |
| DC | 3,50 | 0,84 ^{ns} | 1,11 | 7,80 | 13,50 |
| NFC | 11,29 | 227,36** | 46,13 | 29,30 | 11,44 |
| NFD | 4,84 | 4,96** | 2,58 | 2,36 | 25,02 |
| NNSF | 3,18 | 9,51* | 6,45 | 5,61 | 20,54 |
| PROD | 26,29 | 978,15** | 130,84 | 47,50 | 24,07 |
| CF | 0,35 | 35,54** | 1,21 | 19,22 | 5,72 |
| DF | 1,69 | 7,25* | 4,13 | 9,94 | 19,55 |
| PF | 11843,47 | 258302,56** | 14262,22 | 901,41 | 13,24 |
| EP | 0,04 | 0,14** | 0,05 | 2,63 | 9,15 |
| DCI | 0,50 | 1,33** | 0,30 | 4,67 | 11,80 |
| FF | 0,33 | 1,54** | 0,50 | 2,37 | 30,02 |
| FP | 0,22 | 0,80** | 0,10 | 0,84 | 37,93 |
| SS | 0,71 | 2,70** | 0,39 | 11,98 | 5,21 |
| pH | 0,0022 | 0,0303** | 0,0045 | 5,26 | 1,28 |
| AT | 0,013 | 0,019** | 0,006 | 0,06720 | 11,91 |

¹AP: altura da planta (cm); AIPF: altura dos primeiros frutos (cm); DC: diâmetro do caule (cm); NFC: número de frutos comerciais; NFD: número de frutos deformados; NNSF: número de nós sem frutos; PROD: produtividade (t.ha⁻¹); CF: comprimento de fruto (cm); DF: diâmetro de fruto (cm); PF: peso de fruto (gramas); EP: espessura da polpa (cm); DCI: diâmetro da cavidade interna (cm); FF: firmeza do fruto (kg/cm²); FP: firmeza da polpa (kg/cm²); SS: sólidos solúveis (°Brix); pH e AT: acidez titulável. ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F e * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 5 são observadas as médias dos genótipos para os caracteres agronômicos AIPF, AP, DC, NFC, NFD, NNSF e PROD de mamoeiro, comparadas pelo teste de Scott-Knott. Para a característica altura da planta (AP), houve formação de três grupos. Os genótipos que mais se destacaram e não diferiram estatisticamente entre si foram a linhagem L60 (108,13 cm) e o híbrido H10.60 (125,17 cm). Valores relativamente superiores foram observados por Ferreira et al. (2012), com média de altura da planta igual a 2,79 m.

A linhagem L60 e os híbridos H10.60 e H10.26 apresentaram as menores médias (78,92, 74,84 e 81,13 cm, respectivamente) e não diferiram estatisticamente entre si para AIPF. Esses três genótipos são pertencentes do grupo Solo e quando comparados com a testemunha Sunrise Solo (119,79 cm), observa-se que a altura dos primeiros frutos foi significativamente inferior. Marin et al. (1989) recomendam selecionar mamoeiro com altura de inserção inferior a 80 cm. Essa característica é de fundamental importância nos programas de melhoramento de mamoeiro, pois quanto menor o valor obtido para este caráter, mais precocemente a planta começa a produzir frutos, indicando precocidade e maior facilidade para a colheita de frutos em ciclos de produção mais avançados.

Apesar de observar diferenças entre as médias dos tratamentos para diâmetro do caule, com amplitude de 1,73 cm, não foi possível detectar diferenças significativas a 5% entre genótipos, indicando restrita variabilidade genética para esta característica. 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.

Observou-se ampla variabilidade entre os genótipos para NFC, com formação de quatro grupos. As linhagens L10 e L72, e os híbridos H10.26, H10.60 e H10.72, todos pertencentes ao grupo Solo, foram os que apresentaram os maiores valores para essa característica e não diferiram estatisticamente entre si, com valores médios de 36,53 a 42,61 números de frutos comerciais por planta. Dentre os genótipos do grupo Solo, as linhagens L10 e L72 se mostraram promissoras como genitores para produção de frutos comerciais, passível de maior exploração no programa de melhoramento para síntese de novos híbridos de mamoeiro, com destaque para a L10, que se constitui em parental de todos os híbridos que obtiveram as melhores médias (H10.26, H10.60 e H10.72). Por outro

lado, entre os genótipos do grupo Formosa, a linhagem L33 se destacou das demais, com valor médio de NFC igual a 29,83. A testemunha 'Tainung nº 1', que é um híbrido importado, obteve média igual a 14,84, sendo superada por todos os híbridos e linhagens do grupo Formosa, cujas médias variaram de 17,09 a 31,46.

Os caracteres número de frutos deformados (NFD) e número de nós sem frutos (NNSF) são de fundamental importância para os programas de melhoramento, pois estão diretamente relacionadas à produtividade. Quanto maiores os valores de NFD e NNSF, conseqüentemente menor vai ser a produtividade, indicando que a seleção de genótipos de mamoeiro deve ser realizada visando selecionar aqueles que apresentam menores valores para NFD e NNSF. Assim, mais de 50% dos genótipos avaliados apresentaram menores valores de NFD e cerca de 36% dos genótipos obtiveram as menores médias para NNSF, demonstrando ampla variabilidade para estes caracteres. Os valores de NFD oscilou de 0,92 a 4,69, destacando-se a linhagem L60 e os híbridos H26.60 e H60.72 por apresentarem médias inferiores à da testemunha Sunrise Solo (1,46).

Tabela 5. Médias obtidas para caracteres agrônômicos avaliados em genótipos de mamoeiro. Cruz das Almas, BA, 2012/2013.

| | Nº | COMBINAÇÃO | GENÓTIPO | AP(6meses) | AIPF | DC(6meses) | NFC(9meses) | NFD(9meses) | NNSF(9meses) | PREC | PROD |
|--|-----|------------|------------|------------|---------|------------|-------------|-------------|--------------|--------|--------|
| Linhagens do Grupo 'Solo' | 1 | 1x1 | CMF L10 | 158,00c | 106,52c | 7,85a | 39,54a | 1,92a | 5,29b | 246 | 73,25a |
| | 2 | 2x2 | CMF L26 | 141,71b | 110,84c | 7,22a | 30,54b | 1,96a | 5,24b | 274 | 31,06c |
| | 3 | 3x3 | CMF L60 | 108,13a | 78,92a | 7,05a | 30,83b | 1,00a | 4,09a | 239 | 29,19c |
| | 4 | 4x4 | CMF L72 | 161,79c | 101,86c | 8,08a | 36,53a | 3,05b | 4,03a | 259 | 45,84b |
| \bar{x} das Linhagens do grupo Solo | | | | 142,40 | 99,53 | 7,55 | 34,36 | 1,98 | 4,66 | 254 | 44,83 |
| Linhagens do Grupo 'Formosa' | 5 | 5x5 | CMF L33 | 165,42c | 107,29c | 7,97a | 29,83b | 3,25b | 6,04b | 249 | 44,49b |
| | 6 | 6x6 | CMF L36 | 140,68b | 103,56c | 7,18a | 17,09d | 2,18a | 7,29b | 250 | 29,71c |
| | 7 | 7x7 | CMF L45 | 155,42c | 104,13c | 7,38a | 23,72c | 3,37b | 5,92b | 274 | 33,73c |
| | 8 | 8x8 | CMF L56 | 161,46c | 111,00c | 8,07a | 25,72c | 1,48a | 6,38b | 256 | 49,91b |
| \bar{x} das Linhagens do grupo Formosa | | | | 155,74 | 106,49 | 7,65 | 24,09 | 2,57 | 6,40 | 257 | 39,46 |
| Híbridos do Grupo 'Solo' | 9 | 1x2 | CMF H10.26 | 136,67b | 81,13a | 8,16a | 40,17a | 1,50a | 2,59a | 237 | 53,81b |
| | 10 | 1x3 | CMF H10.60 | 125,17a | 74,84a | 7,54a | 41,09a | 1,63a | 3,92a | 249 | 47,72b |
| | 11 | 1x4 | CMF H10.72 | 164,67c | 103,30c | 8,40a | 42,61a | 2,36b | 6,03b | 250 | 75,74a |
| | 12 | 2x3 | CMF H26.60 | 143,96b | 101,54c | 8,08a | 26,71c | 1,25a | 7,29b | 249 | 48,91b |
| | 13 | 2x4 | CMF H26.72 | 156,58c | 92,31b | 8,36a | 31,29b | 3,15b | 5,69b | 237 | 70,43a |
| | 14 | 3x4 | CMF H60.72 | 151,25c | 107,59c | 8,04a | 26,08c | 0,92a | 7,58b | 238 | 40,97b |
| \bar{x} dos Híbridos do grupo Solo | | | | 146,38 | 93,45 | 8,09 | 34,65 | 1,80 | 5,51 | 243 | 56,26 |
| Híbridos do Grupo 'Formosa' | 15 | 5x6 | CMF H33.36 | 153,88c | 113,08c | 7,02a | 22,84c | 2,67b | 3,33a | 256 | 34,65c |
| | 16 | 5x7 | CMF H33.45 | 160,79c | 109,11c | 7,25a | 26,72c | 4,69b | 4,14a | 251 | 41,83b |
| | 17 | 5x8 | CMF H33.56 | 158,33c | 110,67c | 7,96a | 27,13c | 3,09b | 4,71a | 270 | 61,14a |
| | 18 | 6x7 | CMF H36.45 | 151,25c | 91,88b | 7,89a | 31,46b | 3,92b | 8,17b | 264 | 80,81a |
| | 19 | 6x8 | CMF H36.56 | 145,96b | 104,79c | 7,74a | 24,71c | 0,96a | 6,67b | 249 | 41,03b |
| | 20 | 7x8 | CMF H45.56 | 145,84b | 100,13c | 7,96a | 20,92c | 4,36b | 6,77b | 259 | 42,80b |
| \bar{x} dos Híbridos do grupo Formosa | | | | 152,67 | 104,94 | 7,63 | 25,63 | 3,28 | 5,63 | 258 | 50,37 |
| T _o 21 | --- | SUNRISE | 169,58c | 119,79c | 7,70a | 34,38b | 1,46a | 4,75a | 250 | 31,25c | |

| | | | | | | | | | | |
|----|-----|-----------------|---------|---------|-------|--------|-------|-------|-----|--------|
| 22 | --- | TAINUNG n° 1 | 162,13c | 116,42c | 8,75a | 14,84d | 1,82a | 7,70b | 257 | 36,80c |
|----|-----|-----------------|---------|---------|-------|--------|-------|-------|-----|--------|

AP: altura da planta (cm); AIPF: altura dos primeiros frutos (cm); DC: diâmetro do caule (cm); NFC: número de frutos comerciais; NFD: número de frutos deformados; NNSF: número de nós sem frutos; PREC: precocidade, dias após plantio; PROD: produtividade (t.ha⁻¹). Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Precocidade é um caráter de grande importância nos programas de melhoramento, pois normalmente está associado a portes baixos. Em mamão, o início de floração ocorre normalmente de 3 a 4 meses após o plantio, com início de produção de frutos dos 8 a 10 meses de plantio. Segundo Simão (1998), os caracteres altura dos primeiros frutos e precocidade são geralmente hereditários, portanto, transmissíveis. Assim, a linhagem L60 e os híbridos H10.26, H26.72 e H60.72 foram mais precoces que os demais genótipos, com início de colheita dos primeiros frutos variando de 237 a 239 dias após o plantio, superando as testemunhas Sunrise Solo e Tainung n° 1 que tiveram início de colheita aos 250 e 257 dias após o plantio, respectivamente.

Para produtividade (PROD) houve a formação de três grupos. A linhagem L36 apresentou a menor média, igual a 29,19 t.ha⁻¹, e a maior média foi observada para o híbrido H36.45 (80,81 t.ha⁻¹). Detectou-se ampla variabilidade para esta característica, com amplitude total de 44,01 t.ha⁻¹. Entre os genótipos do grupo Solo, observa-se que 80% dos genótipos apresentaram médias maiores que a da testemunha Sunrise Solo (31,25 t.ha⁻¹). De forma similar foi observado entre os genótipos do grupo Formosa, em que 70% dos genótipos superaram a testemunha 'Tainung n° 1'.

A média nacional de produtividade da testemunha Sunrise Solo é igual a 40 t.ha⁻¹. No presente trabalho as linhagens L10 e L72 e todos os híbridos do grupo Solo apresentaram médias superiores a 40 t.ha⁻¹, demonstrando serem promissoras e passíveis de indicação futura no uso direto para o sistema de produção de mamão. Entre os materiais do grupo Formosa apenas os híbridos H33.56 e H36.45 apresentaram resultados satisfatórios para produtividade, superando a média nacional da testemunha Tainung n° 1 (60 t.ha⁻¹), com destaque para o híbrido H36.45 obtendo média de 80,81 t.ha⁻¹.

Precocidade é um caráter de grande importância nos programas de melhoramento, pois normalmente está associado a portes baixos. Em mamão, o início de floração ocorre normalmente de 3 a 4 meses após o plantio, com início de produção de frutos dos 8 a 10 meses de plantio. Segundo Simão (1998), os caracteres altura dos primeiros frutos e precocidade são geralmente hereditários, portanto, transmissíveis. Assim, a linhagem L60 e os híbridos H10.26, H26.72 e H60.72 foram mais precoces que os demais genótipos, com início de colheita dos

primeiros frutos variando de 237 a 239 dias após o plantio, superando as testemunhas Sunrise Solo e Tainung n° 1 que tiveram início de colheita aos 250 e 257 dias após o plantio, respectivamente.

As médias dos atributos de qualidade de frutos estão apresentadas na Tabela 6. O comprimento e diâmetro de frutos apresentaram variações da ordem de 13,5 a 25,1 cm e 8,6 a 11,5 cm, respectivamente. A linhagem L60 apresentou comportamento muito próximo da testemunha Sunrise Solo para os caracteres CF, DF e PF, sendo que esta linhagem (L60) foi a que apresentou a menor média para altura da planta, indicando potencial agrônomo para estas características.

Os genótipos do grupo Formosa apresentaram valores médios de CF e DF oscilando de 18,2 a 22,4 cm e 9,2 a 10,8 cm, respectivamente. A testemunha Tainung n° 1 diferiu estatisticamente dos demais genótipos e obteve a maior média para CF, porém manteve comportamento similar a linhagem L56 e aos híbridos H33.56, H36.45 e H45.56 para DF. Entre os híbridos do grupo Formosa destacaram-se H33.56, H36.45 e H45.56, sendo os mais promissores para os caracteres CF e DF, por apresentarem comportamentos semelhantes aos frutos da testemunha Tainung n° 1. Souza et al. (2009) em seu trabalho com avaliação físico-química de frutos provenientes do híbrido Tainung n° 1, observaram médias de comprimento e diâmetro do fruto iguais a 20,97 e 10,64 cm, respectivamente.

O peso dos frutos de mamão faz parte de um conjunto de características cruciais na seleção de variedades. O mercado do Solo tem preferência por frutos com pesos variando de 300 a 650 g e o mercado do grupo Formosa exige frutos variando de 1.000 a 1.300 g. Assim, três genótipos do grupo Solo atendem essa exigência, as linhagens L26 e L60 e o híbrido H10.60, com médias de 554,3 g, 506,3 g e 624,3 g, respectivamente. Os padrões de classificação para esta característica são variáveis e a escolha do peso ideal do fruto dependerá do seu formato para facilitar o processo de embalagem e transporte. Dessa forma, os genótipos L26, L60 e H10.60 apresentam calibre de 15 a 18, que tem melhor aceitação no mercado do grupo Solo. A linhagem L56 e os híbridos H33.36 e H45.56, todos do grupo Formosa, tiveram médias entre 1.000 e 1.300 g.

A espessura da polpa e diâmetro da cavidade interna são características que estão diretamente associadas, pois quanto menor o diâmetro da cavidade interna, maior a espessura da polpa. Frutos com maior espessura da polpa

apresentará um maior rendimento de polpa, constituindo-se em atributo de grande interesse econômico, enquanto o diâmetro da cavidade interna é um caráter de fundamental importância para a comercialização e transporte dos frutos. Todos os genótipos apresentaram valores médios para EP superiores a 2,0 cm, com média geral igual a 2,63 cm. De acordo com Yamanishi et al. (2006), espessura média da polpa acima de 2,0 cm é considerada ideal para comercialização. Concordando com esse resultado, Fioravanço et al. (1996) encontraram valores de espessura da polpa de 2,01 a 2,37 cm e Silva et al (2010) observaram média de 2,3 cm.

Para diâmetro da cavidade interna houve a formação de dois grupos, com variação das médias de 3,90 a 6,01 cm. O grupo das menores médias foi constituído por 7 genótipos, correspondendo a 31,81% do total. Todas as linhagens do grupo Solo ficaram no grupo que obtiveram as menores médias, passível de exploração em cruzamentos para obtenção de híbridos com menores valores de diâmetro da cavidade interna.

A firmeza do fruto (FF) é um caráter de fundamental importância no programa de melhoramento para a cultura do mamoeiro, influenciando diretamente na resistência do fruto contra choques mecânicos e garantindo-lhe maior longevidade em prateleiras. Houve formação de dois grupos entre os genótipos para FF, a menor média foi 1,4 kg/cm² e a maior 3,6 kg/cm². O grupo de genótipos que obtiveram as maiores médias foi constituído por quatro linhagens e sete híbridos que apresentaram valores variando de 2,4 a 3,6 kg/cm². A linhagem L10 e o híbrido H10.72 se destacaram por apresentar médias de 3,6 e 3,5 kg/cm², respectivamente. Este pode ser um indicativo de que esta característica seja de alta herdabilidade pelo fato de a linhagem L10 ser um dos parentais do híbrido H10.72.

Para firmeza da polpa (FP) observou-se ampla variabilidade entre os tratamentos, com variação da média de 0,3 a 2,1 kg/cm² e com formação de quatro grupos, sendo que a linhagem L10 diferiu estatisticamente das demais e obteve a maior média, igual a 2,1 kg/cm². Os híbridos H10.72 e H60.72 tiveram médias de 1,6 e 1,3 kg/cm², respectivamente. As testemunhas Sunrise Solo e Tainung n° 1 ficaram no grupo das menores médias, com valores de 0,4 e 0,5 kg/cm². Segundo Fagundes & Yamanishi (2001), firmeza da polpa e do fruto são

características físicas geralmente influenciadas por condições ambientais, cultivar, época de colheita e tratos culturais.

Sólidos solúveis é um dos principais parâmetros de qualidade de frutos de mamão. A exigência para comercialização de mamão para exportação em relação a SS, é que apresente °Brix superior a 12. Um pouco mais de 50% dos genótipos avaliados obtiveram valores médios de sólidos solúveis acima de 12 °Brix. As linhagens L26 (Solo) e L36 (Formosa), os híbridos H10.26, H10.60 e H60.72 (Solo) e a testemunha Sunrise Solo não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram as maiores médias, variando de 12,6 a 13,3 °Brix. Seis genótipos (linhagens e híbridos) não apresentaram diferenças significativas, com médias de 12,0 a 12,5 °Brix. As linhagens e híbridos L10, L60, L56, H10.72, H26.72, H33.45, H33.56, H45.46 e a testemunha Tainung n° 1 tiveram médias de 11,0 a 11,9 °Brix e não diferiram estatisticamente. Por outro lado, a linhagem L33 foi o único genótipo que apresentou valor médio inferior a 11,0 °Brix, com média igual a 9,9 °Brix, diferindo dos demais. Marin et al. (2006) corroboram estes resultados, ao observarem variação de 7,85 a 12,65 °Brix na análise de híbridos de mamoeiro; Oliveira et al. (2010) detectaram ampla variabilidade na análise de germoplasma, encontrando valores de 5,0 a 16,2 °Brix e Dias et al. (2011) avaliando 27 genótipos de mamoeiro, obtiveram médias de 7,25 a 11,53 °Brix.

