

Caracterização físico-química de frutos de novos híbridos e linhagens de mamoeiro

Ronielli Cardoso Reis⁽¹⁾, Eliseth de Souza Viana⁽¹⁾, Jaciene Lopes de Jesus⁽¹⁾,
Jorge Luiz Loyola Dantas⁽¹⁾ e Rangel Sales Lucena⁽²⁾

⁽¹⁾Embrapa Mandioca e Fruticultura, Rua Embrapa, s/nº, Caixa Postal 007, CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: ronielli.reis@embrapa.br, eliseth.viana@embrapa.br, jaciene.jesus@embrapa.br, jorge.loyola@embrapa.br ⁽²⁾Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campus Universitário de Cruz das Almas, CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: rangel_lucena@yahoo.com.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar genótipos de mamoeiro quanto às suas características físicas e físico-químicas, para identificar os mais promissores como novas cultivares comerciais. Foram realizadas análises de comprimento, diâmetro, diâmetro da cavidade interna, massa do fruto, espessura da polpa, firmeza do fruto com casca, firmeza da polpa, cor da polpa, acidez titulável, sólidos solúveis, pH, carotenoides totais e vitamina C em 22 genótipos. Observou-se variação significativa entre os genótipos para as características comprimento e massa dos frutos. Em relação à firmeza dos frutos com casca, 12 genótipos apresentaram firmeza superior à das cultivares comerciais Tainung N^o 1 e Sunrise Solo. A análise de correlação indicou que frutos com maior comprimento, diâmetro e diâmetro da cavidade interna tendem a apresentar maior peso e espessura de polpa, enquanto frutos com maiores teores de sólidos solúveis tendem a apresentar maior razão sólidos solúveis/acidez titulável, vitamina C e carotenoides totais. A linhagem L72, do grupo Solo, e o híbrido H36.45, do grupo Formosa, apresentam frutos com características físicas e físico-químicas semelhantes ou superiores às das cultivares comerciais Sunrise Solo e Tainung N^o 1, respectivamente, e, portanto, são promissoras para o mercado.

Termos para indexação: *Carica papaya*, carotenoides, desenvolvimento de cultivares, melhoramento genético, vitamina C.

Physicochemical characterization of new hybrids and inbred lines of papaya

Abstract – The objective of this work was to evaluate papaya genotypes as to their physical and physicochemical characteristics, in order to identify the most promising ones as new commercial cultivars. Analyses of length, diameter, internal cavity diameter, mass, pulp thickness, firmness of fruit with peel, pulp firmness, pulp color, titratable acidity, soluble solids, pH, total carotenoids, and vitamin C were performed in 22 genotypes. A significant variation among genotypes was observed for the characteristics fruit length and mass. Regarding firmness of fruits with peel, 12 genotypes showed higher firmness than the Tainung N^o 1 and Sunrise Solo cultivars. Correlation analysis showed that fruits with greater length, diameter, and internal cavity diameter tend to have greater weight and pulp thickness, whereas fruits with higher soluble solids tend to have higher soluble solids/titratable acidity ratio, vitamin C, and total carotenoids. The L72 inbred line of the Solo group and the H36.45 hybrid of the Formosa group present fruit with physical and physicochemical characteristics similar or superior to those of the Sunrise Solo and Tainung N^o 1 commercial cultivars, respectively, and, therefore, are promising to the market.

Index terms: *Carica papaya*, carotenoids, cultivar development, genetic breeding, vitamin C.

Introdução

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma das fruteiras mais cultivadas e consumidas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. Com produção mundial de aproximadamente 12 milhões de toneladas ao ano, os principais produtores mundiais de mamão são a Índia, o Brasil, a Indonésia e a República Dominicana (Food and Agriculture Organization of The United Nations, 2014).

Trata-se de uma cultura de importância expressiva para o Brasil, cuja produção foi de aproximadamente 1,52 milhão de toneladas em 2012, com participação de 12,2% no mercado mundial (Food and Agriculture Organization of The United Nations, 2014). A Bahia destaca-se como o maior estado produtor, seguido por Espírito Santo, Ceará e Rio Grande do Norte, que, juntos, são responsáveis por aproximadamente 87% da produção nacional (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012).

Os genótipos mais cultivados no território brasileiro pertencem aos grupos Solo e Formosa. Os do grupo Solo apresentam frutos pequenos e de polpa avermelhada, e são os preferidos para exportação. Já os do grupo Formosa, que apresentam frutos de tamanho médio e polpa laranja-avermelhada, são híbridos comerciais que vêm ganhando espaço nos mercados interno e externo, com forte crescimento de vendas para a Europa, o Canadá e os Estados Unidos (Oliveira et al., 2011). No entanto, esses genótipos são susceptíveis a várias doenças, como mancha anelar, meleira, varíola, podridão-do-pé e antracnose, que podem restringir o mercado dos frutos in natura e dos produtos industrializados, o que compromete a sustentabilidade da cultura. Além disso, em razão dos preços elevados das sementes dos híbridos, muitos produtores utilizam sementes das gerações F₂, F₃ e F₄ do híbrido Tainung Nº 1 para renovar seus plantios, o que reduz o vigor das plantas e a qualidade dos frutos (Oliveira et al., 2012).