A variação nos teores de sólidos solúveis é bastante influenciada por condições ambientais, época de colheita, estações do ano, estádios de maturação e tratos culturais. Brito Neto et al. (2011) verificaram crescimento linear dos SS, variando de 7 a 14°Brix, em função da adição das doses de nitrogênio. Souza (2004) observou diferença significativa nos teores de SS entre os estádios de maturação, indicando maior teor de sólidos solúveis no estágio máximo de maturação. Segundo Fonseca (2002), o mamão colhido antes da maturidade fisiológica não amadurece adequadamente, sendo a época de colheita um fator importante e que influencia principalmente na pigmentação do fruto e no teor de sólidos solúveis.

Apesar de serem detectadas diferenças significativas a 1% de probabilidade entre os genótipos para pH e AT, não foram observadas grandes variações nos valores, com estimativas de 5,16 a 5,46 e 0,05096 a 0,07970% de ácido cítrico, respectivamente. Estes dados foram similares aos observados por

Fagundes e Yamanishi (2001) para mamão do grupo Solo com pH igual a 5,55. Miranda et al. (2002) encontrou pH de 5,3, 5,5 e 5,6 em frutos de três cultivares do grupo Solo e Dias et al. (2011) obtiveram médias entre 5,22 e 5,64.

Tabela 6. Médias obtidas para caracteres referentes à qualidade de frutos de mamoeiro. Cruz das Almas, BA, 2012/2013.

| | Nº | COMBINAÇÃO | GENÓTIPO | CF | DF | PF | EP | DCI | FF | FP | SS | pH | AT |
|--|----|------------|------------|-------|-------|----------|-------|-------|------|------|-------|-------|----------|
| Linhagens do Grupo 'Solo' | 1 | 1x1 | CMF L10 | 21,1e | 10,5b | 1.008,1c | 2,82a | 4,39a | 3,6a | 2,1a | 11,0c | 5,24a | 0,06585b |
| | 2 | 2x2 | CMF L26 | 15,3b | 8,6a | 554,3a | 2,32b | 4,01a | 2,8a | 0,8c | 12,6a | 5,46b | 0,06322b |
| | 3 | 3x3 | CMF L60 | 13,5a | 8,9a | 506,3a | 2,49b | 3,90a | 1,9b | 0,5d | 11,3c | 5,28a | 0,06056b |
| | 4 | 4x4 | CMF L72 | 16,9c | 9,5a | 697,0b | 2,58b | 4,15a | 2,8a | 0,5d | 12,0b | 5,20a | 0,06416b |
| \bar{x} das Linhagens do grupo Solo | | | | 16,7 | 9,37 | 691,4 | 2,55 | 4,11 | 2,7 | 0,9 | 11,7 | 5,29 | 0,06344 |
| Linhagens do Grupo 'Formosa' | 5 | 5x5 | CMF L33 | 20,9e | 9,5a | 802,2b | 2,34b | 4,44a | 2,2b | 0,7d | 9,9d | 5,40b | 0,05096b |
| | 6 | 6x6 | CMF L36 | 21,5e | 9,8a | 940,6c | 2,61a | 4,64b | 1,4b | 0,4d | 13,2a | 5,24a | 0,06315b |
| | 7 | 7x7 | CMF L45 | 19,4d | 9,0a | 766,2b | 2,73a | 3,90a | 2,7a | 1,0c | 12,0b | 5,22a | 0,07970a |
| | 8 | 8x8 | CMF L56 | 19,4d | 10,8b | 1.052,0c | 2,81a | 5,49b | 2,1b | 0,9c | 11,0c | 5,20a | 0,06545b |
| \bar{x} das Linhagens do grupo Formosa | | | | 20,3 | 9,77 | 890,25 | 2,62 | 4,61 | 2,1 | 0,7 | 11,5 | 5,26 | 0,06481 |
| Híbridos do Grupo 'Solo' | 9 | 1x2 | CMF H10.26 | 16,8c | 10,0a | 725,5b | 2,52b | 5,12b | 1,9b | 0,5d | 12,9a | 5,34b | 0,06558b |
| | 10 | 1x3 | CMF H10.60 | 15,3b | 9,6a | 624,3a | 2,46b | 4,68b | 1,6b | 0,3d | 12,6a | 5,20a | 0,06002b |
| | 11 | 1x4 | CMF H10.72 | 20,4d | 10,5b | 964,9c | 2,69a | 4,89b | 3,5a | 1,6b | 11,3c | 5,22a | 0,07064a |
| | 12 | 2x3 | CMF H26.60 | 17,4c | 11,5b | 1.004,2c | 2,69a | 6,01b | 2,5a | 0,7c | 12,1b | 5,27a | 0,06835b |
| | 13 | 2x4 | CMF H26.72 | 21,5e | 11,0b | 1.216,6d | 2,70a | 5,27b | 2,4a | 0,8c | 11,5c | 5,38b | 0,06729b |
| | 14 | 3x4 | CMF H60.72 | 18,4c | 9,8a | 863,7b | 2,55b | 4,65b | 3,0a | 1,3b | 12,7a | 5,21a | 0,07768a |
| \bar{x} dos Híbridos do grupo Solo | | | | 18,3 | 10,4 | 899,8 | 2,60 | 5,10 | 2,4 | 0,8 | 12,1 | 5,27 | 0,06826 |
| Híbridos do Grupo 'Formosa' | 15 | 5x6 | CMF H33.36 | 20,4d | 9,7a | 832,2b | 2,27b | 4,82b | 2,1b | 0,4d | 12,2b | 5,39b | 0,05882b |
| | 16 | 5x7 | CMF H33.45 | 21,2e | 9,2a | 839,9b | 2,73a | 3,68a | 1,8b | 0,6d | 11,2c | 5,31b | 0,07369a |
| | 17 | 5x8 | CMF H33.56 | 22,4e | 10,8b | 1.218,3d | 2,95a | 5,02b | 2,6a | 1,0c | 11,7c | 5,28a | 0,06757b |
| | 18 | 6x7 | CMF H36.45 | 21,6e | 11,4b | 1.405,3d | 2,76a | 4,92b | 1,4b | 0,4d | 12,5b | 5,27a | 0,06175b |
| | 19 | 6x8 | CMF H36.56 | 18,2c | 10,2a | 885,1b | 2,73a | 4,57b | 2,6a | 1,0c | 12,2b | 5,16a | 0,07585a |
| | 20 | 7x8 | CMF H45.56 | 21,3e | 10,8b | 1.109,8c | 2,86a | 5,06b | 2,8a | 1,0c | 11,9c | 5,11a | 0,07640a |
| \bar{x} dos Híbridos do grupo Formosa | | | | 20,8 | 10,3 | 1.048,3 | 2,71 | 4,67 | 2,21 | 0,7 | 12,0 | 5,25 | 0,06901 |
| T e | 21 | --- | SUNRISE | 13,9a | 8,8a | 491,9a | 2,34b | 4,06a | 1,5b | 0,4d | 13,3a | 5,25a | 0,07240a |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|-----------------|-------|-------|----------|-------|-------|------|------|-------|-------|----------|
| 22 | --- | TAINUNG n° 1 | 25,1f | 11,0b | 1.321,7d | 2,72a | 5,02b | 2,0b | 0,5d | 11,4c | 5,16a | 0,06934a |
|----|-----|-----------------|-------|-------|----------|-------|-------|------|------|-------|-------|----------|

CF: comprimento de fruto (cm); DF: diâmetro de fruto (cm); PF: peso de fruto (gramas); EP: espessura da polpa (cm); DCI: diâmetro da cavidade interna (cm); FF: firmeza do fruto (kg/cm^2); FP: firmeza da polpa (kg/cm^2); SS: sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$); pH e AT: acidez titulável. Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

CONCLUSÕES

Evidenciou-se que a maioria dos caracteres avaliados apresenta grande variabilidade genética, passível de utilização nos processos de seleção de parentais e híbridos para uso *per se* ou em cruzamentos para síntese de híbridos melhorados visando aumento da competitividade e sustentabilidade do agronegócio do mamoeiro.

A linhagem L60 pode ser mais explorada visando desenvolver novos híbridos com redução do porte da planta e altura dos primeiros frutos. Por sua vez, a linhagem L10 pode ser utilizada na síntese de novos híbridos com maior número de frutos comerciais e aumentar a produtividade do mamoeiro.

Todos os híbridos do grupo Solo apresentaram produtividades superiores a 40 t.ha⁻¹, média nacional da cultivar Sunrise Solo.

Os híbridos H10.26 e H10.60, do grupo Solo, mostraram-se promissores por apresentarem menores valores com relação à altura da planta, altura de inserção dos primeiros frutos, maior número de frutos comerciais, produtividade superior à variedade comercial Sunrise Solo e alto teor de sólidos solúveis. O híbrido H10.72 mostrou-se promissor quanto ao maior número de frutos comerciais e produtividade.

O híbrido H36.45, do grupo Formosa, mostrou-se promissor para alto teor de sólidos solúveis, maior número de frutos comerciais e produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo. Edgard Blucher, 381p., 1971.

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

BRITO NETO, J.F.; PEREIRA, W.E.; CAVALCANTI, L.F.; ARAÚJO, R.C.; LACERDA, J.S. Produtividade e qualidade de frutos de mamoeiro 'sunrise solo' em função de doses de nitrogênio e boro. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.1, p.69-80, 2011.

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

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.; OLIVEIRA, E.J. de. Avances em 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.

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

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

FERREIRA, J.P.; SCHMILDT, O.; SCHMILDT, E.R.; PIANTAVINHA, W.C.; CATTANEO, L.F. Correlações entre características morfo-agronômicas de acessos de mamoeiro. **Enciclopédia Biosfera** - Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.14, 247p., 2012.

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.

FIORAVANÇO J.C.; PAIVA, M.C.; CARVALHO, R.I.N.; MANICA, I. Qualidade do mamão 'solo' comercializado em Porto Alegre de outubro/91 a junho/92. **Ciência Agrônômica**, v.27, n.1/2, p.67-71, 1996.

FONSECA, M.J. de O. **Conservação pós-colheita de mamão (*Carica papaya* L.): análise das cultivares Sunrise Solo e Golden, sob controle de temperatura e de atmosfera modificada.** Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade do norte Fluminense - UENF, 177p., 2002.

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

GEPTS, P. Plant genetic resources conservation and utilization: the accomplishments and future of a societal insurance policy. **Crop Science**, Madison, v.46, n.5, p.2278-2296, 2006.

GRIFFING, B. The concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, East Melbourne, v.9, p.463-493, 1956.

IBGE. Banco de Dados Agregados. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 21 de dezembro. 2012.

IBPGR - International Board for Plant Genetic Resources. **Descriptors for Papaya**, Roma-Italy, 31p., 1988.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 1018p., 2005.

MARIN, S.L.D.; GOMES, J.A.; ALVES, F.L. Introdução, avaliação e seleção do mamoeiro cv. Improved Sunrise Solo Line 72/12 no Estado do Espírito Santo. Vitória: EMCAPA, 13p., 1989. (EMCAPA, Documentos, 59).

MARIN, S.L.D.; PEREIRA, M.G.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; MARTELLETO, L.A. P.; IDE, C.D. Partial diallel to evaluate the combining ability for economically important traits of papaya. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.63, p.540-546, 2006.

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

MIRANDA, S.P.; FAGUNDES, G.R.; MACHADO FILHO, J.A.; MORAES, A.V.; LIMA, L.A.; YAMANISHI, O.K. Caracterização física e química de mamões dos grupos solo e formosa cultivados em Brasília - DF. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17, 2002, Belém. *Anais...* Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. CD-ROM.

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

RIBEIRO, L.P.; SANTOS, D.M.B.; LIMA NETO, I. de A.; BARBOSA, M.F.; CUNHA, T.J.F. Levantamento detalhado dos solos, capacidade de uso e classificação de terras para irrigação da Estação de Plasticultura da Universidade Federal da Bahia / Politeño em Cruz das Almas - BA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.105-113, 1995.

SILVA, M.M.; BROETTO, S.G.; VALBÃO, S.C.; COSTA, A. de F.S. da; SILVA, D.M. Características vegetativas e de frutos de mamoeiros obtidos por seleção massal. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.1, p.29-38, 2010.

SILVA, F.F.; PEREIRA, M.G.; RAMOS, H.C.C.; DAMASCENO JUNIOR, P.C.; PEREIRA, T.N.S.; IDE, C.D. Genotypic correlations of morpho-agronomic 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 JÚNIOR, P.C.; PEREIRA, T.N.S.; VIANA, A.P.; HAHER, R.F.; FERREGUETTI, G.A. Estimation of genetic parameters related to morpho-agronomic and fruit quality traits of papaya. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. v.8, p.65-73, 2008.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, p.541-572, 1998.

SOUZA, L.M. de. **Algumas características físicas e químicas de mamões (*Carica papaya* L.) dos grupos “FORMOSA” (Tainung 01) e “SOLO” (Golden), com e sem mancha fisiológica, colhidos em diferentes estádios de maturação**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes - RJ, 82p., 2004.

SOUZA, T.V.; COELHO, E.F.; PAZ, V.P.S.; LEDO, C.A.S. Avaliação física e química de frutos de mamoeiro ‘Tainung n° 1’, fertirrigado com diferentes combinações de fontes nitrogenadas. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**. Recife, v.4, n.2, p.179-184, 2009.

YAMANISHI, O.K.; MELLO, R.M.; MARTINS, V.A.; LIMA, L.A.; FAGUNDES, G.R. Comportamento do mamoeiro Sekati nas condições do oeste da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.79-82, 2006.

CAPÍTULO 2

ANÁLISE DIALÉLICA E ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM LINHAGENS E HÍBRIDOS DE MAMOEIRO

ANÁLISE DIALÉLICA E ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM LINHAGENS E HÍBRIDOS DE MAMOEIRO

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi avaliar a capacidade combinatória, e estimar os parâmetros genéticos de linhagens e híbridos de mamoeiro sintetizados pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, quanto às características agrônômicas e de qualidade de frutos, visando identificar e selecionar genótipos com bons atributos agrônômicos, passíveis de incorporação ao sistema de produção de mamão. O experimento foi conduzido em área do Setor de Campos Experimentais da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, BA. Avaliou-se 22 genótipos (oito linhagens, doze híbridos e duas testemunhas: Sunrise Solo e Tainung nº 1) em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, contendo seis plantas por parcela, totalizando 528 plantas no ensaio. Os caracteres avaliados foram: altura da planta (AP); altura dos primeiros dos primeiros (AIPF); diâmetro do caule (DC); número de frutos comerciais (NFC); número de frutos deformados (NFD); número de nós sem frutos (NNSF); produtividade (PROD); comprimento do fruto (CF); diâmetro do fruto (DF); peso do fruto (PF); espessura da polpa (EP); diâmetro da cavidade interna (DCI); firmeza do fruto (FF); firmeza da polpa (FP); sólidos solúveis (SS); pH e acidez titulável (AT). Os dados foram submetidos à análise de variância, estimando-se os parâmetros genéticos, e as análises dialélicas foram efetuadas de acordo com a metodologia de dialelo completo para obtenção das estimativas dos efeitos da CGC e da CEC. Para a maioria dos caracteres observou-se diferenças significativas a 1% e 5% de probabilidade, exceto para diâmetro do caule, e que maior parte da variância fenotípica detectada entre os genótipos é devido à variância genotípica. O índice de variação (CV_g/CV_e) foi maior que a unidade para NFC, NFD, CF, PF, FP, SS e pH, indicando predominância de efeitos genéticos. Em relação aos coeficientes de correlação observou-se associações de interesse agrônômico entre os caracteres AP x APF, NFC x NNSF e NFC x PROD. A análise dialélica evidenciou a importância dos efeitos gênicos aditivos e não-aditivos para maioria dos caracteres avaliados. Os híbridos H10.26, H10.60 e H60.72 apresentaram potencial para aumento das características referentes a produtividade e para o teor de sólidos solúveis.

Palavras chave: *Carica papaya* L., genética, produtividade.

DIALLEL ANALYSIS AND ESTIMATION OF GENETIC PARAMETERS IN PAPAYA LINES AND HYBRIDS

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the combining ability and genetic parameters of papaya lines and hybrids synthesized by Embrapa Cassava & Fruits, as the agronomic characteristics and fruit quality, to identify and select genotypes with good agronomic attributes, to be incorporated at the papaya system production. The experiment was carried out in the Experimental Fields Sector of Embrapa Cassava & Fruits, Cruz das Almas, BA. It was evaluated 22 genotypes (eight lines, twelve hybrids and two witnesses: Sunrise Solo and Tainung n° 1) in a randomized block design with four replications of six plants per plot, totalizing 528 plants. The characters evaluated were: plant height (PH), insertion height of the first fruit (AIPF), stem diameter (DC), number of marketable fruit (NFC), number of deformed fruit (NFD), number of nodes without fruit (NNSF), yield (PROD), fruit length (FL), fruit diameter (FD), fruit weight (FW), flesh thickness (EP); internal cavity diameter (DCI), fruit firmness (FF) ; firmness (FP), soluble solids (SS), pH and titratable acidity (TA). Data were submitted to analysis of variance, estimating genetic parameters, and diallel analyses were performed according complete diallel methodology to obtain estimates of GCA and SCA. Most characters showed significant differences at 1% and 5% probability, except for stem diameter, and most of the phenotypic variance observed among genotypes is due to genotypic variance. The variation index (CVg / CVe) was greater than unity for NFC, NFD, CF, PF, FP, SS and pH, indicating predominance of genetic effects. Analyzing the correlation coefficients it was observed associations between agronomic characters AP x APF, NFC x NNSF and NFC x PROD. The diallel analysis highlighted the importance of additive and non-additive genetic effects for most characters. Hybrids H10.26, H10.60 and H60.72 showed potential for increasing the yield and soluble solids.

Keywords: *Carica papaya* L., genetics, yield.

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma cultura de expressiva importância econômica para o Brasil, destacando-se como segundo maior produtor mundial de mamão. Em 2010 o país produziu cerca de 1,87 milhão de toneladas de mamão, equivalente a 16,67% da produção mundial (FAO, 2012). Todavia, a baixa disponibilidade de cultivares vem se caracterizando como um dos principais problemas na cadeia produtiva do agronegócio mamão e o desenvolvimento de genótipos com características agrônômicas superiores, que atendam as exigências do mercado, vem sendo continuamente demandado pelos produtores.

A estimativa de parâmetros genéticos é de fundamental importância para os programas de melhoramento, pois permite identificar a natureza da ação dos genes envolvidos no controle dos caracteres quantitativos e avaliar a eficiência das diferentes estratégias de melhoramento para obtenção de ganhos genéticos e manutenção de uma base genética adequada (Cruz e Carneiro, 2003). Parâmetros genéticos como coeficiente de herdabilidade, coeficiente de variação genética, índice de variação e correlações genéticas permitem prever ganhos, antever a possibilidade de sucesso com a seleção, avaliar e orientar na adoção de estratégias mais eficientes a serem utilizadas no melhoramento (Falconer, 1987; Vencovsky, 1970 e Ramalho, 2000). Segundo Cruz e Carneiro (2003) o estudo das correlações é um dos parâmetros genéticos mais importantes. O conhecimento da associação entre os caracteres é essencial nos trabalhos de melhoramento, principalmente para a seleção de características com baixa herdabilidade (Cruz et al. 2004).

O conhecimento prévio por meio da caracterização agrônômica é de fundamental importância para a identificação dos parentais que deverão ser utilizados em hibridações. Porém, a escolha dos genitores com base apenas em características desejáveis é insuficiente para assegurar a obtenção de progênieis com alto potencial genético. É necessário que os genitores utilizados nos cruzamentos tenham capacidade combinatória em nível expressivo para produzir, em alta frequência, recombinações favoráveis (Ferreira Filho, 1982).

As análises dialélicas têm por finalidade analisar o delineamento genético, fornecendo estimativas de parâmetros úteis na seleção de genitores para a hibridação e no entendimento dos efeitos gênicos envolvidos na herança dos caracteres. Entre os métodos que possibilitam estimar a capacidade geral de

combinação (CGC) um dos mais utilizados é o de Griffing (1956), que gera informações a respeito da concentração de genes predominantemente aditivos em seus efeitos (CGC) e da capacidade específica de combinação. Quando é possível observar predominância de CGC, implica dizer que há predominância dos efeitos aditivos no controle do caráter. Já a capacidade específica de combinação (CEC) é estimada como desvio do comportamento em relação ao que seria esperado com base na CGC (Cruz et al., 2004).

O termo capacidade geral de combinação (CGC) refere-se ao comportamento médio de uma linhagem em uma série de combinações híbridas e está associado aos efeitos aditivos dos alelos e às ações epistáticas do tipo aditivas (Cruz e Vencovsky, 1989). Em síntese, a CGC indica os melhores pais em um programa de melhoramento que visa o desenvolvimento de novas variedades. Marin (2001) observou genótipos de mamoeiro que apresentaram maiores valores de CGC para 14 características, e que poderiam ser explorados no programa de melhoramento da cultura.

Segundo Sprague e Tatum (1942), a capacidade específica de combinação (CEC) é útil para designar os casos em que certas combinações híbridas são superiores ou inferiores em relação ao esperado quanto ao desempenho médio de dois parentais. Os efeitos da CEC enfatizam a importância de interações não aditivas resultantes da complementação gênica entre os genitores, possibilitando antever respostas de ganho genético com a exploração da heterose.

Portanto, a combinação híbrida mais promissora deve ser aquela que apresente maior estimativa de capacidade específica de combinação e que seja resultante de um cruzamento em que pelo menos um dos parentais apresente elevada capacidade geral de combinação (Cruz et al., 2004). Cumpre salientar que dois genitores de elevada CGC nem sempre proporcionam a formação da melhor combinação do dialelo (Cruz e Vencovsky, 1989).

Neste contexto, o melhoramento genético pode contribuir positivamente para ampliar a base genética da cultura do mamoeiro, aumentando o número de cultivares comerciais disponíveis para os produtores, evitando a importação de sementes híbridas e, conseqüentemente, diminuindo o custo de produção de mamão. Assim, o principal objetivo deste trabalho foi determinar a capacidade geral e específica de combinação das linhagens e híbridos, além de estimar parâmetros genéticos das características agrônômicas e referentes à qualidade

de frutos. Por fim, selecionar híbridos promissores quanto às principais características de interesse agrônomo.

MATERIAL E MÉTODOS

- **Estabelecimento de campo de cruzamentos para síntese de híbridos**

No ano agrícola 2010/2011 foi instalado um campo de cruzamentos para síntese de novos híbridos e avaliação agrônomo preliminar de oito linhagens de mamoeiro em área do Setor de Campos Experimentais da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, BA, utilizando como testemunhas 'Sunrise Solo', 'Tainung nº 1' e 'Vigilante'. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo a parcela constituída por cinco plantas.

No ensaio foi dada ênfase à síntese de híbridos segundo o dialelo completo, sem recíprocos, utilizando o método 2, modelo B, definido por Griffing (1956), para os cruzamentos entre as linhagens Solo x Solo e Formosa x Formosa, realizando os cruzamentos conforme disposto nas Tabela 1 e Tabela 2, respectivamente. As autofecundações dos genitores (linhagens) foram realizadas concomitantemente aos cruzamentos para obtenção dos híbridos.

Tabela 1. Esquema de cruzamento em dialelo completo com 4 linhagens do grupo Solo.

| | | Solo | | | |
|------|-----|------|--------|--------|--------|
| | | L10 | L26 | L60 | L72 |
| Solo | L10 | ⊗ | H10.26 | H10.60 | H10.72 |
| | L26 | | ⊗ | H26.60 | H26.72 |
| | L60 | | | ⊗ | H60.72 |
| | L72 | | | | ⊗ |

Tabela 2. Esquema de cruzamento em dialelo completo com 4 linhagens do grupo Formosa.

| | | Formosa | | | |
|---------|-----|---------|--------|--------|--------|
| | | L33 | L36 | L45 | L56 |
| Formosa | L33 | ⊗ | H33.36 | H33.45 | H33.56 |
| | L36 | | ⊗ | H36.45 | H36.56 |
| | L45 | | | ⊗ | H45.56 |
| | L56 | | | | ⊗ |

Após realização dos cruzamentos e das autofecundações, esperou-se um período de 4 a 5 meses para colher os frutos, em estágio de maturação 1. As sementes foram extraídas de frutos totalmente maduros (estádio de maturação 5), lavadas em água corrente, com remoção da sarcotesta e secas à sombra durante o período de 72 horas. Em seguida foram acondicionadas em recipientes de papel, devidamente identificados, e armazenadas em câmara fria à temperatura de 10 °C.

- **Avaliação de linhagens e híbridos**

Esse experimento foi realizado em área do Setor de Campos Experimentais da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA. A cidade está situada a 12°40' de latitude Sul e 39°06' de longitude Oeste de Greenwich, a 226 m de altitude. O clima da região é do tipo sub úmido, com pluviosidade média anual de 1.170 mm, com variações entre 900 mm e 1.300 mm; os meses de março a agosto são os mais chuvosos, enquanto os meses de setembro a fevereiro são os mais secos. A temperatura média anual é de 24,1°C e o solo é classificado como Latossolo Amarelo álico coeso, de textura argilosa e declividade de 0% a 3% (Ribeiro et al., 1995).

Foram avaliados 22 genótipos de mamoeiro, sendo 8 linhagens (4 do grupo Solo e 4 do grupo Formosa), 12 híbridos e duas testemunhas ('Sunrise Solo' e o híbrido 'Tainung n° 1'), em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, contendo seis plantas por parcela, totalizando 528 plantas no ensaio.

As sementes dos 22 genótipos (híbridos, linhagens e testemunhas) foram submetidas à germinação em sacos de polietileno, contendo substrato comercial Plantmax[®]. Utilizou-se 80 sacos de polietileno para cada genótipo e a metodologia adotada para a semeadura foi de 3 sementes por saco. Nos casos em que as três sementes germinaram, foi efetuado o desbaste, deixando-se apenas uma muda por saco, eliminando-se as mudas excedentes ou efetuando-se o transplântio para os sacos onde não houve germinação de sementes.

As mudas foram plantadas em campo, com aproximadamente 20 cm de altura, sendo plantadas três mudas por cova, para assegurar a presença de pelo menos uma planta hermafrodita por cova. O plantio foi realizado utilizando-se

espaçamento de 3,0 m entre linhas e 1,8 m entre plantas em área com irrigação localizada com microaspersores. As demais práticas culturais e os tratos fitossanitários foram aqueles preconizados para a cultura (Martins & Costa, 2003).

A Tabela 3 contempla a identificação e origem dos genótipos utilizados no ensaio de competição de linhagens e híbridos de mamoeiro em Cruz das Almas-BA.

Tabela 3. Identificação e origem dos 22 genótipos de mamoeiro avaliados. Cruz das Almas, BA, 2013.

| Genótipo | Tipo | Classificação | Origem |
|-----------------|-------------|----------------------|---------------|
| CMF-L10-08 | Linhagem | Solo | Brasil |
| CMF-L26-08 | Linhagem | Solo | Brasil |
| CMF-L60-08 | Linhagem | Solo | Brasil |
| CMF-L72-08 | Linhagem | Solo | Brasil |
| CMF-L33-08 | Linhagem | Formosa | Brasil |
| CMF-L36-08 | Linhagem | Formosa | Brasil |
| CMF-L45-08 | Linhagem | Formosa | Brasil |
| CMF-L56-08 | Linhagem | Formosa | Brasil |
| CMF-H10.26 | Híbrido | Solo | Brasil |
| CMF-H10.60 | Híbrido | Solo | Brasil |
| CMF-H10.72 | Híbrido | Solo | Brasil |
| CMF-H26.60 | Híbrido | Solo | Brasil |
| CMF-H26.72 | Híbrido | Solo | Brasil |
| CMF-H60.72 | Híbrido | Solo | Brasil |
| CMF-H33.36 | Híbrido | Formosa | Brasil |
| CMF-H33.45 | Híbrido | Formosa | Brasil |
| CMF-H33.56 | Híbrido | Formosa | Brasil |
| CMF-H36.45 | Híbrido | Formosa | Brasil |

| | | | |
|--------------|----------|---------|--------|
| CMF-H36.56 | Híbrido | Formosa | Brasil |
| CMF-H45.56 | Híbrido | Formosa | Brasil |
| Sunrise Solo | Cultivar | Solo | Havaí |
| Tainung n° 1 | Híbrido | Formosa | Taiwan |

As avaliações dos genótipos foram efetuadas durante todo o ciclo de produção da cultura, e a análise dos parâmetros de qualidade de frutos foi realizada entre o oitavo e décimo segundo mês após o plantio. Utilizou-se 16 descritores quantitativos do Manual de Descritores para Mamão [Catálogo de Germoplasma de Mamão (*Carica papaya* L.)], adaptado pela Embrapa Mandioca e Fruticultura a partir dos descritores inicialmente estabelecidos pelo *International Board for Plant Genetic Resources* (IBPGR, 1988), atualmente *Bioversity International*, com algumas alterações sugeridas por Dantas et al. (2000).

- **Caracteres morfoagronômicos de mamoeiro**

- Altura da planta (AP): expressa em cm, com auxílio de uma trena mediu-se a distância entre a superfície do solo até o ponto de inserção da folha mais nova, localizado no ápice caulinar, avaliada aos 6 meses de idade;
- Altura de inserção dos primeiros frutos (AIPF): expressa em cm, com o auxílio de uma trena mediu-se a altura de inserção da primeira flor funcional (que produz frutos), no início da produção, a partir da superfície do solo, contígua ao colo da planta, até o ponto de inserção do primeiro fruto;
- Diâmetro do caule (DC): expressa em cm, medido a 20 cm acima do nível do solo, com auxílio de um paquímetro de madeira com régua graduada, avaliado aos 6 meses de idade;
- Precocidade: avaliada mediante indicação da data da primeira colheita de frutos;
- Número de frutos comerciais por planta (NFC): avaliado aos 9 meses após o plantio, por meio da contagem de frutos comerciais presentes em cada planta;

- f) Número de frutos deformados por planta (NFD): avaliado aos 9 meses após o plantio, por meio da contagem de frutos carpelóides, pentândricos e bananiformes presentes em cada planta;
- g) Número de nós sem frutos (NNSF): avaliado aos 9 e 14 meses após o plantio, na região denominada usualmente por “pescoço”, mediante contagem do número de nós que não produziram frutos;
- h) Produtividade (PROD): expressa em $t \cdot ha^{-1}$, estimado pela multiplicação do número de frutos comerciais por planta (NFC) pelo peso médio do fruto por planta, espaçamento de 3,0 m entre linhas e 1,8 m entre plantas, com um estande de 1851 plantas/hectare.

- **Atributos de qualidade dos frutos de mamoeiro**

- a) Comprimento de fruto (CF): expresso em cm, com o auxílio de um paquímetro de madeira mediu-se o comprimento da base ao ápice do fruto;
- b) Diâmetro de fruto (DF): expresso em centímetros cm, com o auxílio de um paquímetro de madeira realizou-se a medição do diâmetro na parte maior do fruto;
- c) Peso de fruto (PF): expresso em gramas, pesou-se os frutos colhidos por planta em uma balança analítica. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação $\frac{1}{4}$ maduro, com até 25% da casca amarela, correspondente ao Estádio 2 na Escala de Cores (Informações Adicionais - Anexo 1);
- d) Sólidos solúveis (SS): expresso em °Brix, obtido com auxílio de refratômetro digital portátil modelo *r² mini Reichert*;
- e) Firmeza do fruto (FF): expresso em kg/cm^2 , determinada em frutos maduros íntegros (Estádio 5 na Escala de Cores - Informações Adicionais - Anexo 1) na região central com auxílio de um penetrômetro, a partir de 03 (três) leituras;

- f) Firmeza da polpa (FP): expresso em kg/cm^2 , retirou-se a casca do fruto com auxílio de uma faca e tomou-se a medida com um penetrômetro na região central de frutos maduros íntegros (Estágio 5 na Escala de Cores - Informações Adicionais - Anexo 1), a partir de 03 (três) leituras;
- g) Diâmetro da cavidade interna do fruto (DCI): expresso em cm, mediu-se o diâmetro da cavidade na parte central do fruto. No caso de cavidades em formato de estrela, as medidas foram tomadas de uma extremidade a outra de maior de distância;
- h) Espessura da polpa (EP): expresso em cm, com o auxílio de um paquímetro tomou-se a medição da espessura da polpa de maior tamanho após o corte transversal do fruto;
- i) Acidez titulável (AT): realizada em duplicata e expressa em % de ácido cítrico (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005);
- j) pH: medida em pHmetro.

- **Delineamento experimental e análise estatística**

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 e_{ij} é o erro aleatório. Em seguida foram estimados os parâmetros genéticos e a correlação de Pearson. Para análise dialélica foi utilizado o método 2, modelo B, definido por Griffing (1956). O efeito de tratamento foi considerado como fixo e decomposto em capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC). Neste caso, foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = m + g_i + g_j + s_{ij} + e_{ij}$$

Y_{ij} : valor médio da combinação híbrida ($i \neq j$) ou do genitor ($i = j$);

m: média geral;

g_i; **g_j**: efeitos da CGC do i-ésimo e do j-ésimo genitor, respectivamente;

s_{ij}: efeito da CEC para os cruzamentos entre os genitores i e j;

e_{ij}: erro experimental médio.

Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa Genes (Cruz, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros genéticos

A análise de variância (Tabela 4) revelou diferenças significativas a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F para maioria dos caracteres avaliados, exceto para o diâmetro do caule. Essas diferenças significativas evidenciam existência de variabilidade genética entre os genótipos para as características avaliadas.

O coeficiente de variância genotípica é causado pelas diferenças genéticas entre os indivíduos, então um valor elevado para esse componente indica ampla variabilidade genética, bastante interessante para a identificação de genótipos superiores nos programas de melhoramento. Assim sendo, observou-se maior participação da variância genotípica para todas as características avaliadas, exceto para DC (Tabela 3), indicando que grande proporção da variação fenotípica observada corresponde a variação genética. Hallauer e Miranda Filho (1981) e Alves et al. (2003) relatam que as variâncias genotípicas, fenotípicas e ambientais apresentam importância fundamental para estimar a herdabilidade, prever ganho genético, avaliar a potencialidade do genótipo, e avaliar a eficiência dos diferentes métodos de melhoramento.

Os caracteres CF, PF, FP, SS e pH apresentaram elevados valores de herdabilidade, superiores a 80%. Essas características são de grande interesse nos programas de melhoramento, pois são referentes ao formato e qualidade de frutos, havendo possibilidade de ganhos expressivos no processo de seleção de parentais para os cruzamentos, refletindo uma situação muito favorável à seleção de híbridos com boas características agrônômicas. Outros caracteres como AP, AIPF, NFC, PROD e DCI, apresentaram valores de h^2 oscilando de 75,29 a 79,95%, indicando apresentarem probabilidade de sucesso no melhoramento. Segundo Allard (1971), as estimativas de herdabilidade devem ser interpretadas

como específicas para os genótipos e ambientes em estudo, e não como um atributo fixo do caráter fenotípico avaliado.

Cardoso et al. (2009) observaram altos valores de herdabilidade para cinco características avaliadas para qualidade fisiológicas de sementes de 30 genótipos de mamoeiro. Dias et al. (2011) encontraram elevados valores de h^2 para 27 genótipos de mamoeiro com uso de descritores agronômicos, evidenciando possibilidade de sucesso para seleção de genótipos superiores quanto aos caracteres referentes à qualidade de frutos (sólidos solúveis, acidez titulável, pH, ratio, e diâmetro da cavidade interna).

Os coeficientes de variação experimental variaram de 1,28 a 37,93%. Cerca de 70% dos caracteres avaliados apresentaram valores inferiores a 20%, sendo classificados de pequena a média magnitude, segundo Gomes (1990), indicando boa precisão experimental. Esses dados estão de acordo com Foltran et al. (1993), que observaram valores de CV_s abaixo de 20% para características fenotípicas em mamoeiro, e com Silva et al. (2008), que encontraram CV_s classificados como baixos a muito altos para características agronômicas de mamoeiro.

O coeficiente de variação genotípica (CV_g) é um parâmetro relevante por permitir inferir a respeito da variabilidade genética entre os genótipos para os caracteres avaliados. A estimativa do CV_g possibilita estimar a proporcionalidade do ganho em relação à média no caso de seleção (Faleiro et al., 2002). Assim, maiores valores de CV_g foram observadas para NFC, NFD, PROD, PF, FF e FP, indicando ampla variabilidade entre os genótipos para características associadas à produção e qualidade de frutos. Resultados semelhantes foram observados por Silva et al. (2007), com altos valores para número de nós sem frutos, número de frutos deformados e número de frutos comerciais.

De acordo com Faleiro et al. (2001), para se ter uma ideia real da situação de cada característica visando o melhoramento, é necessário analisar o CV_g , juntamente com o CV_e , por meio da relação CV_g/CV_e , ou seja, avaliando o índice de variação (I_v) de cada caráter, que deve ser maior do que a unidade, no caso de presença de ampla variabilidade genética.

Analisando o índice de variação observa-se que os caracteres NFC, NFD, CF, PF, FP, SS e pH apresentaram valores acima da unidade, revelando existência de variabilidade genética entre os genótipos. Cumpre salientar, que

essas características citadas obtiveram estimativas de herdabilidade acima de 80%, exceto NFC e NFD. Esses resultados indicam possibilidade de seleção de genótipos com características desejáveis para produção e qualidade de frutos, principalmente para sólidos solúveis que é um caráter fundamental para comercialização de frutos, recomendando-se °Brix superior a 12. Embora os caracteres altura da planta e altura de inserção dos primeiros frutos tenham apresentados lv abaixo da unidade, possuem estimativas de herdabilidade relativamente altas (79,95% e 75,29%) e coeficientes de variação considerados baixos (10,34% e 9,48%), revelando ser passíveis de seleção, visando obtenção de plantas mais baixas e com menores alturas de inserção dos primeiros frutos, de forma a facilitar o processo de colheita e tratos culturais.

Dias et al. (2011) encontraram valores de lv acima da unidade para 63% das características avaliadas em 27 genótipos de mamoeiro, que influenciam diretamente na colheita e no formato dos frutos. Em adição, Ide (2008) observou valores de lv elevados para número de frutos por planta e peso médios dos frutos.