Os programas de melhoramento genético buscam o desenvolvimento de cultivares resistentes às principais doenças da cultura e com características físico-químicas e sensoriais que atendam às demandas dos consumidores da fruta. A obtenção dessas cultivares contribui tanto para a diversificação do cultivo no País quanto para a segurança alimentar, com conseqüente redução dos custos de produção. Características como aparência, tamanho, formato de fruto, qualidade nutricional, entre outras, devem ser consideradas para satisfazer às exigências do mercado nacional e internacional, o que levaria o Brasil à condição de grande exportador (Viana et al., 2013).

O objetivo deste trabalho foi avaliar genótipos de mamoeiro quanto às características físicas e físico-químicas, para identificar os mais promissores como novas cultivares comerciais.

Material e Métodos

Genótipos de mamoeiro dos grupos Solo e Formosa foram cultivados na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, no Município de Cruz das Almas, BA (12°40'39"S, 39°06'22"W, a 226 m de altitude). O experimento foi instalado no delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições, contendo seis plantas por parcela, o que totalizou 528 plantas. O plantio foi realizado no espaçamento de 3,0 m entrelinhas e 1,8 m entre plantas, com irrigação

localizada por meio de microaspersores, seguindo todos os tratos culturais recomendados para a cultura (Martins & Costa, 2003).

Foram avaliados frutos de 22 genótipos de mamoeiro pertencentes ao programa de melhoramento genético do mamoeiro da Embrapa Mandioca e Fruticultura, sendo: quatro linhagens do grupo Solo (L10, L26, L60 e L72); quatro linhagens do grupo Formosa (L33, L36, L45 e L56); seis híbridos do grupo Solo (H10.26, H10.60, H10.72, H26.60, H26.72 e H60.72); seis híbridos do grupo Formosa (H33.36, H33.45, H33.56, H36.45, H36.56 e H45.56); e duas cultivares comerciais (Tainung Nº 1, do grupo Formosa, e Sunrise Solo, do grupo Solo). Os frutos foram colhidos no estádio 2 de maturação, com até 25% da casca amarela, e avaliados no estádio 5 de maturação, com a casca completamente amarela.

Para as avaliações físicas, de três a cinco frutos de cada genótipo e de cada repetição foram avaliados individualmente. As avaliações físicas compreenderam: comprimento do fruto (CF), em centímetros; diâmetro do fruto (DF), em centímetros; diâmetro da cavidade interna dos frutos (DCI), em centímetros; massa dos frutos (MF), em gramas; espessura da polpa (EP), em centímetros; firmeza do fruto com casca (FF), em kgf cm⁻²; firmeza da polpa (FP), em kgf cm⁻²; e cor da polpa. As dimensões dos frutos foram determinadas com o auxílio de paquímetro, e as pesagens foram feitas por meio de balança semianalítica. A firmeza do fruto com casca e da polpa foi obtida com uso de penetrômetro analógico com ponteira de 7,9 mm de diâmetro, e a firmeza da polpa foi obtida nos frutos inteiros sem casca. A cor da polpa foi avaliada por meio de colorímetro, no sistema CIELab (Konica Minolta, Osaka, Japão). Foram avaliados os atributos da cor: luminosidade (L*), cromaticidade/intensidade da cor (C*) e tonalidade/ângulo de cor (h*).

Para as avaliações físico-químicas, foram colhidos de três a cinco frutos de cada repetição experimental. Os frutos foram despolpados e misturados para obter uma amostra homogênea, que foi avaliada em triplicata. Para cada genótipo, foram obtidas quatro amostras homogêneas, o que caracterizou quatro repetições experimentais. Foram realizadas as avaliações de acidez titulável (AT), em g 100 g⁻¹ de ácido cítrico; sólidos solúveis (SS), em °Brix; e pH, de acordo com os Métodos físico-químicos para análise de alimentos (2008). Os teores de carotenoides totais (µg g⁻¹) foram determinados como descrito por Rodriguez-Amaya &

Kimura (2004). A extração foi realizada com acetona, seguida da partição em éter de petróleo e da leitura em espectrofotômetro a 450 nm. O teor de vitamina C foi determinado por meio da reação do ácido ascórbico com 2,6-diclorofenol indofenol, com posterior detecção espectrofotométrica a 520 nm, conforme Oliveira (2010).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa Genes (Cruz, 2006).

Resultados e Discussão

Foram observadas diferenças significativas para as características físicas e físico-químicas avaliadas, com exceção do pH (Tabelas 1 e 2). O coeficiente de variação experimental (CVe) variou de 4,89 a 40,54%. Oliveira et al. (2010) relataram variações nos CVe de 10,38 a 42,62%, em características relacionadas a plantas, folhas, flores e frutos de mamoeiro, e maior CVe para massa dos frutos. Dias et al. (2011) encontraram variações entre 3,09 e 50,29%, com maior valor do CVe para firmeza dos frutos, o que confirma o resultado obtido no presente trabalho.

Observou-se variação ampla para as dimensões dos frutos (Tabela 1). Para CF, houve a formação de sete agrupamentos, em que: a cultivar Tainung Nº 1, do grupo Formosa, apresentou o maior valor (25,19 cm); e a linhagem L60 e a cultivar comercial Sunrise Solo, ambas do grupo Solo, foram agrupadas com os menores valores médios de 13,62 e 13,91 cm, respectivamente. Com relação ao DF, os maiores valores foram verificados para quatro genótipos do grupo Solo (L10, H10.72, H26.60 e H26.72), cinco do grupo Formosa (L56, H33.56, H36.45, H36.56 e H45.56) e para a cultivar comercial Tainung Nº 1 do grupo Formosa. Os menores valores foram observados para os genótipos Sunrise Solo, L26 e L60 do grupo Solo, e para o híbrido H33.45 e a linhagem L45 do grupo Formosa, com médias entre 8,71 e 9,30 cm. Essa ampla variação está de acordo com os resultados de Oliveira et al. (2012), que relataram variações de 10,69 a 31,58 cm para comprimento e de 6,33 a 13,07 cm para diâmetro, e de Dias et al. (2011), que encontraram variações de 11,70 a 24,14 cm para comprimento e de 6,91 a 15,89 cm para diâmetro dos frutos. No presente trabalho, verificou-se que alguns genótipos do grupo Solo apresentaram dimensões

semelhantes às dos genótipos do grupo Formosa e vice-versa. Isso é relevante quando se deseja obter frutos maiores, mas que apresentem características de polpa semelhantes às da cultivar Sunrise Solo, ou frutos menores e com características de polpa semelhantes às da Tainung Nº 1.

A massa dos frutos apresentou variação de 492,92 a 1.422,54 g, e os genótipos Tainung Nº 1 e H36.45 do grupo Formosa foram agrupados com as maiores médias, de 1.325,08 e 1.422,54 g, respectivamente (Tabela 1). Os genótipos L26, L60, L72 e H10.60 e a cultivar comercial Sunrise Solo do grupo Solo apresentaram as menores médias, entre 492,92 e 649,12 g (Sunrise Solo e L72, respectivamente). Essa variação sugere que há potencial para a seleção de plantas que produzam frutos com padrões que atendam diferentes nichos de mercado, sejam de consumidores de frutos in natura ou agroindústrias.

A EP apresentou menor variação de valores, com formação de apenas dois agrupamentos (Tabela 1). Os genótipos L10, H10.72, H26.60 e H26.72 do grupo Solo apresentaram maiores valores de EP quando comparados à cultivar comercial Sunrise Solo. Já os genótipos L36, L45, L56, H33.56, H36.45, H36.56 e H45.56 do grupo Formosa apresentaram valores semelhantes aos da cultivar comercial Tainung Nº 1. Esses resultados corroboram os obtidos por Oliveira et al. (2010), que observaram variações entre 1,10 e 3,70 cm de EP em genótipos de mamoeiro. A espessura da polpa é um atributo de qualidade importante, pois frutos com maior espessura também apresentam maior rendimento de polpa.

O DCI dos frutos variou de 3,38 a 5,90 cm; o menor diâmetro foi encontrado para a linhagem L45 do grupo Formosa, e o maior, para o híbrido H26.60 do grupo Solo. Os genótipos H10.26, H26.60 e H26.72 do grupo Solo e H33.56, L56 e H45.56 do grupo Formosa destacaram-se dos demais com os maiores valores. Segundo Dias et al. (2011), essa característica está relacionada à qualidade dos frutos, sendo que aqueles que apresentam menor diâmetro, geralmente também apresentam maior quantidade de polpa. Entretanto, no presente trabalho, entre os frutos que apresentaram os menores diâmetros, somente a linhagem L45 do grupo Formosa apresentou maior espessura da polpa.

Em relação à FF, as linhagens e os híbridos do grupo Solo (L10, L26, L72, H10.72, H26.60, H26.72 e H60.72) e do grupo Formosa (L33, L45, H33.56,

H36.56, H45.56) apresentaram firmeza superior à das cultivares comerciais Tainung N^o 1 e Sunrise Solo, dos grupos Formosa e Solo, respectivamente, com valores entre 2,37 e 3,59 kgf cm⁻². Os frutos com maior firmeza são mais resistentes ao transporte, ao armazenamento e ao manuseio, e apresentam maior vida útil (Fagundes & Yamanishi, 2001). Dos 12 genótipos que apresentaram maior firmeza, quatro genótipos do grupo Solo (L10,

H10.72, H26.60 e H26.72) e quatro do grupo Formosa (L45, H33.56, H36.56 e H45.56) também apresentaram maior espessura da polpa.