Tabela 4. Resumo da análise de variância dos descritores quantitativos, com os respectivos intervalos, coeficiente de variação experimental (CVe); genotípico (CVg) e relação entre o coeficiente de variação genotípico e residual (Iv), variância fenotípica (σ_f^2), genotípica (σ_g^2); e herdabilidade do caráter no sentido amplo (h^2), avaliados em 22 genótipos (8 linhagens, 12 híbridos e duas testemunhas) de mamoeiro. Cruz das Almas; BA, 2012/2013.

| CARACTERES ¹ | QM Gen | Mínimo | Máximo | σ_f^2 | σ_g^2 | h^2 | CVg(%) | CVe(%) | Iv |
|-------------------------|--------------------|--------|--------|--------------|--------------|-------|--------|--------|------|
| AP | 829,07** | 90,8 | 202,5 | 207,26 | 156,06 | 75,29 | 8,28 | 9,48 | 0,87 |
| AIPF | 558,55** | 67,6 | 141,0 | 139,63 | 111,64 | 79,95 | 10,32 | 10,34 | 0,99 |
| DC | 0,84 ^{ns} | 5,05 | 11,32 | 0,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 13,50 | 0,00 |
| NFC | 227,36** | 9,0 | 56,17 | 56,84 | 45,30 | 79,70 | 22,96 | 11,44 | 2,00 |
| NFD | 4,96 | 0,0 | 12,67 | 1,24 | 0,59 | 47,80 | 32,60 | 25,02 | 1,30 |
| NNSF | 9,51* | 1,17 | 13,83 | 2,37 | 0,76 | 32,15 | 15,57 | 20,54 | 0,75 |
| PROD | 978,15** | 9,0 | 56,17 | 56,84 | 45,30 | 79,70 | 22,96 | 24,07 | 0,95 |
| CF | 35,54 | 12,4 | 26,6 | 8,88 | 8,58 | 96,59 | 15,23 | 5,72 | 2,66 |
| DF | 7,25* | 7,8 | 12,1 | 1,81 | 0,77 | 42,93 | 8,48 | 19,55 | 0,43 |
| PF | 258302,56** | 354,8 | 1782,4 | 64575,64 | 61010,08 | 94,47 | 27,40 | 13,24 | 2,06 |
| EP | 0,14** | 2,1 | 3,7 | 0,03 | 0,02 | 59,47 | 5,54 | 9,15 | 0,60 |
| DCI | 1,33** | 2,6 | 6,8 | 0,33 | 0,25 | 77,19 | 10,85 | 11,80 | 0,92 |
| FF | 1,54** | 0,9 | 5,8 | 0,38 | 0,25 | 67,19 | 21,48 | 30,02 | 0,71 |
| FP | 0,80** | 0,2 | 3,0 | 0,20 | 0,17 | 87,09 | 49,26 | 37,93 | 1,29 |
| SS | 2,70** | 9,4 | 14,2 | 0,67 | 0,57 | 85,56 | 6,34 | 5,21 | 1,21 |
| pH | 0,0303** | 5,06 | 5,52 | 0,007 | 0,006 | 85,03 | 1,52 | 1,28 | 1,19 |
| AT | 0,019** | 0,029 | 0,0852 | 0,004 | 0,003 | 67,04 | 8,49 | 11,91 | 0,71 |

¹AP: altura da planta (cm); APF: altura dos primeiros frutos (cm); DC: diâmetro do caule (cm); NFC: número de frutos comerciais; NFD: número de frutos deformados; NNSF: número de nós sem frutos; PROD: produtividade (t.ha⁻¹); CF: comprimento de fruto (cm); DF: diâmetro de fruto (cm); PF: peso de fruto (gramas); EP: espessura da polpa (cm); DCI: diâmetro da cavidade interna (cm); FF: firmeza do fruto (kg/cm²); FP: firmeza da polpa (kg/cm²); SS: sólidos solúveis (°Brix); pH e AT: acidez titulável. **, * e ^{ns}, significativo a 1%, significativo a 5% e não significativo pelo teste F.

Correlação de Pearson

A correlação entre caracteres é de extrema importância para os programas de melhoramento genético, pois permite a avaliação simultânea de diferentes caracteres, indicando associações interessantes que podem contribuir para a seleção de características de interesse agrônomo e para a escolha dos procedimentos de seleção mais apropriados para maximizar o ganho genético (Santos e Vencovsky, 1986).

Na Tabela 5 observam-se as estimativas dos coeficientes de correlação para os caracteres agronômicos e de qualidade de frutos de híbridos e linhagens de mamoeiro. Para altura da planta e altura dos primeiros frutos observou-se correlação positiva e significativa a 1%, $r=0,7615^{**}$, considerando alta correlação entre esses caracteres, indicando que a redução no porte da planta implicará em menor altura dos primeiros frutos. Resultados semelhantes foram encontrados por Ide (2008), ao detectar correlações fenotípicas positivas entre AP x APF e DC, indicando que esses caracteres morfológicos se comportam de forma equilibrada, respondendo positivamente ao crescimento vegetativo.

Tabela 5. Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípicas entre 17 caracteres agrônômicos e de qualidade de frutos de mamoeiro.

| Caracteres | AP | DC | NFC | NFD | NNSF | CF | DF | PF | EP | DCI | FF | FP | SS | pH | AT | PROD |
|-------------|----------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| AIPF | 0,7615** | 0,0826 ^{ns} | -0,4317* | 0,1344 ^{ns} | 0,2760 ^{ns} | 0,3579 ^{ns} | -0,0204 ^{ns} | 0,1576 ^{ns} | -0,0319 ^{ns} | -0,0912 ^{ns} | 0,2439 ^{ns} | 0,1878 ^{ns} | -0,1313 ^{ns} | -0,0035 ^{ns} | 0,2675 ^{ns} | -0,2243 ^{ns} |
| AP | - | 0,4463* | -0,0615 ^{ns} | 0,4063* | 0,2117 ^{ns} | 0,5068* | 0,2302 ^{ns} | 0,3534 ^{ns} | 0,1509 ^{ns} | 0,0545 ^{ns} | 0,2716 ^{ns} | 0,2293 ^{ns} | -0,2886 ^{ns} | -0,0233 ^{ns} | 0,2113 ^{ns} | 0,2677 ^{ns} |
| DC | | - | 0,0795 ^{ns} | 0,0218 ^{ns} | 0,3311 ^{ns} | 0,4040* | 0,6798** | 0,5672** | 0,4272* | 0,5884** | 0,2902 ^{ns} | 0,2328 ^{ns} | -0,2601 ^{ns} | -0,2909 ^{ns} | 0,1617 ^{ns} | 0,5151* |
| NFC | | | - | -0,0985 ^{ns} | -0,4716* | -0,5029* | -0,1529 ^{ns} | -0,3804* | -0,1819 ^{ns} | -0,1274 ^{ns} | 0,2073 ^{ns} | 0,2537 ^{ns} | -0,0277 ^{ns} | 0,2209 ^{ns} | -0,2333 ^{ns} | 0,5016* |
| NFD | | | | - | -0,0289 ^{ns} | 0,5225* | 0,1146 ^{ns} | 0,3486 ^{ns} | 0,2644 ^{ns} | -0,1131 ^{ns} | 0,0278 ^{ns} | -0,0816 ^{ns} | -0,2621 ^{ns} | 0,1693 ^{ns} | -0,0401 ^{ns} | 0,2517 ^{ns} |
| NNSF | | | | | - | 0,4346* | 0,5079* | 0,5679** | 0,3620* | 0,3189 ^{ns} | 0,1424 ^{ns} | 0,2209 ^{ns} | -0,0998 ^{ns} | -0,3342 ^{ns} | 0,2100 ^{ns} | 0,1372 ^{ns} |
| CF | | | | | | - | 0,6186** | 0,8480** | 0,5623** | 0,3082 ^{ns} | 0,1551 ^{ns} | 0,2091 ^{ns} | -0,4160* | -0,1496 ^{ns} | 0,0859 ^{ns} | 0,3716* |
| DF | | | | | | | - | 0,8818** | 0,7134** | 0,8625** | 0,1698 ^{ns} | 0,2439 ^{ns} | -0,3285 ^{ns} | -0,2674 ^{ns} | -0,0296 ^{ns} | 0,6671** |
| PF | | | | | | | | - | 0,7519** | 0,6103** | 0,1071 ^{ns} | 0,2064 ^{ns} | -0,2578 ^{ns} | -0,2558 ^{ns} | 0,1163 ^{ns} | 0,5959** |
| EP | | | | | | | | | - | 0,4157* | 0,3225 ^{ns} | 0,4432* | -0,2103 ^{ns} | -0,5407** | 0,4503* | 0,5465** |
| DCI | | | | | | | | | | - | 0,0498 ^{ns} | 0,0541 ^{ns} | -0,0096 ^{ns} | -0,1596 ^{ns} | -0,0423 ^{ns} | 0,4253* |
| FF | | | | | | | | | | | - | 0,8642** | -0,3373 ^{ns} | -0,1465 ^{ns} | 0,3563 ^{ns} | 0,3064 ^{ns} |
| FP | | | | | | | | | | | | - | -0,3503 ^{ns} | -0,2204 ^{ns} | 0,3715* | 0,4639* |
| SS | | | | | | | | | | | | | - | -0,1003 ^{ns} | 0,2679 ^{ns} | -0,2686 ^{ns} |
| pH | | | | | | | | | | | | | | - | -0,5543** | -0,0096 ^{ns} |
| AT | | | | | | | | | | | | | | | - | -0,0830 ^{ns} |

O número de frutos comerciais (NFC) é uma das principais características de produção de frutos em mamoeiro. A correlação entre NFC x NNSF foi negativa, revelando ser um bom indicativo de seleção direta de genótipos com maior número de frutos comerciais, que implicará em menor número de nós sem frutos. Correlação positiva e significativa a 5% foi observada entre NFC e PROD, significando que seleção de genótipos com maior número de frutos comerciais irá proporcionar em aumento na produtividade.

Para as características referentes ao tamanho e peso do fruto, foi possível detectar que os caracteres CF, DF, PF e EP estão correlacionados positivamente e a 1% de probabilidade, com correlações classificadas de média a alta magnitude. Esses resultados são de extrema importância para os programas de melhoramento, visando seleção de genótipos com características de tamanho e peso de acordo com as exigências do mercado interno e externo. Ferreira et al. (2012) observaram resultados semelhantes em seu estudo de correlações entre caracteres morfoagronômicos de mamoeiro, encontrando altas correlações positivas para comprimento de fruto, diâmetro de fruto, espessura da polpa e peso de fruto.

O coeficiente de correlação entre a firmeza do fruto e firmeza da polpa foi igual a 0,8642**, indicando alta correlação entre esses caracteres. Nesse caso, a seleção direta de genótipos com elevados valores de firmeza de frutos, conseqüentemente, resultará em polpas de boa consistência. Coeficiente de correlação similar a este foi observado por Ferreira et al. (2012), $r=0,8279$.

O teor de sólidos solúveis não apresentou correlação significativa para a maioria dos caracteres, exceto para CF, com correlação negativa a 5% de probabilidade. Quintal (2009) encontrou correlação negativa de SS com os caracteres PF, CF, DF e EP, na caracterização de acessos do Banco de Germoplasma de mamoeiro da UENF / CALIMAN.

Análise dialélica

Grupo Solo

A decomposição dos quadrados médios dos parentais e híbridos e os efeitos da capacidade geral e específica de combinação para os caracteres agronômicos e referentes à qualidade de frutos estão dispostos nas Tabelas 6 e

7. Para a maioria dos caracteres avaliados observou-se diferenças significativas a 1% de probabilidade pelo teste F entre os genótipos.

Em relação aos quadrados médios da CGC e CEC foi possível detectar diferenças significativas para a maioria dos caracteres a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F. A existência dessas significâncias consiste na variabilidade genética dos genótipos quanto aos efeitos da CGC e CEC, indicando que tanto os efeitos gênicos aditivos quanto os não-aditivos estão envolvidos no controle das características avaliadas.

Os valores dos quadrados médios referentes à CGC foram significativos pelo teste F, para a maioria das características avaliadas, indicando que os parentais contribuem de forma diferente nas combinações híbridas. Essas diferenças indicam que houve predominância dos efeitos aditivos na herança dos caracteres.

Quanto ao efeito da capacidade específica de combinação, observou-se efeito gênico de dominância para AIPF, NNSF, PROD, CF, DF, PF, DCI, FF, FP e SS. Contudo, a ocorrência de variabilidade aditiva e de dominância para alguns dos caracteres avaliados permite inferir que há possibilidade de obtenção de híbridos com características agrônômicas e de qualidade de frutos desejáveis a partir da utilização desses parentais.

Estudos sobre análise dialélica em mamoeiro são raros. Cardoso (2012) observou diferenças para todas as características avaliadas referentes à qualidade de frutos quanto à CGC e CEC, e Marin et al. (2006), avaliando um dialelo parcial de mamão, observaram que efeitos gênicos aditivos e não-aditivos estavam envolvidos nos controles das características avaliadas.

Tabela 6. Análise de variância com a decomposição dos quadrados médios dos parentais e híbridos do grupo Solo e os efeitos da capacidade combinatória para os caracteres agronômicos: altura da planta (AP); altura de inserção dos primeiros frutos (AIPF); diâmetro do caule (DC); n° de frutos comerciais (NFC); n° de frutos deformados (NFD); n° de nós sem frutos (NNSF) e produtividade (PROD), avaliadas em esquema de dialelo completo (Griffing, 1956). Cruz das Almas, BA, 2012/2013.

| FV ¹ | GL | QUADRADOS MÉDIOS | | | | | | |
|-----------------|-----|-----------------------|----------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------|
| | | AP | AIPF | DC | NFC | NFD | NNSF | PROD |
| Genótipos | 9 | 1264,52** | 692,39** | 0,79 ^{n.s} | 151,86* | 2,45** | 9,82* | 1112,45** |
| CGC | 3 | 2929,92** | 559,76** | 1,17 ^{n.s} | 308,89** | 5,09** | 2,46 ^{n.s} | 2026,97** |
| CEC | 6 | 431,82 ^{n.s} | 758,70** | 0,61 ^{n.s} | 73,34 ^{n.s} | 1,13 ^{n.s} | 13,49* | 665,19** |
| Resíduo médio | 27 | 223,66 | 115,80 | 1,39 | 64,31 | 0,71 | 4,48 | 121,36 |
| Média Geral | --- | 144,79 | 95,88 | 7,88 | 34,53 | 1,87 | 5,17 | 51,69 |
| Média Parentais | --- | 142,40 | 99,53 | 7,55 | 34,36 | 1,98 | 4,66 | 44,83 |
| Média Híbridos | --- | 146,38 | 93,45 | 8,09 | 34,65 | 1,80 | 5,51 | 56,26 |

*, ** e ^{ns} significativos a 5% e 1% e não significativos pelo teste F.

Comparando as médias dos híbridos e dos parentais, observa-se que os híbridos apresentaram valores médios satisfatórios para a maioria dos caracteres agronômicos avaliados (Tabela 6). A média de AIPF foi menor para os híbridos, indicando possibilidade de sucesso na seleção de híbridos com menores alturas de inserção de frutos. No entanto, não foi possível observar o mesmo para a altura da planta, sendo que a média dos híbridos foi superior à dos parentais. Para características relativas à produção de frutos, os híbridos apresentaram comportamentos desejáveis que podem permitir a seleção de genótipos potencialmente superiores, com média superior para NFC e inferior para NFD. Esses caracteres (NFC e NFD) estão diretamente associados à produtividade, já que quanto maior o número de frutos comerciais maior será a produtividade. Dessa forma, os híbridos superaram a média dos parentais para produtividade em 11,43 t.ha⁻¹.

A média dos híbridos (Tabela 7) quanto aos sólidos solúveis foi superior à dos parentais, revelando possibilidade de sucesso na seleção de híbridos com elevados teores de SS, por apresentarem valores satisfatórios de herdabilidade ($h^2 = 85,56\%$), índice de variação acima da unidade ($Iv = 1,21$) e coeficiente de variação experimental classificado como baixo ($CV_e = 5,21$).

Tabela 7. Análise de variância com a decomposição dos quadrados médios dos parentais e híbridos do grupo Solo e os efeitos da capacidade combinatória para os caracteres referentes à qualidade de frutos: comprimento de fruto (CF); diâmetro de fruto (DF); peso de fruto (PF); espessura da polpa (EP); diâmetro da cavidade interna (DCI); firmeza do fruto (FF); firmeza da polpa (FP); sólidos solúveis (SS); pH e acidez titulável (AT), avaliadas em esquema de dialelo completo (Griffing, 1956). Cruz das Almas; BA, 2012/2013.

| FV ¹ | GL | QUADRADOS MÉDIOS | | | | | | | | | |
|-----------------|-----|------------------|--------------------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|--------------------|----------------------|---------------------|
| | | CF | DF | PF | EP | DCI | FF | FP | SS | pH | AT |
| Genótipos | 9 | 29,03** | 3,31** | 213661,47** | 0,09 ^{ns} | 1,65** | 1,88* | 1,38** | 1,92** | 0,03** | 0,010 ^{ns} |
| CGC | 3 | 41,13** | 0,68 ^{ns} | 116287,51** | 0,08 ^{ns} | 0,23 ^{ns} | 1,90 ^{ns} | 1,52** | 1,04 ^{ns} | 0,07** | 0,004 ^{ns} |
| CEC | 6 | 22,98** | 4,62** | 262348,45** | 0,10 ^{ns} | 2,36** | 1,87* | 1,31** | 2,35** | 0,0071 ^{ns} | 0,013 ^{ns} |
| Resíduo médio | 27 | 1,56 | 0,26 | 11740,19 | 0,06 | 0,29 | 0,70 | 0,17 | 0,44 | 0,0062 | 0,005 |
| Média Geral | --- | 17,6 | 10,0 | 816,5 | 2,6 | 4,71 | 2,6 | 0,9 | 12,0 | 5,28 | 0,06633 |
| Média Parentais | --- | 16,7 | 9,3 | 691,4 | 2,55 | 4,11 | 2,7 | 0,9 | 11,7 | 5,29 | 0,06344 |
| Média Híbridos | --- | 18,3 | 10,4 | 899,8 | 2,60 | 5,10 | 2,4 | 0,8 | 12,1 | 5,27 | 0,06826 |

*, ** e ^{ns} significativos a 5% e 1% e não significativos pelo teste F.

As estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) geram informações sobre a concentração de genes predominantemente aditivos em seus efeitos nas expressões dos caracteres em estudo. Genitores que apresentam estimativas altas e positivas de CGC são aqueles que mais contribuem para o aumento da expressão do caráter, enquanto aqueles com valores baixos e negativos contribuem para a redução da manifestação do caráter (Cruz et al., 2004). Em síntese, o parental com maior frequência de genes favoráveis, conseqüentemente, apresentará maiores estimativas de \hat{g}_i .

Na Tabela 8 têm-se as estimativas dos efeitos da CGC entre 4 parentais do grupo Solo para características agrônômicas e de qualidade de frutos. Em relação ao efeito da CGC na expressão dos genótipos, observa-se que os parentais apresentaram contribuições positivas para mais de uma das características avaliadas. Assim, pode-se utilizar este conjunto de parentais, respeitando as estimativas de \hat{g}_i para síntese de híbridos com características específicas.

Para AP e AIPF e se destacaram as linhagens parentais L10 e L60, e L26 e L60, respectivamente. Essas linhagens apresentaram valores negativos de \hat{g}_i , indicando serem desejáveis para cruzamentos que visem a diminuição do porte das plantas e precocidade. Contudo, vale destacar a L60, que obteve os maiores valores negativos para AP e AIPF, revelando ser promissora para síntese de novos híbridos com menores alturas de planta e de inserção de frutos.

Com relação às características relativas à produtividade, observa-se que a linhagem L10 se destacou por apresentar o maior valor positivo de NFC e valores negativos para NFD e NNSF. Conseqüentemente, a L10 obteve o maior valor positivo para PROD ($t.ha^{-1}$), seguida pela linhagem L72.

Os frutos de mamão do tipo 'Solo', com calibre 15/18 são mais valorizados no mercado, portanto, deve ser o foco da pesquisa relacionada ao desenvolvimento de novos híbridos com esta característica. Nesse sentido, os parentais L26 e L60 apresentaram os maiores valores negativos de \hat{g}_i para CF, DF e PF, caracterizando-se como promissores para síntese de híbridos com frutos que atendam as exigências de mercado do tipo 'Solo', de tamanho pequeno e peso variando de 300 a 650 gramas.

Estimativas da CGC favoráveis para espessura de polpa foi observada nos parentais L10 e L72, indicando possibilidade de sucesso para rendimento de polpa a partir dos cruzamentos com esses parentais. No entanto, as linhagens

L10, L60 e L72 apresentaram os maiores valores negativos para DCI, fornecendo informações de superioridade para este caráter, visto que frutos que apresentem menores diâmetros da cavidade interna tendem a ser mais resistentes no processo de transporte dos frutos até o seu destino final.

A linhagem L10 mostrou ser promissora para aumento da firmeza do fruto e da polpa, apresentando os maiores valores positivos das estimativas da CGC, enquanto que o parental L72 revelou predisposição apenas para FF.

O teor de sólidos solúveis em frutos de mamão é um dos parâmetros de fundamental importância nos programas de melhoramento. Para esse caráter, as linhagens L26 e L60 foram as mais interessantes por apresentarem estimativas positivas de CGC, passíveis de exploração na realização de cruzamentos visando obtenção de híbridos com teores de SS acima de 12°brix.

Tabela 8. Estimativas dos efeitos da CGC entre parentais do grupo Solo para os caracteres agrônômicos altura da planta (AP), altura de inserção dos primeiros frutos (AIPF); diâmetro do caule (DC); n° de frutos comerciais (NFC); n° de frutos deformados (NFD), n° de nós sem frutos (NNSF), produtividade (PROD); comprimento de fruto (CF); diâmetro de fruto (DF); peso de fruto (PF); espessura da polpa (EP); diâmetro da cavidade interna (DCI); firmeza do fruto (FF); firmeza da polpa (FP); sólidos solúveis (SS); pH e acidez titulável (AT), avaliadas em esquema de dialelo completo (Griffing, 1956). Cruz das Almas; BA, 2012/2013.

| CARACTERES | PARENTAIS | | | |
|------------|-----------|--------|---------|--------|
| | L10-08 | L26-08 | L60-08 | L72-08 |
| AP | 3,090 | -0,556 | -14,555 | 12,021 |
| AIPF | -1,187 | 2,873 | -6,269 | 4,582 |
| DC | 0,059 | -0,032 | -0,279 | 0,252 |
| NFC | 5,041 | -2,240 | -2,859 | 0,058 |
| NFD | -0,007 | 0,075 | -0,594 | 0,527 |
| NNSF | -0,460 | 0,030 | 0,181 | 0,248 |
| PROD | 10,885 | -3,861 | -10,415 | 3,391 |
| CF | 1,075 | -0,341 | -1,708 | 0,975 |
| DF | 0,183 | -0,033 | -0,216 | 0,066 |
| PF | 41,416 | -4,583 | -96,266 | 59,433 |
| EP | 0,05 | -0,06 | -0,03 | 0,05 |
| DCI | -0,008 | 0,141 | -0,075 | -0,058 |
| FF | 0,208 | -0,091 | -0,358 | 0,241 |
| FP | 0,358 | -0,158 | -0,191 | -0,008 |
| SS | -0,233 | 0,266 | 0,033 | -0,066 |

| | | | | |
|-----------|--------|--------|--------|--------|
| pH | -0,025 | 0,084 | -0,025 | -0,032 |
| AT | -0,006 | -0,006 | -0,007 | 0,020 |

As estimativas da capacidade específica de combinação (\hat{s}_{ij}) evidenciam a importância dos genes com efeitos não-aditivos, servindo para enfatizar a importância de interações não-aditivas, resultantes da complementação gênica entre os genitores, possibilitando antever respostas de ganho genético com a exploração da heterose. Assim, estimativas de CEC que apresentem os maiores valores positivos ou negativos indicam a existência de combinações híbridas satisfatórias em relação ao esperado com base somente para CGC (Sprague e Tatum, 1942).

Salienta-se que o híbrido mais favorável deve ser aquele que apresente maior estimativa da CEC, e que seja resultante de um cruzamento em que pelo menos um dos parentais apresente elevada capacidade geral de combinação (Cruz et al., 2004).

As estimativas dos efeitos da \hat{s}_{ij} são apresentados na Tabela 9 para os caracteres agrônômicos e de qualidade de frutos de mamoeiro. Os híbridos mais promissores para AIPF foram H10.26, H10.60 e H26.72, por apresentarem os maiores valores negativos, indicando serem interessantes por apresentarem menores alturas de inserção dos primeiros frutos, conseqüentemente, precocidade. Entretanto, o híbrido H26.72 não apresentou pelo menos um dos parentais com valor negativo de CGC para este caráter.

Para altura da planta observa-se que os híbridos H10.26 e H10.60 se destacaram por apresentarem valores negativos e ambos têm em sua constituição parentais com valores negativos para CGC. Esses híbridos apresentaram comportamentos satisfatórios para AP, indicando superioridade para este caráter em relação aos parentais.

Os híbridos H10.26, H10.60 e H10.72 se destacaram para NFC com valores desejáveis das estimativas de \hat{s}_{ij} . Essa superioridade dos híbridos para produção de frutos comerciais deve-se ao parental L10, que obteve maior valor positivo da CGC. Esse caráter é considerado de alta herdabilidade, e apesar de sofrer influência do ambiente ($CV_e=11,44$) revelou índice de variação acima da

unidade ($lv=2,0$) (Tabela 4), indicando que maior parte da variação observada deve-se ao efeito genético dos genótipos no dialelo.

Quatro híbridos mostraram-se promissores para NFD e apenas dois foram interessantes em termos de NNSF, apresentando valores negativos de \hat{s}_{ij} . Essa informação é de grande importância para o programa de melhoramento, visando selecionar genótipos que apresentem menores valores para número de frutos deformados e número de nós sem frutos, conseqüentemente, resultando em maior número de frutos aptos para a comercialização.

Tabela 9. Estimativas dos efeitos da CEC (\hat{s}_{ij}) entre genitores dos grupos Solo para os caracteres agrônômicos altura da planta (AP); altura de inserção dos primeiros frutos (AIPF); diâmetro do caule (DC); nº de frutos comerciais (NFC); nº de frutos deformados (NFD); nº de nós sem frutos (NNSF); produtividade (PROD); comprimento de fruto (CF); diâmetro de fruto (DF); peso de fruto (PF); espessura da polpa (EP); diâmetro da cavidade interna (DCI); firmeza do fruto (FF); firmeza da polpa (FP); sólidos solúveis (SS); pH e acidez titulável (AT), avaliadas em esquema de dialelo completo (Griffing, 1956). Cruz das Almas; BA, 2012/2013.

| HÍBRIDOS | | H10.26 | H10.60 | H10.72 | H26.60 | H26.72 | H60.72 |
|------------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PARENTAIS | | L10 x L26 | L10 x L60 | L10 x L72 | L26 x L60 | L26 x L72 | L60 x L72 |
| CARACTERES | AP | -10,66 | -8,16 | 4,76 | 14,27 | 0,32 | 8,99 |
| | AIPF | -16,44 | -13,58 | 4,01 | 9,05 | -11,03 | 13,39 |
| | DC | 0,24 | -0,13 | 0,19 | 0,50 | 0,25 | 0,17 |
| | NFC | 2,82 | 4,36 | 2,96 | -2,73 | -1,06 | -5,65 |
| | NFD | -0,44 | 0,35 | -0,03 | -0,10 | 0,67 | -0,88 |
| | NNSF | -2,15 | -0,97 | 1,07 | 1,90 | 0,23 | 1,97 |
| | PROD | -4,89 | -4,44 | 9,76 | 11,49 | 19,20 | -3,70 |
| | CF | -1,62 | -1,65 | 0,76 | 1,76 | 3,27 | 1,44 |
| | DF | -0,13 | -0,44 | 0,27 | 1,77 | 0,98 | -0,03 |
| | PF | -127,87 | -137,39 | 47,61 | 288,61 | 345,21 | 83,99 |
| | EP | -0,08 | -0,11 | 0,00 | 0,2 | 0,21 | -0,01 |
| | DCI | 0,25 | 0,07 | 0,25 | 1,22 | 0,50 | 0,02 |
| | FF | -0,84 | -0,88 | 0,42 | 0,42 | -0,28 | 0,48 |
| | FP | -0,59 | -0,75 | 0,36 | 0,16 | -0,02 | 0,61 |
| | SS | 0,80 | 0,84 | -0,46 | -0,16 | -0,66 | 0,77 |
| | pH | 0,0007 | -0,019 | -0,002 | -0,069 | 0,047 | -0,012 |
| | AT | 0,005 | -0,049 | 0,028 | 0,034 | -0,004 | 0,100 |

Um dos principais objetivos dos programas de melhoramento genético do mamoeiro é o aumento da produtividade. Assim, três dos híbridos avaliados, H10.72, H26.60 e H26.72, apresentaram os maiores valores positivos de \hat{s}_{ij} para PROD. Esse desempenho do híbrido H26.60 não era esperado pois apesar de ter apresentado o segundo maior valor positivo de CEC, nenhum dos seus parentais apresentaram valores positivos da CGC. Isso indica que esse híbrido é melhor do que seria esperado com base na CGC de seus parentais.

No mercado de mamão do tipo 'Solo', os frutos mais valorizados são aqueles que apresentam calibre 15/18. Dessa forma, o tamanho e peso do fruto é que vai condicionar este parâmetro preferido pelo consumidor. Os híbridos H10.26 e H10.60 obtiveram os maiores valores negativos de CEC, e apresentaram parentais com valores negativos de CGC, indicando serem promissores para recomendação como cultivares que atendam as exigências do mercado do tipo 'Solo'.

Para espessura de polpa observou-se que os híbridos H26.60 e H26.72 apresentaram os maiores valores positivos de CEC, sendo que H26.60 não apresentou um comportamento esperado visto que nenhum dos seus parentais apresentaram valores positivos de CGC. Situação contrária foi observada para DCI, onde nenhum híbrido apresentou valor negativo de CEC e, no entanto, observando-se as estimativas de CGC dos parentais detectou-se que as linhagens L10, L60 e L72 exibiram valores negativos para este caráter. Segundo Cruz e Vencovsky (1989), dois genitores de elevada CGC nem sempre irão proporcionar a formação da melhor combinação do dialelo.

Os híbridos H10.72, H26.60 e H60.72 foram os mais promissores para a firmeza do fruto e firmeza da polpa, apresentando os maiores valores de \hat{s}_{ij} .

Quanto ao teor de sólidos solúveis, observa-se que os híbridos H10.26, H10.60 e H60.72 apresentaram as maiores estimativas positivas de CEC. Este resultado era esperado, não apenas com base na análise favorável da CGC dos parentais, mas também se observando que este caráter apresentou herdabilidade ($h^2=85,56\%$) relativamente alta e índice de variação ($lv=1,21$) acima da unidade (Tabela 4), indicando que a variação observada entre os genótipos deve-se à variação genética, o que pressupõe a existência da possibilidade de seleção de

parentais com características agronômicas superiores para a síntese de novos híbridos.

Grupo Formosa

Nas Tabelas 10 e 11 observa-se a decomposição dos quadrados médios dos parentais e híbridos e os efeitos da capacidade geral e específica de combinação para os caracteres agronômicos e referentes à qualidade de frutos de mamoeiro.

Analisando a decomposição dos quadrados médios dos genótipos para os caracteres agronômicos, observa-se que apenas para produtividade houve diferenças significativas a 1% de probabilidade, pelo teste F, demonstrando variabilidade genética entre os genótipos no dialelo. Por outro lado, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para os caracteres AIPF, AP, DC, NFC, NFD e NNSF, indicando pouca variação entre eles. Esta ausência de variação pode ser confirmada pela semelhança entre as médias dos parentais e dos híbridos.

Houve diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste F para os caracteres AP e NFD, em relação ao quadrado médio da CGC. Já para a CEC somente foi possível detectar diferença significativa para produtividade, não observando-se diferenças significativas para os demais caracteres. A ausência de significância entre os genótipos pressupõe inexistência de combinações híbridas com desempenho superior ou inferior ao esperado com base na capacidade combinatória dos parentais.

Tabela 10. Análise de variância com a decomposição dos quadrados médios dos parentais e híbridos do grupo Formosa e os efeitos da capacidade combinatória para os caracteres agronômicos: altura da planta (AP); altura de inserção dos primeiros frutos (AIPF); diâmetro do caule (DC); n° de frutos comerciais (NFC); n° de frutos deformados (NFD); n° de nós sem frutos (NNSF) e produtividade (PROD), avaliadas em esquema de dialelo completo (Griffing, 1956). Cruz das Almas; BA, 2012/2013.

| FV ¹ | GL | QUADRADOS MÉDIOS | | | | | | |
|-----------------|-----|----------------------|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| | | AP | AIPF | DC | NFC | NFD | NNSF | PROD |
| Genótipos | 9 | 253,03 ^{ns} | 156,05 ^{ns} | 0,61 ^{ns} | 70,53 ^{ns} | 5,78 ^{ns} | 8,79 ^{ns} | 913,91 ^{**} |
| CGC | 3 | 570,36* | 208,96 ^{ns} | 0,90 ^{ns} | 60,27 ^{ns} | 10,82* | 9,29 ^{ns} | 97,13 ^{ns} |
| CEC | 6 | 94,37 ^{ns} | 129,59 ^{ns} | 0,46 ^{ns} | 75,66 ^{ns} | 3,26 ^{ns} | 8,54 ^{ns} | 1322,30 ^{**} |
| Resíduo médio | 27 | 117,50 | 107,74 | 0,86 | 36,09 | 4,79 | 7,80 | 152,13 |
| Média Geral | --- | 153,90 | 105,56 | 7,64 | 25,01 | 2,99 | 5,94 | 46,01 |
| Média Parentais | --- | 155,74 | 106,49 | 7,65 | 24,09 | 2,57 | 6,40 | 39,46 |
| Média Híbridos | --- | 152,67 | 104,94 | 7,63 | 25,63 | 3,28 | 5,63 | 50,37 |

*, ** e ^{ns} significativos a 5% e 1% e não significativos pelo teste F.

Apesar de não ter sido detectada muitas diferenças entre os genótipos com base nos caracteres agronômicos, observaram-se diferenças significativas entre os genótipos para todas os caracteres referentes à qualidade de frutos a 1% de probabilidade pelo teste F (Tabela 11).

A significância dos quadrados médios da CGC é um indicativo de diferenças entre os efeitos das estimativas da capacidade geral de combinação para os parentais e do envolvimento de efeitos aditivos na herança desses caracteres. Assim, exceto para CF, a maioria dos caracteres apresentou diferenças significativas de \hat{g}_i .

Em relação à CEC, foi possível detectar diferenças significativas para a maioria dos caracteres de qualidade de frutos. A ocorrência de significância denota a existência de diferenças entre os genótipos, podendo-se constatar que todas as características, exceto DCI, apresentaram efeito gênico de dominância.

Tabela 11. Análise de variância com a decomposição dos quadrados médios dos parentais e híbridos do grupo Formosa e os efeitos da capacidade combinatória para os caracteres referentes à qualidade de frutos: comprimento de fruto (CF); diâmetro de fruto (DF); peso de fruto (PF); espessura da polpa (EP); diâmetro da cavidade interna (DCI); firmeza do fruto (FF); firmeza da polpa (FP); sólidos solúveis (SS); pH e acidez titulável (AT), avaliadas em esquema de dialelo completo (Griffing, 1956). Cruz das Almas; BA, 2012/2013.

| FV ¹ | GL | QUADRADOS MÉDIOS | | | | | | | | | |
|-----------------|-----|--------------------|--------|-------------|--------|--------------------|--------|--------|--------|---------|---------|
| | | CF | DF | PF | EP | DCI | FF | FP | SS | pH | AT |
| Genótipos | 9 | 6,47** | 4,73** | 172793,45** | 0,21** | 1,18** | 1,00** | 0,34** | 3,33** | 0,03** | 0,032** |
| CGC | 3 | 2,78 ^{ns} | 4,30** | 76963,05** | 0,35** | 2,22** | 1,34** | 0,75** | 8,06** | 0,08** | 0,062** |
| CEC | 6 | 8,32** | 4,94** | 220708,65** | 0,13* | 0,66 ^{ns} | 0,84** | 0,14** | 0,97* | 0,008** | 0,018* |
| Resíduo médio | 27 | 1,02 | 0,32 | 15853,41 | 0,05 | 0,33 | 0,25 | 0,04 | 0,35 | 0,003 | 0,006 |
| Média Geral | --- | 20,63 | 10,49 | 985,21 | 2,68 | 4,65 | 2,21 | 0,8 | 11,81 | 5,26 | 0,06733 |
| Média Parentais | --- | 20,3 | 9,7 | 890,25 | 2,62 | 4,61 | 2,1 | 0,7 | 11,5 | 5,26 | 0,06481 |
| Média Híbridos | --- | 20,8 | 10,3 | 1.048,3 | 2,71 | 4,67 | 2,21 | 0,7 | 12,0 | 5,25 | 0,06901 |

*, ** e ^{ns} significativos a 5% e 1% e não significativos pelo teste F.

As estimativas da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) dependem da diferença genética dos parentais que estão associadas ao efeito gênico aditivo. Dessa forma, observou-se que os parentais apresentaram contribuições favoráveis para mais de um dos caracteres em análise (Tabela 12).

As linhagens L36 e L45 se destacaram por apresentarem os maiores valores negativos de \hat{g}_i para AP e AIPF, revelando serem promissoras na exploração de cruzamentos para desenvolvimento de novos híbridos com menores alturas da planta e dos frutos.

Avaliando os caracteres que estão diretamente relacionados à produtividade (NFC, NFD e NNSF), os parentais que obtiveram estimativas de \hat{g}_i favoráveis foram L33 e L45 para NFC, L36 e L56 para NFD e L33 para NNSF. Esses parentais expressam potencialidades em gerar combinações híbridas desejáveis para as características relativas à produtividade, devido ao efeito gênico aditivo.

Para produtividade ($t \cdot ha^{-1}$) observou-se que as linhagens L45 e L56 apresentaram valores positivos quanto às estimativas da CGC. Resultados como estes são interessantes para a cultura do mamoeiro, pois visam dar suporte ao programa de melhoramento genético por detectar genótipos passíveis de exploração em futuros cruzamentos direcionados à síntese de novos híbridos.

As linhagens L45 e L56 foram as mais promissoras para espessura da polpa, apresentando valores positivos de \hat{g}_i . Para diâmetro da cavidade interna observou-se que as linhagens L33 e L45 exibiram os maiores valores negativos de CGC. Essas linhagens apresentaram potencial agrônomo para os caracteres EP e DCI, indicando possibilidade de sucesso na síntese de híbridos com maior espessura de polpa e menor diâmetro da cavidade interna.

A firmeza do fruto e firmeza da polpa são parâmetros de fundamental importância nos programas de melhoramento genético. As linhagens que obtiveram os maiores valores positivos de CGC foram L45 e L56, indicando que a sua contribuição concorreu para o aumento da FF e FP.

O teor de sólidos solúveis é um caráter crucial na identificação de genótipos com características agrônomicas desejáveis. Assim, as linhagens L36 e L45 mostraram os maiores valores positivos de CGC para SS, revelando suas possibilidades de contribuição para formação de híbridos com frutos de alto teor de sólidos solúveis.

Tabela 12. Estimativas dos efeitos da CGC entre parentais do grupo Formosa para os caracteres agrônômicos altura da planta (AP); altura de inserção dos primeiros frutos (AIPF); diâmetro do caule (DC); n° de frutos comerciais (NFC); n° de frutos deformados (NFD) e n° de nós sem frutos (NNSF), produtividade (PROD); comprimento de fruto (CF); diâmetro de fruto (DF); peso de fruto (PF); espessura da polpa (EP); diâmetro da cavidade interna (DCI); firmeza do fruto (FF); firmeza da polpa (FP); sólidos solúveis (SS); pH e acidez titulável (AT), avaliadas em esquema de dialelo completo (Griffing, 1956). Cruz das Almas; BA, 2012/2013.

| CARACTERES | PARENTAIS | | | |
|------------|-----------|---------|--------|--------|
| | L33 | L36 | L45 | L56 |
| AP | 5,72 | -6,18 | -0,13 | 0,59 |
| AIPF | 3,27 | -1,82 | -3,07 | 1,62 |
| DC | -0,006 | -0,2 | -0,05 | 0,26 |
| NFC | 1,88 | -1,97 | 0,24 | -0,14 |
| NFD | 0,32 | -0,51 | 0,78 | -0,60 |
| NNSF | -0,90 | 0,50 | 0,20 | 0,20 |
| PROD | -0,57 | -2,35 | 0,47 | 2,45 |
| CF | 0,425 | -0,008 | -0,008 | -0,408 |
| DF | 0,475 | -0,2083 | -0,475 | 0,208 |
| PF | --71,82 | 12,99 | -6,37 | 65,20 |
| EP | -0,133 | -0,066 | 0,066 | 0,133 |
| DCI | -0,158 | 0,041 | -0,291 | 0,408 |
| FF | -0,008 | -0,325 | 0,108 | 0,225 |
| FP | -0,066 | -0,2 | 0,05 | 0,216 |
| SS | -0,675 | 0,708 | 0,141 | -0,175 |
| pH | 0,083 | 0,00 | -0,026 | -0,056 |
| AT | -0,057 | -0,023 | 0,057 | 0,023 |

Os efeitos das estimativas da capacidade específica de combinação (\hat{s}_{ij}) enfatizam a importância de interações não aditivas resultantes de complementações gênicas entre os parentais, possibilitando antever respostas de ganho genético com a exploração da heterose (Bastos et al., 2003).