Quanto à FP, os genótipos L10 e H10.72 do grupo Solo apresentaram valores de 2,07 e 1,68 kgf cm⁻², respectivamente, superiores ao da cultivar comercial Sunrise Solo. Os genótipos L72, H10.26, H10.60 do grupo Solo; L36, H33.36, H33.45 e H36.45 do

Tabela 1. Características físicas de frutos de 22 genótipos de mamoeiro (*Carica papaya*)⁽¹⁾.

Genótipo	Características físicas ⁽²⁾									
	CF	DF	MF	EP	DCI	FF	FP	L*	C*	h*
Linhagem Solo										
L10	21,07b	10,58a	1.003,75c	2,85a	4,39b	3,59a	2,07a	68,97a	49,56b	74,72a
L26	15,41f	8,71c	558,54e	2,34b	3,95c	2,76a	0,87c	53,50c	50,23b	57,48b
L60	13,62g	8,98c	516,21e	2,43b	3,49c	1,97b	0,96c	60,94b	44,38c	58,80b
L72	16,49e	9,52b	649,12e	2,62b	3,56c	2,82a	0,55d	53,32c	45,54c	55,54b
Linhagem Formosa										
L33	20,93b	9,49b	805,25d	2,33b	4,48b	2,37a	0,87c	56,32c	48,73b	57,80b
L36	22,05b	10,11b	971,00c	2,90a	4,52b	1,54b	0,51d	60,00b	50,44b	61,60b
L45	19,14c	9,13c	759,25d	2,83a	3,38c	2,66a	1,25b	55,76c	45,24c	57,13b
L56	19,38c	10,80a	1.036,71c	2,84a	5,31a	2,27b	1,01c	66,64a	63,44a	73,07a
Híbrido Solo										
H10.26	16,82e	10,07b	725,54d	2,53b	5,12a	1,94b	0,56d	56,97c	50,40b	60,81b
H10.60	15,35f	9,65b	624,33e	2,47b	4,69b	1,61b	0,36d	57,25c	48,30c	59,02b
H10.72	20,49b	10,59a	964,96c	2,70a	4,89b	3,52a	1,68a	64,86a	49,19b	69,53a
H26.60	17,37e	11,49a	993,54c	2,75a	5,90a	2,44a	0,80c	57,58c	49,96b	61,70b
H26.72	21,64b	10,97a	1.209,29b	2,74a	5,30a	2,58a	0,93c	53,35c	50,48b	55,08b
H60.72	18,41d	9,91b	856,04d	2,56b	4,62b	3,02a	1,38b	60,07b	48,34c	57,65b
Híbrido Formosa										
H33.36	20,60b	9,79b	857,63d	2,26b	4,64b	2,13b	0,57d	55,95c	47,72c	53,97b
H33.45	21,23b	9,30c	861,38d	2,62b	3,70c	1,87b	0,67d	55,39c	47,37c	59,62b
H33.56	22,43b	10,89a	1.218,33b	2,95a	5,02a	2,64a	1,06c	56,62c	49,04b	58,06b
H36.45	21,58b	11,45a	1.422,54a	2,84a	4,86b	1,49b	0,49d	62,99b	53,40b	65,52a
H36.56	18,25d	10,26a	884,50d	2,76a	4,53b	2,62a	1,05c	59,99b	52,24b	60,59b
H45.56	21,39b	10,84a	1.119,54c	2,84a	4,97a	2,80a	1,06c	52,20c	50,68b	54,05b
Cultivar comercial										
Sunrise Solo (Solo)	13,91g	8,83c	492,92e	2,34b	3,83c	1,55b	0,60d	58,17c	49,91b	57,39b
Tainung N ^o 1 (Formosa)	25,19a	10,97a	1.325,08a	3,23a	4,55b	2,19b	0,63d	60,14b	47,04c	56,79b
F	41,32**	10,03**	21,96**	4,24**	5,53**	3,25**	5,11**	4,93**	6,46**	5,06**
CV (%)	4,89	5,25	12,12	8,90	12,34	27,70	40,54	6,78	5,99	8,38

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade. **Significativo pelo teste F, a 1% de probabilidade. ⁽²⁾CF, comprimento do fruto (cm); DF, diâmetro do fruto (cm); MF, massa do fruto (g); EP, espessura da polpa (cm); DCI, diâmetro da cavidade interna (cm); FF, firmeza do fruto (kgf cm⁻²); FP, firmeza da polpa (kgf cm⁻²); L*, luminosidade; C*, cromaticidade/intensidade da cor; e h*, tonalidade/ângulo de cor.

grupo Formosa; e as cultivares comerciais Sunrise Solo e Tainung N^o 1 dos grupos Solo e Formosa, respectivamente, apresentaram os menores valores, entre 0,36 e 0,67 kgf cm⁻². Contudo, ao se considerar o consumo desses frutos in natura, a elevada firmeza da polpa pode ser indesejável para o consumidor. Desse modo, o ideal seria obter uma cultivar que apresentasse elevada firmeza do fruto com casca e firmeza da polpa similar às das cultivares comerciais. Nesse sentido,

pode-se destacar a linhagem L72 do grupo Solo que apresentou FF mais elevada e FP semelhante à das cultivares Tainung N^o 1, do grupo Formosa, e Sunrise Solo, do grupo Solo.