Na Tabela 13 observa-se que as melhores combinações híbridas para altura de inserção dos primeiros frutos foram H36.45, H36.56 e H45.56, apresentando os maiores valores negativos das estimativas de CEC para AIPF, em relação ao que seria esperado com base na CGC dos parentais. Para a altura da planta observou-se que os híbridos que tiveram valores negativos de \hat{s}_{ij} foram H33.56, H36.56 e H45.56,

todavia, o híbrido H33.46 não apresentou pelo menos um dos parentais com valor negativo da CGC para o caráter AP, revelando ser potencialmente superior em relação ao que seria esperado com base na CGC de seus parentais.

Tabela 13. Estimativas dos efeitos da CEC (\hat{s}_{ij}) entre genitores do grupo Formosa para os caracteres agrônômicos altura da planta (AP); altura de inserção dos primeiros frutos (AIPF); diâmetro do caule (DC); nº de frutos comerciais (NFC); nº de frutos deformados (NFD); nº de nós sem frutos (NNSF); produtividade (PROD); comprimento de fruto (CF); diâmetro de fruto (DF); peso de fruto (PF); espessura da polpa (EP); diâmetro da cavidade interna (DCI); firmeza do fruto (FF); firmeza da polpa (FP); sólidos solúveis (SS); pH e acidez titulável (AT), avaliadas em esquema de dialelo completo (Griffing, 1956). Cruz das Almas, BA, 2012/2013.

| HÍBRIDOS | H33.36 | H33.45 | H33.56 | H36.45 | H36.56 | H45.56 |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | PARENTAIS | L33 X L36 | L33 X L45 | L33 X L56 | L36 X L45 | L36 X L56 |
| AP | 0,43 | 1,29 | -1,88 | 3,65 | -2,35 | -8,52 |
| AIPF | 6,07 | 3,34 | 0,20 | -8,78 | -0,57 | -3,98 |
| DC | -0,41 | -0,32 | 0,05 | 0,50 | 0,03 | 0,11 |
| NFC | -2,07 | -0,41 | 0,38 | 8,18 | 1,82 | -4,19 |
| NFD | -0,14 | 0,57 | 0,36 | 0,64 | -0,92 | 1,17 |
| NNSF | -2,21 | -1,09 | -0,52 | 1,51 | 0,02 | 0,42 |
| PROD | -8,43 | -4,08 | 13,25 | 36,68 | -5,08 | -6,14 |
| CF | -0,66 | 0,13 | 1,73 | 0,96 | -2,03 | 1,16 |
| DF | -0,95 | -1,29 | -0,27 | 1,59 | -0,29 | 0,57 |
| PF | -94,07 | -67,11 | 239,70 | 413,57 | -178,31 | 65,85 |
| EP | -0,18 | 0,08 | 0,32 | 0,12 | -0,04 | 0,02 |
| DCI | 0,26 | -0,5 | 0,1 | 0,5 | -0,5 | 0,33 |
| FF | 0,22 | -0,41 | 0,17 | -0,59 | 0,49 | 0,25 |
| FP | -0,13 | -0,08 | 0,15 | -0,15 | 0,28 | 0,03 |
| SS | 0,35 | -0,07 | 0,84 | -0,16 | -0,14 | 0,22 |
| pH | 0,04 | -0,006 | -0,006 | 0,03 | -0,04 | -0,05 |
| AT | -0,004 | 0,063 | 0,0367 | -0,090 | 0,085 | 0,009 |

O número de frutos comerciais é um dos caracteres mais desejados pelos melhoristas no processo de obtenção de híbridos superiores. Os híbridos que se destacaram com maiores valores positivos de CEC foram H33.56, H36.45 e H36.56, indicando superioridade para NFC em relação aos demais genótipos no dialelo.

Conseqüentemente, dois desses híbridos (H33.56 e H36.45) apresentaram elevados valores positivos de \hat{s}_{ij} para produtividade ($t \cdot ha^{-1}$), comportamento esperado com base na CGC dos seus parentais.

Quanto a NFD e NNSF, objetiva-se a seleção de genótipos que apresentem os menores valores médios para estes caracteres. Os híbridos H33.36 e H36.56 mostraram os maiores valores negativos de \hat{s}_{ij} para NFD e os híbridos H33.36, H33.45 e H33.56 foram os mais promissores para NNSF, com os maiores valores negativos de CEC.

Apesar de os genótipos apresentarem pouca variação genética para espessura da polpa, conforme constatado pelo índice de variação abaixo da unidade ($Iv=0,6$) (Tabela 4), pode-se observar que os híbridos que obtiveram valores positivos de \hat{s}_{ij} para EP foram H33.45, H33.56, H36.45 e H45.56. Para diâmetro da cavidade interna observou-se que os híbridos H33.45 e H36.56 foram os mais promissores, com os maiores valores negativos de CEC.

Os híbridos H33.36, H33.56, H36.56, H45.56 foram os mais promissores para a firmeza do fruto e a firmeza da polpa, com os maiores valores positivos de \hat{s}_{ij} e pelo menos um dos parentais apresentou valor positivo de CGC, exceto o H33.36. Cumpre salientar que este híbrido (H33.36) se mostrou geneticamente superior em relação àqueles que tiveram parentais com valores positivos de \hat{g}_i .

Com base na CGC dos parentais observa-se que os híbridos H33.36 e H45.56 apresentaram comportamento esperado para o teor de sólidos solúveis, com os maiores valores positivos de CEC. Entretanto, o híbrido H33.56, apesar de não ser oriundo do cruzamento de parentais com valores positivos de CGC para SS, mostrou ser tão promissor tanto quanto H33.36 e H45.56.

Heterose

Segundo Borém e Miranda (2009), a expressão heterose ou vigor híbrido é o fenômeno pelo qual os descendentes apresentam melhor desempenho, maior vigor ou maior produção do que a média dos pais, sendo definido como o percentual de superioridade dos descendentes em relação à média de produção dos pais.

Na Tabela 14 observam-se as estimativas de heterose dos híbridos dos grupos Solo e Formosa para os caracteres agrônômicos avaliados. A heterose para altura de

inserção dos primeiros frutos variou de -25,35 a 19,03% para os híbridos do grupo Solo e de -11,52 a 7,26% para os híbridos do grupo Formosa. Os valores negativos de heterose para AIPF são os mais favoráveis, indicando que os híbridos apresentaram médias inferiores à dos parentais para AIPF. Assim, destacam-se os híbridos H10.26, H10.60, H10.72 e H26.72, oriundos dos cruzamentos de parentais do grupo Solo, e H36.45, H36.56 e H45.56, do grupo Formosa.

Para altura da planta detectou-se ganho com a heterose para os híbridos H10.26, H10.60, H33.56, H36.56 e H45.56 (estimativas negativas de heterose), sendo que estes híbridos apresentaram valores médios de AP inferiores aos dos pais. Marin et al. (2006), observaram seis combinações híbridas com ganhos de heterose para altura dos primeiros frutos e altura da planta. Os programas de melhoramento de mamoeiro têm como objetivo selecionar genótipos com porte baixo e com altura dos primeiros frutos abaixo de 80 cm, que possibilita facilitar e reduzir os custos com os tratos culturais e colheita dos frutos.

Os híbridos H10.26, H10.60 e H10.72 exibiram estimativas positivas de heterose para NFC, indicando médias para produção de frutos superiores a dos parentais do grupo Solo. Estes híbridos apresentam como parental comum a linhagem L10, que apresentou um valor positivo de CGC para NFC, indicando que o aumento do número de frutos comerciais de frutos nos híbridos deve-se à complementação gênica dos parentais. No grupo Formosa os híbridos que apresentaram estimativas de heterose positiva para NFC foram H36.45 e H36.56.

Estimativas negativas de heterose para número de frutos deformados e número de nós sem frutos são as mais indicadas para híbridos de mamoeiro, sendo que a seleção de genótipos com menores médias de NFD e NNSF visa uma maior produção de frutos comerciais. Os híbridos do grupo Solo e Formosa em estudo se destacaram para estes caracteres.

Tabela 14. Estimativas de heterose (%) dos híbridos para os caracteres agrônômicos: altura da planta (AP); altura de inserção dos primeiros frutos (AIPF); diâmetro do caule (DC); n° de frutos comerciais (NFC); n° de frutos deformados; n° de nós sem frutos (NNSF) e produtividade (PROD). Cruz das Almas; BA, 2012/2013.

| | HÍBRIDOS | PARENTAIS | HETEROSE (%) | | | | | | |
|---------------|----------|-----------|--------------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| | | | AP | AIPF | DC | NFC | NFD | NNSF | PROD |
| Grupo Solo | H10.26 | L10 X L26 | -8,80 | -25,35 | 7,64 | 14,62 | -22,70 | -50,88 | 3,18 |
| | H10.60 | L10 X L60 | -5,93 | -19,28 | 1,14 | 16,76 | 11,30 | -16,43 | -6,83 |
| | H10.72 | L10 X L72 | 2,98 | -0,85 | 5,43 | 12,01 | -5,08 | 29,59 | 27,19 |
| | H26.60 | L26 X L60 | 15,24 | 7,02 | 12,38 | -12,96 | -15,54 | 56,31 | 62,32 |
| | H26.72 | L26 X L72 | 3,18 | -13,20 | 8,60 | -6,69 | 25,80 | 22,84 | 83,14 |
| | H60.72 | L60 X L72 | 12,07 | 19,03 | 6,21 | -22,56 | -54,72 | 86,99 | 9,20 |
| Grupo Formosa | H33.36 | L33 X L36 | 0,54 | 7,26 | -7,32 | -2,64 | -1,65 | -50,03 | -6,62 |
| | H33.45 | L33 X L45 | 0,23 | 3,21 | -5,53 | -0,18 | 41,69 | -30,76 | 6,94 |
| | H33.56 | L33 X L56 | -3,12 | 1,39 | -0,74 | -2,32 | 30,65 | -24,15 | 29,52 |
| | H36.45 | L36 X L45 | 2,16 | -11,52 | 8,37 | 54,21 | 41,26 | 23,69 | 154,75 |
| | H36.56 | L36 X L56 | -3,37 | -2,32 | 1,50 | 15,44 | -47,54 | -2,41 | 3,03 |
| | H45.56 | L45 X L56 | -7,95 | -6,91 | 3,04 | -15,35 | 79,79 | 10,08 | 2,33 |

Todos os híbridos dos grupos Solo e Formosa, exceto H10.60 e H33.36, apresentaram estimativas positivas de heterose para produtividade ($t\cdot ha^{-1}$), indicando serem promissores para futuras indicações de genótipos com elevada produtividade. Apesar do híbrido H10.60 ter apresentado estimativas favoráveis para NFC, NFD e NNSF, o mesmo não foi observado quanto à PROD, devido ao peso médio de frutos ser significativamente inferior aos dos demais genótipos. Resultados como esses são de fundamental importância para a cultura do mamoeiro, pois indicam a possibilidade de inserção de novos híbridos no sistema de produção, possibilitando aos agricultores alternativas de novas cultivares e redução de custos na aquisição de sementes híbridas.

As estimativas de heterose para os caracteres referentes à qualidade de frutos de mamoeiro estão dispostas na Tabela 15. As estimativas negativas de CF, DF e PF para os híbridos do grupo Solo, H10.26 e H10.60, indicam que estes genótipos apresentaram frutos de tamanho semelhante aos da variedade Sunrise Solo, sendo os mais preferidos para exportação. Por outro lado, as estimativas positivas de heterose para esses caracteres indicam ganho de peso e de tamanho de frutos, caracterizando-se como frutos do tipo Solo alongado.

A maioria dos híbridos avaliados apresentou estimativas positivas de heterose, exceto H10.26, H10.60, H33.36, H10.72 e H36.56, caracterizando-os com o vigor híbrido. Estimativas de heterose nula foram observadas para os híbridos H10.72 e H36.56, indicando que a média dos híbridos foi igual à média dos parentais.

O diâmetro da cavidade interna de frutos é um caráter de grande importância para a cultura do mamão, sendo que genótipos que apresentam frutos com menores valores médios de DCI são os preferidos para incorporação aos programas de melhoramento genético. Assim, os híbridos H33.45 e H36.56, do grupo Formosa, apresentaram estimativas negativas de heterose para DCI, indicando ganhos negativos para este caráter, ou seja, redução do diâmetro da cavidade interna.

Tabela 15. Estimativas de heterose (%) dos híbridos para os caracteres agronômicos: comprimento de fruto (CF); diâmetro de fruto (DF); peso de fruto (PF); espessura da polpa (EP); diâmetro da cavidade interna (DCI); firmeza do fruto (FF); firmeza da polpa (FP); sólidos solúveis (SS); pH e acidez titulável (AT). Cruz das Almas; BA, 2012/2013.

| | HÍBRIDOS | PARENTAIS | HETEROSE (%) | | | | | | | | | |
|---------------|----------|-----------|--------------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|
| | | | CF | DF | PF | EP | DCI | FF | FP | SS | pH | AT |
| Grupo Solo | H10.26 | L10 X L26 | -7,69 | 4,66 | -7,14 | -1,96 | 21,42 | -41,53 | -61,29 | 9,32 | -0,18 | 1,62 |
| | H10.60 | L10 X L60 | -10,98 | -2,04 | -17,56 | -5,66 | 13,25 | -42,85 | -71,42 | 13,39 | -0,95 | -5,04 |
| | H10.72 | L10 X L72 | 7,89 | 4,95 | 13,18 | 0,00 | 13,95 | 7,69 | 25,92 | -2,16 | 0,00 | 8,66 |
| | H26.60 | L26 X L60 | 20,83 | 31,07 | 89,34 | 12,5 | 51,88 | 10,63 | 6,66 | 1,66 | -1,86 | 10,43 |
| | H26.72 | L26 X L72 | 34,16 | 21,31 | 94,43 | 14,28 | 29,26 | -10,71 | 14,28 | -6,07 | 0,93 | 5,63 |
| | H60.72 | L60 X L72 | 21,05 | 6,45 | 43,54 | 1,96 | 13,58 | 27,65 | 154,54 | 8,93 | -0,57 | 24,56 |
| Grupo Formosa | H33.36 | L33 X L36 | -3,77 | -13,27 | -4,49 | -6,12 | 6,66 | 13,51 | -27,27 | 5,62 | 1,22 | 3,08 |
| | H33.45 | L33 X L45 | 4,95 | -15,59 | 7,08 | 8,00 | -10,84 | -24,00 | -17,64 | 1,81 | -0,09 | 12,79 |
| | H33.56 | L33 X L56 | 11,16 | -7,62 | 31,40 | 17,64 | 1,01 | 18,18 | 29,41 | 12,91 | -0,47 | 16,07 |
| | H36.45 | L36 X L45 | 5,36 | 20,00 | 64,67 | 5,66 | 15,29 | -34,88 | -28,57 | -1,18 | 0,76 | -13,53 |
| | H36.56 | L36 X L56 | -11,00 | -1,92 | -11,16 | 0,00 | -8,91 | 40,54 | 57,14 | 0,82 | -1,14 | 17,96 |
| | H45.56 | L45 X L56 | 10,02 | 8,00 | 22,08 | 5,45 | 8,51 | 12,00 | 10,00 | 3,89 | -1,72 | 5,27 |

Tanto híbridos do grupo Solo como os do grupo Formosa obtiveram ganhos em relação aos parentais para firmeza do fruto e firmeza da polpa, oscilando de 7,69 a 40,54% e 6,66 a 154,54%, respectivamente, tendo o híbrido H60.72 exibido estimativa de heterose para firmeza da polpa igual a 154,54%, revelando excelente ganho genético para este caráter. Cardoso (2012) observou que híbridos provenientes do cruzamento entre genitores do grupo Formosa apresentaram maiores valores de heterose para firmeza externa de frutos de mamoeiro.

As estimativas para teor de sólidos solúveis variaram de -6,07 a 13,39%, sendo em que 75% dos híbridos avaliados foi possível detectar heterose. Os híbridos H10.60 e H33.56 foram os que apresentaram as maiores estimativas de heterose, com valores iguais a 13,39 e 12,91%, respectivamente. Os programas de melhoramento genético de mamoeiro visam desenvolver novas variedades mais produtivas e com excelente qualidade de frutos, principalmente com elevado brix e firmeza de fruto.

CONCLUSÕES

De modo geral, verificou-se predominância do efeito gênico de dominância para a maioria dos caracteres avaliados nos genótipos de mamoeiro.

Os caracteres CF, PF, FP, SS e pH apresentaram elevados valores de herdabilidade, acima de 80%.

Valores do índice de variação acima da unidade foram observados para os caracteres NFC, NFD, CF, PF, FP, SS e pH.

A linhagem L60 revelou ser promissora para síntese de híbridos mais baixos e com menor altura de inserção dos primeiros frutos.

Os híbridos H10.26 e H10.60 apresentaram comportamentos satisfatórios para redução do porte da planta, menor altura dos primeiros frutos, maior número de frutos comerciais e teor de sólidos solúveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. São Paulo. Edgar Blucher, 381p., 1971.

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.

BASTOS, I.T.; BARBOSA, M.H.P.; CRUZ, C.D.; BURNQUIST, W.L. BRESSIANI, J.A.; SILVA, F.L. da. Análise dialélica em clones de cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v.62, p.199-206. 2003.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. Viçosa, Editora UFV, 5^a edição, 529p., 2009.

CARDOSO, D.L. **Análise dialélica para rendimento e qualidade de frutos do mamoeiro (*Carica papaya* L.)**. Tese de Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ. 84p., 2012.

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.

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

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

CRUZ, C.D.; VENCOVSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética**. Ribeirão Preto, v.12, n.2, p.425-438, 1989.

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

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

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

FALEIRO, F.G.; CRUZ, C.D.; CASTRO, C.; MOREIRA, M.A.; BARROS, E.G. Comparação de blocos casualizados e testemunhas intercalares na estimação de parâmetros genéticos em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.37, n.12, p.1675-1680, 2002.

FALEIRO, F.G.; CRUZ, C.D.; RAGAGNIN, V.A.; SOUZA, T.L.P.O.; MOREIRA, M.A.; BARROS, E.G. Estimativas de parâmetros genéticos, correlações e análise de trilha em linhagens endogâmicas recombinantes de feijoeiro. **Agrotropica**, p.115-124, 2001.

FAO (2012). **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 19 de dezembro de 2012.

FERREIRA FILHO, A.W.P. Mecanismo de seleção e seus efeitos em populações de trigo com diferentes níveis de segregação. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 135p., 1982.

FERREIRA, J.P.; SCHMILDT, O.; SCHMILDT, E.R.; PIANTAVINHA, W.C.; CATTANEO, L.F. Correlações entre características morfo-agronômicas de acessos de mamoeiro. **Enciclopédia Biosfera** - Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.14, 247p., 2012.

FOLTRAN, D.E.; GONÇALVES, P.D.S.; SABINO, J.C.; IGUE, T.; VILELA, R.C.F. Estimates of genetic and phenotypic parameters in papaya. **Bragantia**, v.52, n.1, p.7-15, 1993.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 13 ed. São Paulo: Nobel, 468p., 1990.

GRIFFING, B. The concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, East Melbourne, v.9, p.463-493, 1956.

HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. Quantitative genetics in maize breeding. 2nd ed. Ames: Iowa State University Press, 468p., 1981.

IBPGR - International Board for Plant Genetic Resources. **Descriptors for Papaya**, Roma-Italy, 31p., 1988.

IDE, C.D. **Melhoramento genético do mamoeiro (*Carica papaya* L.): Parâmetros genéticos e capacidade combinatória em ensaios de competição de cultivares**. Tese de Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ. 139p., 2008.

MARIN, S.L.D. **Melhoramento genético do mamoeiro (*Carica papaya* L.): Habilidade combinatória de genótipos dos grupos 'Solo' e 'Formosa'**. Tese de Doutorado em Produção Vegetal - Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, Campo dos Goytacazes, RJ. 117p., 2001.

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.S.; COSTA, A. de F.S. da. **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória-ES. INCAPER, 497p., 2003.

QUINTAL, S.S.R. **Caracterização e avaliação de um banco de germoplasma de mamoeiro para estudo dos parâmetros genéticos e diversidade genética**. Dissertação de Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ. 154p., 2009.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. **Genética na Agropecuária**. Lavras – MG: UFLA, 472p., 2000.

RIBEIRO, L.P.; SANTOS, D.M.B.; LIMA NETO, I. de A.; BARBOSA, M.F.; CUNHA, T.J.F. Levantamento detalhado dos solos, capacidade de uso e classificação de terras para irrigação da Estação de Plasticultura da Universidade Federal da Bahia / Politeo em Cruz das Almas - BA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.105-113, 1995.

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

SILVA, F.F.; PEREIRA, M.G.; RAMOS, H.C.C.; DAMASCENO JÚNIOR, P.C.; PEREIRA, T.N.S.; GABRIEL, A.P.C.; VIANA, A.P.; FERREGUETI, G.A. Selection and 105 estimation of the genetic gain iin segregating generations of papaya (*Carica papaya* L.). **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.8, p.1-8, 2008.

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

SPRAGUE, G.F.; TATUM, L.A. General vs. Specific combining ability in single crosses of corn. **Journal of the American Society of Agronomy**, v.34, n.10, p.923-932, 1942.

VENCOVSKY, R. **Alguns aspectos teóricos e aplicados relativos a cruzamentos dialélicos de variedades**. Tese (Livre Docência) - Piracicaba - SP. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ, 59p., 1970.

CAPÍTULO 3

DIVERGÊNCIA GENÉTICA POR MEIO DE CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS E DE QUALIDADE DE FRUTOS DE LINHAGENS E HÍBRIDOS DE MAMOEIRO

DIVERGÊNCIA GENÉTICA POR MEIO DE CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS E DE QUALIDADE DE FRUTOS DE LINHAGENS E HÍBRIDOS DE MAMOEIRO

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo quantificar a divergência genética por meio de caracteres morfoagronômicos e de qualidade de frutos em linhagens e híbridos de mamoeiro da Embrapa Mandioca e Fruticultura, visando avaliar a eficiência da seleção de genitores para a síntese de novos híbridos. O experimento foi conduzido em área do Setor de Campos Experimentais da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas - BA. Foram avaliados 22 genótipos (oito linhagens, doze híbridos e duas testemunhas: Sunrise Solo e Tainung nº 1) em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, contendo seis plantas por parcela, totalizando 528 plantas no ensaio. Os caracteres avaliados foram: altura da planta (AP); altura dos primeiros dos primeiros (AIPF); diâmetro do caule (DC); número de frutos comerciais (NFC); número de frutos deformados (NFD); número de nós sem frutos (NNSF); produtividade (PROD); comprimento do fruto (CF); diâmetro do fruto (DF); peso do fruto (PF); espessura da polpa (EP); diâmetro da cavidade interna (DCI); firmeza do fruto (FF); firmeza da polpa (FP); sólidos solúveis (SS); pH e acidez titulável (AT). Os dados obtidos foram analisados por meio de análise multivariada de agrupamento, visando estimar a dissimilaridade genética e o agrupamento dos 22 genótipos de mamoeiro. Com base na distância generalizada de Mahalanobis (D^2) foi empregado o método de agrupamento UPGMA para obtenção do dendrograma. A contribuição relativa de Singh revelou que os caracteres CF, PROD, AP e FP contribuíram com 64,78% para a divergência entre os genótipos, sendo que CF foi o caráter que mais contribuiu para a matriz de dissimilaridade genética. Utilizou-se a média da matriz como critério para o ponto de corte para definição dos grupos. Assim, constatou-se a formação de quatro grupos pelo método de agrupamento UPGMA, considerando-se a heterozigosidade entre grupos e homozigosidade dentro dos grupos. Evidenciou-se a eficiência do método de agrupamento UPGMA, constatando-se que as cultivares comerciais Sunrise Solo e Tainung nº1 permaneceram em grupos diferentes e a eficiência da seleção de genitores geneticamente divergentes para compor a análise dialélica visando desenvolver híbridos de mamoeiro com boas características agronômicas e de qualidade de frutos.

Palavras chave: *Carica papaya* L., análise multivariada, dissimilaridade genética.

GENETIC DIVERGENCE BY MORPHOAGRONOMIC CHARACTERS AND FRUIT QUALITY OF PAPAYA LINES AND HYBRIDS

ABSTRACT: This study aimed to quantify genetic divergence through agronomic characters and fruit quality of lines and hybrids of Embrapa Cassava & Fruits, to evaluate the efficiency of selecting parents for the synthesis of new hybrids. The experiment was carried out in the Experimental Fields Sector of Embrapa Cassava & Fruits, Cruz das Almas - BA. It was analyzed 22 genotypes (eight lines, twelve hybrids and two witnesses: Sunrise Solo and Tainung n^o. 1) in a randomized block design with four replications of six plants per plot, totalizing of 528 plants. The characters evaluated were: plant height (PH), insertion height of the first fruit (AIPF), stem diameter (DC), number of marketable fruit (NFC), number of deformed fruit (NFD), number of nodes without fruit (NNSF), yield (PROD), fruit length (FL), fruit diameter (FD), fruit weight (FW), flesh thickness (EP); internal cavity diameter (DCI), fruit firmness (FF) ; firmness (FP), soluble solids (SS), pH and titratable acidity (TA). The data were analyzed by cluster analysis, to estimate the genetic diversity and grouping of 22 genotypes of papaya. Based on Mahalanobis distance (D_2) it was used UPGMA clustering method to obtain the dendrogram. The relative contribution of Singh revealed that the characters CF, PROD, AP and FP contributed 64.78% to the divergence between genotypes, whereas CF was the character who most contributed to the genetic dissimilarity matrix. It was used the average matrix as a criterion for cutoff to define groups. Thus, it was confirmed the formation of four groups by clustering UPGMA method, considering the homozygosity and heterozygosity among and within groups. In addition, it was evidenced the efficiency of clustering method UPGMA, noting that the commercial cultivars Sunrise Solo and Tainung n^o 1 remained in different groups and efficiency of genetically divergent parental selection to compose the diallel analysis in order to develop papaya hybrids with good features agronomic and fruit quality.

Keywords: *Carica papaya* L., multivariate analysis, genetic dissimilarity.

INTRODUÇÃO

A cultura do mamão é de suma importância para o Brasil, que se destaca como um dos principais produtores mundiais, sendo, a Bahia e o Espírito Santo os estados responsáveis por cerca de 81% da produção nacional (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2012). Todavia, a oferta de cultivares disponíveis para os produtores é limitada, constituindo-se em fator preocupante para manutenção e sustentabilidade do agronegócio mamão.

A variabilidade genética disponível nos bancos de germoplasma, nas coleções de trabalhos, no centro de origem e/ou centro de diversidade, pode ser explorada como base dos programas de melhoramento. Nesse sentido, é imprescindível conhecer a diversidade genética para selecionar genitores geneticamente divergentes e com características interessantes (produção, qualidade de frutos, resistentes a pragas e doenças) para compor a análise dialélica, a fim de produzir híbridos com maior efeito heterótico e maior variabilidade nas gerações segregantes (Falconer, 1987).

Assim como a avaliação, o processo de caracterização da coleção de germoplasma tem uma aplicação estratégica na valoração dos recursos genéticos, além de proporcionarem dados básicos que são necessários aos programas de melhoramento (Castellen et al., 2007). Segundo Moreira et al. (1994), estudos sobre a diversidade genética nas coleções de germoplasma podem ser realizados a partir de caracteres morfológicos de natureza qualitativa ou quantitativa. Essas informações são essenciais para o uso racional dos recursos genéticos e permitem dar suporte aos programas de melhoramento de plantas (Loarce et al., 1996).

Vários métodos podem ser utilizados no estudo da divergência genética. A variação entre indivíduos, grupos de indivíduos ou populações são analisados por um método específico ou por uma combinação de métodos (Mohammadi & Prasanna, 2003). Várias análises biométricas podem ser utilizadas, como a análise de componentes principais, variáveis canônicas e métodos aglomerativos (Sudré et al., 2005). Por fim, a escolha do método depende da precisão desejada pelo pesquisador, da facilidade da análise e da forma como os dados são obtidos.

O uso de técnicas de agrupamento pode classificar os genótipos em vários grupos, de forma que exista homogeneidade dentro dos grupos e heterogeneidade entre os grupos, seguindo o critério de similaridade ou de dissimilaridade (Cruz e Carneiro, 2003). Existem diversos métodos de agrupamento, tais como os

hierárquicos (vizinho mais próximo, vizinho mais distante, Ward, UPGMA – *Unweighted Paired Group Method Using Averages*, dentre outros) e os de otimização como o método de Tocher (Cruz e Regazzi, 2001).

Quintal et al. (2012), objetivando quantificar a variabilidade genética entre 46 acessos de mamoeiro dos grupos Solo e Formosa por meio de 16 caracteres morfoagronômicos, conseguiram identificar 7 grupos pelo método de UPGMA. Com o objetivo de avaliar a divergência genética de caracteres relacionados à qualidade fisiológica de sementes em um banco de germoplasma de mamão, Cardoso et al., (2009) verificaram elevada divergência genética entre os genótipos, indicando que podem ser explorados em programa de melhoramento visando a qualidade das sementes.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo quantificar a divergência genética por meio de caracteres morfoagronômicos e de qualidade de frutos em linhagens e híbridos de mamoeiro da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

MATERIAL E MÉTODOS

- **Estabelecimento de campo de cruzamentos para síntese de híbridos**

No ano agrícola 2010/2011 foi instalado um campo de cruzamentos para síntese de novos híbridos e avaliação agrônômica preliminar de oito linhagens de mamoeiro em área do Setor de Campos Experimentais da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, BA, utilizando como testemunhas ‘Sunrise Solo’, ‘Tainung nº 1’ e ‘Vigilante’. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo a parcela constituída por cinco plantas.

No ensaio foi dada ênfase à síntese de híbridos segundo o dialelo completo, sem recíprocos, utilizando o método 2, modelo B, definido por Griffing (1956), para os cruzamentos entre as linhagens Solo x Solo e Formosa x Formosa, realizando os cruzamentos conforme disposto nas Tabela 1 e Tabela 2, respectivamente. As autofecundações dos genitores (linhagens) foram realizadas concomitantemente aos cruzamentos para obtenção dos híbridos.

Tabela 1. Esquema de cruzamento em dialelo completo com 4 linhagens do grupo Solo.

| | | Solo | | | |
|------|-----|------|--------|--------|--------|
| | | L10 | L26 | L60 | L72 |
| Solo | L10 | ⊗ | H10.26 | H10.60 | H10.72 |
| | L26 | | ⊗ | H26.60 | H26.72 |
| | L60 | | | ⊗ | H60.72 |
| | L72 | | | | ⊗ |

Tabela 2. Esquema de cruzamento em dialelo completo com 4 linhagens do grupo Formosa.

| | | Formosa | | | |
|---------|-----|---------|--------|--------|--------|
| | | L33 | L36 | L45 | L56 |
| Formosa | L33 | ⊗ | H33.36 | H33.45 | H33.56 |
| | L36 | | ⊗ | H36.45 | H36.56 |
| | L45 | | | ⊗ | H45.56 |
| | L56 | | | | ⊗ |

Após realização dos cruzamentos e das autofecundações, esperou-se um período de 4 a 5 meses para colher os frutos, em estágio de maturação 1. As sementes foram extraídas de frutos totalmente maduros (estádio de maturação 5), lavadas em água corrente, com remoção da sarcotesta e secas à sombra durante o período de 72 horas. Em seguida foram acondicionadas em recipientes de papel, devidamente identificados, e armazenadas em câmara fria à temperatura de 10 °C.

- **Avaliação de linhagens e híbridos**

Esse experimento foi realizado em área do Setor de Campos Experimentais da Embrapa Mandioca e Fruticultura em Cruz das Almas, BA. A cidade está situada a 12°40' de latitude Sul e 39°06' de longitude Oeste de Greenwich, a 226 m de altitude. O clima da região é do tipo sub úmido, com pluviosidade média anual de 1.170 mm, com variações entre 900 mm e 1.300 mm; os meses de março a agosto são os mais chuvosos, enquanto os meses de setembro a fevereiro são os mais secos. A temperatura média anual é de 24,1°C e o solo é classificado como Latossolo Amarelo álico coeso, de textura argilosa e declividade de 0% a 3% (Ribeiro et al., 1995).

Foram avaliados 22 genótipos de mamoeiro, sendo 8 linhagens (4 do grupo Solo e 4 do grupo Formosa), 12 híbridos e duas testemunhas ('Sunrise Solo' e o

híbrido 'Tainung n° 1'), em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, contendo seis plantas por parcela, totalizando 528 plantas no ensaio.

As sementes dos 22 genótipos (híbridos, linhagens e testemunhas) foram submetidas à germinação em sacos de polietileno, contendo substrato comercial Plantmax[®]. Utilizou-se 80 sacos de polietileno para cada genótipo e a metodologia adotada para a semeadura foi de 3 sementes por saco. Nos casos em que as três sementes germinaram, foi efetuado o desbaste, deixando-se apenas uma muda por saco, eliminando-se as mudas excedentes ou efetuando-se o transplântio para os sacos onde não houve germinação de sementes.

As mudas foram plantadas em campo, com aproximadamente 20 cm de altura, sendo plantadas três mudas por cova, para assegurar a presença de pelo menos uma planta hermafrodita por cova. O plantio foi realizado utilizando-se espaçamento de 3,0 m entre linhas e 1,8 m entre plantas em área com irrigação localizada com microaspersores. As demais práticas culturais e os tratos fitossanitários foram aqueles preconizados para a cultura (Martins & Costa, 2003).

A Tabela 3 contempla a identificação e origem dos genótipos utilizados no ensaio de competição de linhagens e híbridos de mamoeiro em Cruz das Almas-BA.

Tabela 3. Identificação e origem dos 22 genótipos de mamoeiro avaliados. Cruz das Almas, BA, 2013.

| Genótipo | Tipo | Classificação | Origem |
|-----------------|-------------|----------------------|---------------|
| CMF-L10-08 | Linhagem | Solo | Brasil |
| CMF-L26-08 | Linhagem | Solo | Brasil |
| CMF-L60-08 | Linhagem | Solo | Brasil |
| CMF-L72-08 | Linhagem | Solo | Brasil |
| CMF-L33-08 | Linhagem | Formosa | Brasil |
| CMF-L36-08 | Linhagem | Formosa | Brasil |
| CMF-L45-08 | Linhagem | Formosa | Brasil |
| CMF-L56-08 | Linhagem | Formosa | Brasil |
| CMF-H10.26 | Híbrido | Solo | Brasil |

| | | | |
|--------------|----------|---------|--------|
| CMF-H10.60 | Híbrido | Solo | Brasil |
| CMF-H10.72 | Híbrido | Solo | Brasil |
| CMF-H26.60 | Híbrido | Solo | Brasil |
| CMF-H26.72 | Híbrido | Solo | Brasil |
| CMF-H60.72 | Híbrido | Solo | Brasil |
| CMF-H33.36 | Híbrido | Formosa | Brasil |
| CMF-H33.45 | Híbrido | Formosa | Brasil |
| CMF-H33.56 | Híbrido | Formosa | Brasil |
| CMF-H36.45 | Híbrido | Formosa | Brasil |
| CMF-H36.56 | Híbrido | Formosa | Brasil |
| CMF-H45.56 | Híbrido | Formosa | Brasil |
| Sunrise Solo | Cultivar | Solo | Havaí |
| Tainung n° 1 | Híbrido | Formosa | Taiwan |

As avaliações dos genótipos foram efetuadas durante todo o ciclo de produção da cultura, e a análise dos parâmetros de qualidade de frutos foi realizada entre o oitavo e décimo segundo mês após o plantio. Utilizou-se 16 descritores quantitativos do Manual de Descritores para Mamão [Catálogo de Germoplasma de Mamão (*Carica papaya* L.)], adaptado pela Embrapa Mandioca e Fruticultura a partir dos descritores inicialmente estabelecidos pelo *International Board for Plant Genetic Resources* (IBPGR, 1988), atualmente *Bioversity International*, com algumas alterações sugeridas por Dantas et al. (2000).

- **Caracteres morfoagronômicos de mamoeiro**

- Altura da planta (AP): expressa em cm, com auxílio de uma trena mediu-se a distância entre a superfície do solo até o ponto de inserção da folha mais nova, localizado no ápice caulinar, avaliada aos 6 meses de idade;
- Altura de inserção dos primeiros frutos (AIPF): expressa em cm, com o auxílio de uma trena mediu-se a altura de inserção da primeira flor funcional (que produz

- frutos), no início da produção, a partir da superfície do solo, contígua ao colo da planta, até o ponto de inserção do primeiro fruto;
- c) Diâmetro do caule (DC): expressa em cm, medido a 20 cm acima do nível do solo, com auxílio de um paquímetro de madeira com régua graduada, avaliado aos 6 meses de idade;
- d) Precocidade: avaliada mediante indicação da data da primeira colheita de frutos;
- e) Número de frutos comerciais por planta (NFC): avaliado aos 9 meses após o plantio, por meio da contagem de frutos comerciais presentes em cada planta;
- f) Número de frutos deformados por planta (NFD): avaliado aos 9 meses após o plantio, por meio da contagem de frutos carpelóides, pentândricos e bananiformes presentes em cada planta;
- g) Número de nós sem frutos (NNSF): avaliado aos 9 e 14 meses após o plantio, na região denominada usualmente por “pescoço”, mediante contagem do número de nós que não produziram frutos;
- h) Produtividade (PROD): expressa em $t \cdot ha^{-1}$, estimado pela multiplicação do número de frutos comerciais por planta (NFC) pelo peso médio do fruto por planta, espaçamento de 3,0 m entre linhas e 1,8 m entre plantas, com um estande de 1851 plantas/hectare.
- **Atributos de qualidade dos frutos de mamoeiro**
- a) Comprimento de fruto (CF): expresso em cm, com o auxílio de um paquímetro de madeira mediu-se o comprimento da base ao ápice do fruto;
- b) Diâmetro de fruto (DF): expresso em centímetros cm, com o auxílio de um paquímetro de madeira realizou-se a medição do diâmetro na parte maior do fruto;
- c) Peso de fruto (PF): expresso em gramas, pesou-se os frutos colhidos por planta em uma balança analítica. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação $\frac{1}{4}$

maduro, com até 25% da casca amarela, correspondente ao Estádio 2 na Escala de Cores (Informações Adicionais - Anexo 1);

- d) Sólidos solúveis (SS): expresso em °Brix, obtido com auxílio de refratômetro digital portátil modelo *r² mini Reichert*;
- e) Firmeza do fruto (FF): expresso em kg/cm², determinada em frutos maduros íntegros (Estádio 5 na Escala de Cores - Informações Adicionais - Anexo 1) na região central com auxílio de um penetrômetro, a partir de 03 (três) leituras;
- f) Firmeza da polpa (FP): expresso em kg/cm², retirou-se a casca do fruto com auxílio de uma faca e tomou-se a medida com um penetrômetro na região central de frutos maduros íntegros (Estádio 5 na Escala de Cores - Informações Adicionais - Anexo 1), a partir de 03 (três) leituras;
- g) Diâmetro da cavidade interna do fruto (DCI): expresso em cm, mediu-se o diâmetro da cavidade na parte central do fruto. No caso de cavidades em formato de estrela, as medidas foram tomadas de uma extremidade a outra de maior de distância;
- h) Espessura da polpa (EP): expresso em cm, com o auxílio de um paquímetro tomou-se a medição da espessura da polpa de maior tamanho após o corte transversal do fruto;
- i) Acidez titulável (AT): realizada em duplicata e expressa em % de ácido cítrico (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).
- j) pH: medida em pHmetro.