A aparência dos frutos é a combinação de seus atributos geométricos e cromáticos e interfere diretamente na aceitabilidade dos frutos pelos consumidores. Os genótipos L10 e H10.72 do grupo Solo, e L56 do grupo Formosa apresentaram os

Tabela 2. Médias das características físico-químicas de frutos de 22 genótipos de mamoeiro (*Carica papaya*)⁽¹⁾.

Genótipo	Características físico-químicas ⁽²⁾					
	SS (°Brix)	AT (g 100g ⁻¹)	pH	Ratio	CT (µg g ⁻¹)	VC (mg 100 g ⁻¹)
Linhagem Solo						
L10	9,58b	0,068b	5,14a	141,78b	19,90d	78,53b
L26	13,65a	0,083a	5,80a	168,85b	51,85a	86,81b
L60	11,14b	0,078b	5,32a	144,41b	29,00c	75,16b
L72	14,73a	0,075b	5,49a	201,32a	41,43b	98,12a
Linhagem Formosa						
L33	13,11a	0,090a	5,24a	144,88b	44,13b	85,61b
L36	13,34a	0,085a	5,58a	165,16b	55,60a	96,94a
L45	13,35a	0,080b	5,35a	175,76a	34,23c	96,06a
L56	13,67a	0,070b	5,81a	175,96a	45,27b	91,47a
Híbrido Solo						
H10.26	13,85a	0,080b	5,41a	152,88b	40,57b	108,80a
H10.60	13,75a	0,078b	5,24a	180,58a	32,88c	102,38a
H10.72	10,99b	0,080b	5,45a	139,32b	25,55d	68,63b
H26.60	13,05a	0,083a	5,46a	159,74b	37,05b	84,77b
H26.72	13,30a	0,090a	5,35a	146,54b	43,12b	91,97a
H60.72	12,94a	0,085a	5,07a	153,20b	39,33b	82,71b
Híbrido Formosa						
H33.36	14,76a	0,073b	5,46a	207,98a	44,99b	93,52a
H33.45	12,49a	0,090a	5,50a	141,70b	39,38b	79,18b
H33.56	12,83a	0,078b	5,39a	164,34b	43,10b	82,57b
H36.45	13,40a	0,065b	5,63a	205,95a	37,05b	93,64a
H36.56	13,76a	0,093a	5,41a	150,53b	42,49b	96,95a
H45.56	13,97a	0,095a	5,28a	141,11b	55,77a	103,58a
Cultivar comercial						
Sunrise Solo (Solo)	14,18a	0,085a	5,11a	167,68b	41,30b	115,43a
Tainung N ^o 1 (Formosa)	11,80b	0,073b	5,21a	164,28b	42,15b	70,09b
F	3,97**	2,26**	0,95 ^{ns}	1,92*	6,20**	2,43**
CV (%)	9,56	13,47	7,48	18,59	17,24	17,17

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade. ** e *Significativo pelo teste F, a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. ^{ns}Não significativo. ⁽²⁾SS, sólidos solúveis; AT, acidez titulável; CT, carotenoides totais; e VC, vitamina C.

maiores valores de L^* e, portanto, polpa de coloração mais clara. Quanto à C^* , o genótipo L56 do grupo Formosa apresentou maior valor. Os valores de h^* variam de: 0, vermelho puro; 90, amarelo puro; 180, verde puro; a 270, azul puro (Ramallo & Mascheroni, 2012). Os valores de h^* de todos os genótipos foram inferiores a 90, entre 53,70 e 67,06, o que confirma que a cor da polpa desses genótipos está entre o vermelho e o amarelo. Os genótipos L10 e H10.72 do grupo Solo, e L56 e H36.45 do grupo Formosa apresentaram os maiores valores de h^* e, conseqüentemente, coloração da polpa mais alaranjada. O grupo formado pelos demais genótipos, que inclui Tainung Nº 1 (Formosa) e Sunrise Solo (Solo) apresentou menores valores de h^* , o que indica frutos com polpa mais avermelhada. Ao se considerar os três atributos da cor (L^* , C^* e h^*), verificou-se que os genótipos L26, H10.26, H26.60 e H26.72 do grupo Solo e L33, H33.56 e H45.56 do grupo Formosa apresentaram coloração da polpa semelhante à da cultivar comercial Sunrise Solo, e que os genótipos L60 e H60.72 do grupo Solo apresentaram coloração da polpa semelhante à da cultivar comercial Tainung Nº 1 do grupo Formosa. Como esses genótipos apresentam coloração semelhante à das cultivares comerciais, espera-se que a coloração da polpa desses genótipos seja mais atraente para o consumidor.

Em relação às características físico-químicas (Tabela 2), a acidez titulável apresentou variações de 0,065 a 0,095 g 100 g⁻¹ de ácido cítrico. Esses valores encontram-se na faixa obtida por vários autores (Fagundes & Yamanishi, 2001; Santana et al., 2004; Brito Neto et al., 2011) e são considerados dentro do intervalo normal para o consumo. Brito Neto et al. (2011) e Dias et al. (2011) constataram maior variação para a acidez em genótipos de mamoeiro, de 0,05 a 0,14 e de 0,0445 a 0,283 g 100 g⁻¹ de ácido cítrico, respectivamente. É desejável que os frutos de mamoeiro apresentem baixos valores de acidez e elevados teores de sólidos solúveis para apresentar maior doçura. Já em relação ao pH, não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos ($p > 0,05$), que apresentaram valores entre 5,07 e 5,81.

Para o teor de SS, houve variação de 9,58 a 14,76 °Brix (Tabela 2), e os genótipos L10, L60 e H10.72 do grupo Solo e a cultivar Tainung Nº 1 do grupo Formosa apresentaram os menores valores, com variação entre 9,58 e 11,80 °Brix. Os demais genótipos apresentaram SS acima de 12,49 °Brix. Uma ampla variação, de

5,41 a 13,97 °Brix, foi observada por Oliveira et al. (2012), e de 4,6 a 13,3 °Brix, por Ocampo et al. (2006), em germoplasma de mamoeiro. Os teores de sólidos solúveis obtidos no presente trabalho estão acima dos relatados na literatura por diversos autores (Marin et al., 2006; Wall, 2006; Silva et al., 2008; Dias et al., 2011).

Além do teor de SS, também é importante considerar a razão entre os açúcares e os ácidos dos frutos (ratio) que é uma variável importante para a qualidade. Geralmente, frutos com maior ratio apresentam doçura mais pronunciada e maior aceitação pelos consumidores. Para essa variável, houve a formação de dois agrupamentos, e os genótipos L72 e H10.60 do grupo Solo e L45, L56, H33.36 e H36.45 do grupo Formosa apresentaram os maiores valores, entre 175,76 e 207,98. Esses genótipos apresentaram altos teores de SS, acima de 13° Brix, e baixos valores de AT, de 0,065 a 0,080. Vale ressaltar que esses genótipos apresentaram valores de ratio superiores aos das cultivares Tainung Nº 1 e Sunrise Solo dos grupos Formosa e Solo, respectivamente. Os resultados do presente trabalho estão dentro da faixa relatada por Santana et al. (2004), que encontraram variações de 86,28 a 232,89 e de 68,26 a 186,91, em genótipos colhidos em dois anos consecutivos. Já Oliveira et al. (2010) observaram amplitude ainda maior em acessos de germoplasma, de 25,90 a 360,79.

Os teores de carotenoides totais dos frutos variaram de 19,90 a 55,77 µg g⁻¹ (Tabela 2). Os genótipos L26 do grupo Solo e L36 e H45.56 do grupo Formosa apresentaram os maiores valores, superiores aos das cultivares comerciais Tainung Nº 1 (Formosa) e Sunrise Solo (Solo). Portanto, esses genótipos podem ser selecionados pelo programa de melhoramento para novos cruzamentos, para obter cultivares com maiores teores de carotenoides totais. O segundo grupo foi formado pela maioria, 14 genótipos, entre eles as cultivares comerciais Tainung Nº 1 e Sunrise Solo dos grupos Formosa e Solo, respectivamente, com valores entre 37,05 e 45,27 µg g⁻¹. Valores próximos aos encontrados no presente trabalho foram obtidos por Mélo et al. (2006) em polpas de mamão Formosa (43,96 µg g⁻¹) e Havaí (46,38 µg g⁻¹).

Quanto ao teor de vitamina C, os genótipos L72, H10.26, H26.72 e H10.60 e a cultivar comercial Sunrise Solo do grupo Solo, bem como os genótipos L36, L45, L56, H33.36, H36.45, H36.56 e H45.56 do grupo Formosa, foram agrupados com os maiores

Tabela 3. Coeficientes de correlação de Pearson entre as 16 características físicas e físico-químicas avaliadas.