- **Delineamento experimental e análise estatística**

As mensurações dos caracteres morfoagronômicos e de qualidade de frutos foram realizadas em todas as seis plantas que compõem a parcela, para todos os genótipos, entretanto, para análise de qualidade de frutos avaliou-se um fruto por planta, totalizando 6 frutos por parcela e 24 frutos para cada tratamento.

Os dados obtidos com a caracterização morfoagronômica e de qualidade de frutos foram analisados por meio de análise multivariada de agrupamento, visando estimar a dissimilaridade genética e o agrupamento dos 22 genótipos em estudo. A distância generalizada de Mahalanobis (D^2) foi obtida com auxílio do programa computacional Genes (CRUZ, 2006). Com base na matriz de distância genética foi empregado o método de agrupamento UPGMA (*unweighted pairgroup method with arithmetic averages*) para obtenção do dendrograma por meio do programa Statistica 7.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A padronização dos dados faz com que os atributos contribuam com o mesmo peso no cálculo do coeficiente entre os genótipos, principalmente quando se tem variáveis de grandezas distintas. Assim, os dados foram padronizados evitando que as variáveis pudessem afetar arbitrariamente o grau de similaridade dos acessos. Na Tabela 4 observa-se a contribuição relativa dos caracteres pelo método de Singh (1981), sendo que os caracteres CF, PROD, AP e FP contribuíram com 64,78% para a divergência genética entre os 22 genótipos de mamoeiro. O caráter comprimento de fruto (CF) foi que apresentou a maior contribuição (24,02%) para a matriz de dissimilaridade entre os genótipos. Por outro lado, a variável que teve a menor contribuição relativa para divergência genética foi firmeza do fruto (FF), com valor igual a 0,24%.

O dendrograma foi obtido pela análise de agrupamento dos 22 genótipos pelo método UPGMA, com base nas distâncias genéticas generalizada de Mahalanobis (D^2), utilizando-se dezessete caracteres relacionados aos dados morfoagronômicos e de qualidade de frutos, e encontra-se representado na Figura 1. Utilizou-se o método de média da matriz como critério para o ponto de corte para definição dos grupos.

Tabela 4. Contribuição relativa das dezessete variáveis analisadas para a divergência genética em 22 genótipos de mamoeiro, pelo método proposto por Singh (1981). Cruz das Almas, BA, 2012/2013.

| Caracteres | S.J | Valor (%) |
|-----------------|---------|-----------|
| AP ¹ | 2068,86 | 14,44 |
| AIPF | 182,74 | 1,27 |

| | | |
|------|---------|-------|
| DC | 79,61 | 0,55 |
| NFC | 162,56 | 1,13 |
| NFD | 184,54 | 1,28 |
| NNSF | 182,99 | 1,27 |
| PROD | 2273,65 | 15,87 |
| CF | 3441,75 | 24,02 |
| DF | 700,36 | 4,88 |
| PF | 615,20 | 4,29 |
| EP | 103,89 | 0,72 |
| DCI | 581,96 | 4,06 |
| FF | 35,62 | 0,24 |
| FP | 1497,22 | 10,45 |
| SS | 939,76 | 6,56 |
| pH | 880,64 | 6,14 |
| AT | 393,27 | 2,74 |

¹AP: altura da planta (cm); AIPF: altura dos primeiros frutos (cm); DC: diâmetro do caule (cm); NFC: número de frutos comerciais; NFD: número de frutos deformados; NNSF: número de nós sem frutos; PROD: produtividade (t.ha⁻¹); CF: comprimento de fruto (cm); DF: diâmetro de fruto (cm); PF: peso de fruto (gramas); EP: espessura da polpa (cm); DCI: diâmetro da cavidade interna (cm); FF: firmeza do fruto (kg/cm²); FP: firmeza da polpa (kg/cm²); SS: sólidos solúveis (°Brix); pH e AT: acidez titulável.

O método de agrupamento UPGMA permite o estabelecimento dos grupos de forma que exista heterozigosidade entre grupos e homozigosidade dentro do grupo (Cruz e Carneiro, 2003). Dessa forma, constatou-se a formação de quatro grupos. O grupo 1 foi constituído por 5 genótipos, entre eles, três híbridos e uma linhagem do grupo Solo e uma linhagem do grupo Formosa. O grupo 2 foi constituído por híbridos e linhagens dos grupos Solo e Formosa, juntamente com a variedade Sunrise Solo. Já, o grupo 3 foi constituído por três genótipos do grupo Formosa, sendo 2 híbridos do programa de melhoramento genético de mamoeiro da Embrapa Mandioca e Fruticultura e um híbrido comercial importado de Taiwan, conhecido como 'Tainung n° 1'. Por sua vez, o grupo 4 foi constituído apenas pela linhagem L60, do grupo Solo.

Fica evidente a eficiência do método de agrupamento UPGMA, visto que as cultivares comerciais Sunrise Solo e Tainung n° 1, pertencentes ao grupo Solo e Formosa, respectivamente, permaneceram em grupos diferentes, o que pode ser confirmado pela existência de diferenças morfológicas relacionadas aos dados

agronômicos e principalmente as características dos frutos. Por conseguinte, verifica-se a eficiência da seleção de genitores para compor a análise dialélica visando desenvolver novos híbridos de mamoeiro com boas características agronômicas e de qualidade de frutos, haja vista que genitores divergentes geneticamente podem contribuir para maior efeito heterótico na geração F_1 , conforme salientado por Hamilton (1954), ao observar vigor híbrido proveniente de cruzamentos entre genótipos do grupo Solo e outros genótipos contrastantes entre si.

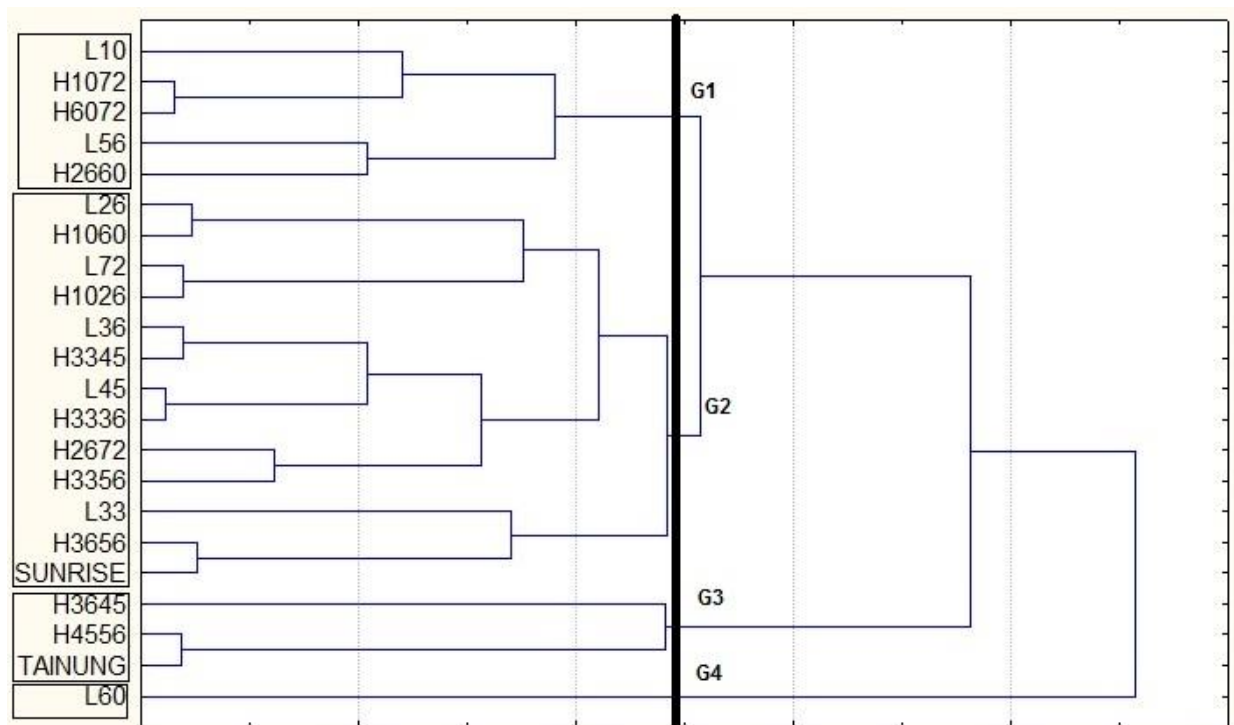


Figura 1. Dendrograma da dissimilaridade genética entre 22 genótipos de mamoeiro, obtido por meio de dados agronômicos e de qualidade de frutos pelo método UPGMA, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis. Cruz das Almas, BA, 2012/2013.

CONCLUSÕES

A análise de divergência genética entre os vinte e dois genótipos de mamoeiro em estudo revelou ampla variabilidade genética em relação aos caracteres agronômicos e de qualidade de frutos, passíveis de exploração no programa de melhoramento genético da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

O método de agrupamento UPGMA evidenciou a eficiência da seleção de genitores divergentes para síntese de novos híbridos de mamoeiro.

O caráter comprimento de fruto apresentou a maior contribuição relativa de Singh para a dissimilaridade entre os genótipos de mamoeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta Santa Cruz, 129p., 2012.

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.

CASTELLEN, M.S.; LEDO, C.A.S.; OLIVEIRA, E.J.; MONTEIRO FILHO, L.S.; DANTAS, J.L.L. Caracterização de acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Mamão por meio de análise multivariada. **Magistra**, Cruz das Almas v.19, n.4, p.299-303, 2007.

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

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

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, Editora UFV, 390p., 2001.

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, 40p., 2000. (Embrapa Mandioca e Fruticultura, Documentos, 94).

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

HAMILTON, R.A. Quantitative study of growth and fruiting in inbred and crossbred progênies from solo papaya strains. **Hawaii Agricultural. Experimental Station Bulletin**, v.20, p.1-38, 1954.

IBPGR - International Board for Plant Genetic Resources. **Descriptors for Papaya**, Roma-Italy, 31p., 1988.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1018p., 2005.

LOARCE, Y.; GALLEGO, R.; FERRER, E.A. Comparative analysis of the genetic relationship between rye cultivars using RFLP and RAPD markers. **Euphytica**, Wageningen, v.88, p.107-115, 1996.

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

MOHAMMADI, S.A.; PRASANNA, B.M. Analysis of genetic diversity in crop plants - salient statistical tools and considerations. **Crop Science**, v.43, p.1235-1248, 2003.

MOREIRA, J.A.N.; SANTOS, J.W.; OLIVEIRA, S.R.M. **Abordagens e metodologias para avaliação de germoplasma**. Campina Grande: Embrapa- Algodão, 115p., 1994.

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

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

SUDRÉ, C.P.; GONÇALVES, L.S.A.; RODRIGUES, R.; AMARAL JÚNIOR, A.T. do; RIVA-SOUZA, E.M.; BENTO, C.S. Genetic variability in domesticated *Capsicum* spp as assessed by morphological and agronomic data in mixed statistical analysis. **Genetics and Molecular Research**, v.9, p.283-294, 2010.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) se destaca como umas das fruteiras mais importantes para o Brasil, sendo o país um dos principais produtores mundial de mamão. Os estados da Bahia e Espírito Santo são responsáveis por 81% da produção nacional, contudo, a sustentabilidade e expansão da cultura do mamoeiro dependem do desenvolvimento de novos genótipos com características agrônômicas e de qualidade de frutos superiores para atender às constantes demandas mercadológicas e dos agricultores em virtude do restrito número de variedades disponíveis para exploração comercial. Assim, o melhoramento genético de mamoeiro pode contribuir positivamente para o desenvolvimento da cultura, ao sintetizar novos híbridos e linhagens.

A ampliação da base genética do mamoeiro mediante hibridação, após conhecimento da caracterização e avaliação de recursos genéticos existentes, é de fundamental importância para o conhecimento da diversidade genética na cultura, caracterizando-se esta etapa como essencial para o planejamento de estratégias de melhoramento, visando selecionar parentais contrastantes para realização de cruzamentos para obtenção de híbridos (geração F₁) com maior efeito da heterose.

A avaliação agrônômica de linhagens e híbridos de mamoeiro demonstrou ampla variabilidade genética e identificou genótipos com bons atributos, passíveis de exploração em futuros trabalhos no programa de melhoramento genético de mamoeiro da Embrapa Mandioca e Fruticultura ou com possibilidades de incorporação direta no sistema de produção comercial da fruta. Devem ser destacados os híbridos H10.26, H10.60 e H10.72 e a linhagem L10, incorporados recentemente a ensaio nacional para avaliar o seu potencial genético em diferentes condições edafoclimáticas do Brasil, com perspectivas futuras para serem lançados como novas variedades.

A escolha dos genitores com base apenas em caracteres agrônômicos desejáveis é insuficiente para assegurar a obtenção de progênies com alto potencial genético. Assim, a análise dialélica teve por finalidade analisar o delineamento genético fornecendo estimativas de parâmetros úteis na seleção de genitores para a hibridação e no entendimento dos efeitos gênicos envolvidos na herança dos caracteres. Foi possível identificar combinações híbridas favoráveis para altura dos primeiros frutos (H10.26, H10.60 e H26.72), altura da planta (H10.26 e H10.60),

número de frutos comerciais (H10.26, H10.60 e H10.72), produtividade (H10.72, H26.60 e H26.72) e sólidos solúveis (H10.26, H10.60 e H60.72).

Futuros estudos devem ser realizados visando analisar os cruzamentos entre linhagens parentais de grupos heteróticos distintos, ou seja, mediante intercruzamentos entre genótipos de mamoeiros dos grupos Solo e Formosa, na perspectiva de obtenção de híbridos com maior efeito heterótico. Assim, trabalhos com ênfase no desenvolvimento de novas linhagens e híbridos de mamoeiro, com bons atributos morfoagronômicos e de qualidade de frutos, aumentam a possibilidade de lançamento de novos genótipos no mercado, importante para a redução da dependência de importação de sementes híbridas e aumento da sustentabilidade do agronegócio mamão.

ANEXOS

Anexo 1:

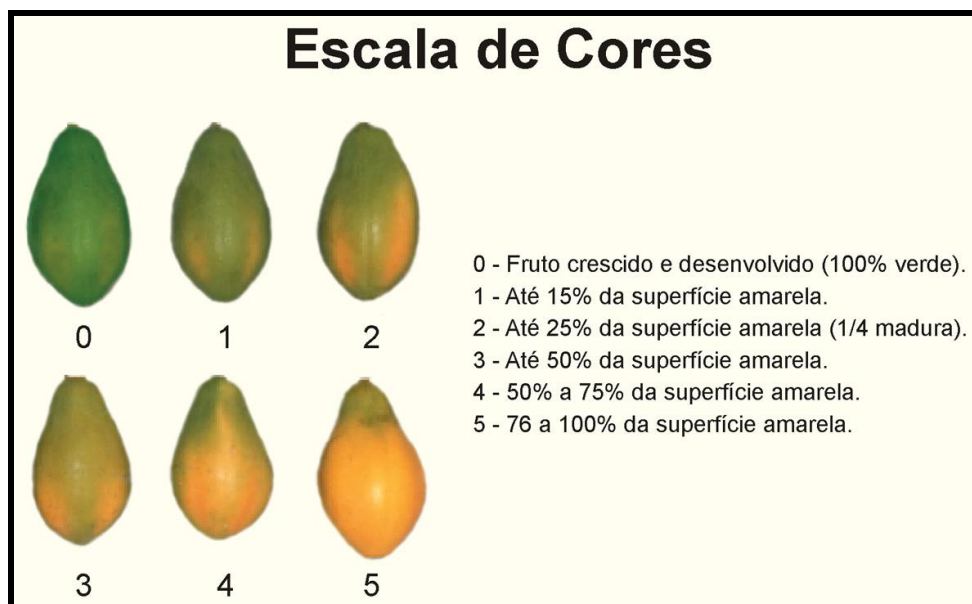


Figura 1. Escala de Cores para orientação acerca do estágio de colheita de frutos de mamoeiro.

Anexo 2:

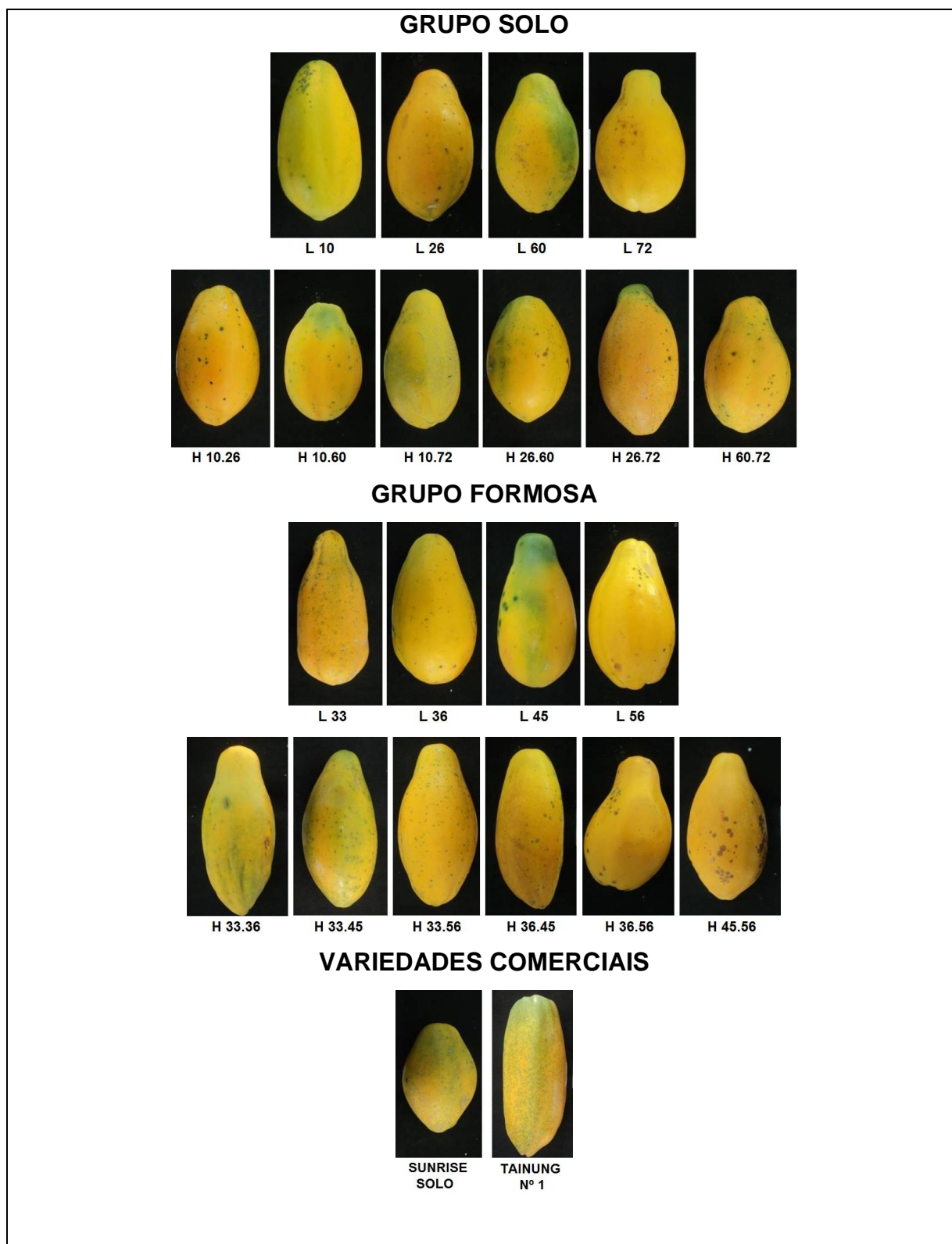


Figura 2. Frutos de linhagens e híbridos de mamoeiro da Embrapa Mandioca e Fruticultura, e das cultivares Sunrise Solo e Tainung n° 1.