Característica ⁽¹⁾	VC	AT	SS	PH	Ratio	CF	DF	MF	EP	DCI	FF	FP	L*	C*	h*
CT	0,43**	0,26**	0,66**	0,36**	0,18	0,19	0,02	0,16	0,08	0,14	-0,15	-0,29**	-0,55**	0,21*	-0,50**
VC		0,19	0,73**	0,21*	0,28**	-0,22*	-0,15	-0,17	-0,11	0,01	-0,08	-0,16	-0,39**	0,20	-0,29**
AT			0,15	-0,29**	-0,65**	0,01	-0,16	-0,14	-0,09	0,07	-0,02	-0,08	-0,28**	-0,10	-0,20
SS				0,40**	0,51**	-0,15	-0,12	-0,10	-0,09	0,04	-0,17	-0,34**	-0,59**	0,22*	-0,52**
PH					0,53**	0,01	0,05	0,11	-0,01	0,05	-0,05	-0,05	-0,20	0,29**	-0,06
Ratio						-0,09	-0,04	0,04	-0,04	-0,15	-0,10	-0,16	-0,19	0,12	-0,22*
CF							0,54**	0,81**	0,52**	0,27**	0,13	0,15	0,08	0,08	0,05
DF								0,83**	0,55**	0,71**	0,12	0,10	0,17	0,29**	0,21*
MF									0,58**	0,49**	0,10	0,11	0,12	0,24*	0,12
EP										0,19	0,05	0,14	0,16	0,22*	0,15
DCI											0,05	-0,12	0,07	0,30**	0,13
FF												0,74**	0,00	-0,08	0,10
FP													0,22*	0,03	0,24*
L*														0,38**	0,86**
C*															0,51**

⁽¹⁾CT, carotenoides totais ($\mu\text{g g}^{-1}$); VC, vitamina C ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$); AT, acidez titulável ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$); SS, sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$); CF, comprimento do fruto (cm); DF, diâmetro do fruto (cm); MF, massa do fruto (g); EP, espessura da polpa (cm); DCI, diâmetro da cavidade interna (cm); FF, firmeza do fruto (kgf cm^{-2}); FP, firmeza da polpa (kgf cm^{-2}); L*, luminosidade; C*, cromaticidade/intensidade da cor; e h*, tonalidade/ângulo de cor.

valores, entre 91,47 e 115,43 $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$. As linhagens e os híbridos avaliados apresentaram teores de vitamina C superiores aos relatados na literatura para outros genótipos de mamoeiro (Wall, 2006; Zaman et al., 2006). O híbrido H45.56 e a linhagem L36, ambos do grupo Formosa, destacaram-se dos demais por apresentarem alto teor de vitamina C (103,58 e 96,94 $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$, respectivamente) e elevado teor de carotenoides totais (55,77 e 55,60 $\mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente). Esses genótipos são de grande interesse para o programa de melhoramento genético do mamoeiro, para aumentar os teores desses nutrientes nos frutos.

Houve correlações positivas significativas ($p < 0,05$) entre as características EP, CF, MF e DF; assim, frutos com maior comprimento e diâmetro apresentaram maior peso e espessura de polpa (Tabela 3). Foram observadas correlações positivas significativas ($p < 0,05$) entre FF e FP, o que significa que os frutos com casca que apresentaram maior firmeza, também apresentaram polpa mais firme. Alta correlação positiva (0,71) também foi constatada entre DF e DCI, o que indica que frutos com maior diâmetro tendem a apresentar maior diâmetro da cavidade interna. A determinação das correlações entre as características físicas e físico-químicas facilita a seleção de genótipos superiores a partir da redução do número de caracteres a serem avaliados. Esses resultados estão de acordo

com os obtidos por Oliveira et al. (2010), para as dimensões dos frutos, e são importantes para a seleção de genótipos a partir de medidas mais simples e não destrutivas, como comprimento, diâmetro e firmeza do fruto com casca.

Correlações positivas significativas ($p < 0,05$) foram observadas entre SS, ratio, vitamina C e CT (Tabela 3). Logo, a partir dos resultados da análise de SS, é possível selecionar genótipos com maiores teores de vitamina C e carotenoides totais. Foram observadas correlações negativas e significativas ($p < 0,05$) entre os carotenoides totais e as coordenadas L* e h*, o que indica que, a partir dos atributos cromáticos, é possível selecionar frutos que apresentem maiores teores de carotenoides totais.

Conclusões

1. A linhagem L72, do grupo Solo, é promissora para o mercado, pois apresenta frutos firmes e de tamanhos intermediários, polpa com coloração e firmeza semelhantes às da cultivar comercial Sunrise Solo, além de elevados ratio e teor de vitamina C.

2. Para o mercado do grupo Formosa, destaca-se o híbrido H36.45, que apresenta frutos com características físicas e físico-químicas mais próximas às da cultivar Tainung N^o 1 e elevado teor de vitamina C.

Agradecimentos

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb), pelo apoio financeiro.

Referências

- BRITO NETO, J.F.; PEREIRA, W.E.; CAVALCANTI, L.F.; ARAÚJO, R. da 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, p.69-80, 2011. DOI: 10.5433/1679-0359.2011v32n1p69.
- CRUZ, C.D. **Programa GENES**: análise multivariada e simulação. Viçosa: Ed. da UFV, 2006. 175p.
- DIAS, N.L.P.; OLIVEIRA, E.J. de; DANTAS, J.L.L. Avaliação de genótipos de mamoeiro com uso de descritores agrônômicos e estimação de parâmetros genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1471-1479, 2011. DOI: 10.1590/S0100-204X2011001100008.
- FAGUNDES, G.R.; YAMANISHI, O.K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo ‘Solo’ comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, p.541-545, 2001. DOI: 10.1590/S0100-29452001000300018.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Available at: <<http://www.fao.org.br>>. Accessed on: 6 Aug. 2014.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal**. 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=44>. Acesso em: 25 out. 2013.
- MARIN, S.L.D.; PEREIRA, M.G.; AMARAL JUNIOR, A.T. de; MARTELLETO, L.A.P.; IDE, C.D. Heterosis in papaya hybrids from partial diallel of Solo and Formosa parents. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.6, p.24-29, 2006.
- MARTINS, D. dos S.; COSTA, A. de F.S. da. **A cultura do mamoeiro**: tecnologias de produção. Vitória: Incaper, 2003. 497p.
- MÉLO, E. de A.; LIMA, V.L.A.G. de; MACIEL, M.I.S.; CAETANO, A.C. da S.; LEAL, F.L.L. Polyphenol, ascorbic acid and total carotenoid contents in common fruits and vegetables. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.9, p.89-94, 2006.
- MÉTODOS físico-químicos para análise de alimentos. 4.ed. São Paulo: Instituto Adolf Lutz, 2008. 1020p.
- OCAMPO, J.; D’ECCENBRUGGE, G.C.; BRUYÈRE S.; BELLAIRE, L. de L. de; OLLITRAULT, P. Organization of morphological and genetic diversity of Caribbean and Venezuelan papaya germplasm. **Fruits**, v.61, p.25-37, 2006. DOI: 10.1051/fruits:2006003.
- OLIVEIRA, E.J. de; COSTA, J.L.; SANTOS, L.F. dos; CARVALHO, F.M.; SILVA, A.S.; DANTAS, J.L.L. Molecular characterization of papaya genotypes using AFLP markers. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.849-858, 2011. DOI: 10.1590/S0100-29452011000300020.
- OLIVEIRA, E.J. de; LIMA, D.S. de; LUCENA, R.S.; MOTTA, T.B.N.; DANTAS, J.L.L. Correlações genéticas e análise de trilha para número de frutos comerciais por planta em mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.855-862, 2010. DOI: 10.1590/S0100-204X2010000800011.
- OLIVEIRA, E.J. de; OLIVEIRA, G.A.F.; COSTA, J.L.; OLIVEIRA, V.J. dos S. de; DANTAS, A.C.V.L.; DANTAS, J.L.L.; PÁDUA, J.G. Genetic diversity and marker-assisted inbreeding in papaya. **Scientia Horticulturae**, v.147, p.20-28, 2012. DOI: 10.1016/j.scienta.2012.08.031.
- OLIVEIRA, L.A. de. **Manual de laboratório**: análises físico-químicas de frutas e mandioca. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 248p.
- RAMALLO, L.A.; MASCHERONI, R.H. Quality evaluation of pineapple fruit during drying process. **Food and Bioprocess Processing**, v.90, p.275-283, 2012. DOI: 10.1016/j.fbp.2011.06.001.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M. **Harvest plus handbook for carotenoid analysis**. Washington: IFPRI; Cali: CIAT, 2004. 58p.
- SANTANA, L.R.R.; MATSUURA, F.C.A.U.; CARDOSO, R.L. Genótipos melhorados de mamão (*Carica papaya* L.): avaliação sensorial e físico-química dos frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, p.217-222, 2004. DOI: 10.1590/S0101-20612004000200010.
- SILVA, F.F. da; PEREIRA, M.G.; RAMOS, H.C.C.; DAMASCENO JUNIOR, P.C.; PEREIRA, T.N.S.; GABRIEL, A.P.C.; VIANA, A.P.; DAHER, R.F.; FERREGUETTI, G.A. Estimation of genetic parameters related to morpho-agronomic and fruit quality traits of papaya. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.8, p.65-73, 2008. DOI: 10.12702/1984-7033.v08n01a09.
- VIANA, E. de S.; REIS, R.C.; JESUS, J.L. de; JUNGHANS, D.T.; SOUZA, F.V.D. Caracterização físico-química de novos híbridos de abacaxi resistentes à fusariose. **Ciência Rural**, v.43, 2013. DOI: 10.1590/S0103-84782013005000075.
- WALL, M.M. Ascorbic acid, vitamin A, and mineral composition of banana (*Musa* sp.) and papaya (*Carica papaya*) cultivars grown in Hawaii. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.19, p.434-445, 2006. DOI: 10.1016/j.jfca.2006.01.002.
- ZAMAN, W.; BISWAS, S.K.; HELALI, M.O.H.; IBRAHIM, M.; HASSAN, P. Physico-chemical composition of four papaya varieties grown at Rajshahi. **Journal of Biosciences**, v.14, p.83-86, 2006.