

AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS ELITES DE MAMÃO (*Carica papaya* L.) E  
SEUS CRUZAMENTOS RECÍPROCOS, QUANTO A QUALIDADE  
FISIOLÓGICA DE SEMENTES E O POTENCIAL AGRONÔMICO

**CÉLIA MARIA PEIXOTO DE MACEDO**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE  
DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS ELITES DE MAMÃO (*Carica papaya* L.) E SEUS CRUZAMENTOS RECÍPROCOS, QUANTO A QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E O POTENCIAL AGRONÔMICO

**CÉLIA MARIA PEIXOTO DE MACEDO**

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de doutor em Produção Vegetal”.

Orientador: Prof. Roberto Ferreira da Silva

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ  
JULHO de 2012

## FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCTA / UENF 066/2012

Macedo, Célia Maria Peixoto de

Avaliação de híbridos elites de mamão (*Carica papaya* L.) e seus cruzamentos recíprocos, quanto a qualidade fisiológica de sementes e o potencial agrônômico / Célia Maria Peixoto de Macedo. – 2012. 94 f.

Orientador: Roberto Ferreira da Silva.

Tese (Doutorado - Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2012.

Bibliografia: f. 81 – 94.

1. *Carica papaya* L. 2. Efeito materno 3. Efeito recíproco 4. Heterose precoce 5. Parâmetros genéticos I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD – 634.65123

AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS ELITES DE MAMÃO (*Carica papaya* L.) E SEUS CRUZAMENTOS RECÍPROCOS, QUANTO A QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES E O POTENCIAL AGRONÔMICO

**CÉLIA MARIA PEIXOTO DE MACEDO**

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de doutor em Produção Vegetal”.

Aprovada em 18 de Julho de 2012.

Comissão Examinadora:

---

Prof. Messias Gonzaga Pereira (Ph.D., Melhoramento de Plantas) – UENF

---

Prof. Henrique Duarte Vieira (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

---

Prof. José Carlos Lopes (D.Sc., Biologia Vegetal) – UFES

---

Prof. Roberto Ferreira da Silva (Ph.D., Horticultura ) – UENF  
Orientador

Aos meus pais, Carlos Alencar de Macedo (*in memoriam*) e Heloísa Lopes Peixoto de Macedo (*in memoriam*), pelo exemplo de vida e pelo amor incondicional.

Em especial à minha mãe que me ensinou que posso ser mais forte,  
com sua história de fé e coragem.

Dedico

“O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada. Caminhando e semeando, no fim terás o que colher.” (Cora Coralina)

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, o Senhor da vida, fonte de toda sabedoria, És minha força e equilíbrio;

Ao Centro de Ciências e Tecnologias Agrárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense 'Darcy Ribeiro' (CCTA/UENF), pela oportunidade concedida para a realização deste curso de Doutorado;

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ/ UENF), pelo financiamento do projeto e concessão da bolsa de estudo;

Ao professor Roberto Ferreira da Silva pela orientação, amizade, compreensão e confiança;

Ao professor Messias Gonzaga Pereira pela coorientação e contribuições valiosas para o planejamento e execução deste trabalho;

Aos meus irmãos, Gerson Antônio Peixoto de Macedo e Carlos José Peixoto de Macedo, pelo amor, amizade e incentivo. E mais além, pelo companheirismo principalmente, nos momentos difíceis que passamos antes da grande perda em nossas vidas. Se hoje consegui chegar até aqui parte da minha vitória é fruto da nossa união;

Ao meu namorado, Rodrigo Lourenço Massini, pelo carinho e, sobretudo pelo incentivo do início ao fim dessa caminhada;

À minha prima Luciana Maria e aos meus tios Helvécio e Amélia que foram as minhas mãos nos momentos em que minha mãe mais precisou e por

conta dos meus estudos estive ausente em certos momentos, mas com meu espírito voltado pra eles;

Agradeço também a toda minha família que participou desse processo, da maneira que lhe cabia. Em especial também a tia Mônica e família com participação direta nessa reta final. Tenho cada um de vocês nas minhas lembranças!

Ao Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Geraldo Antônio Ferregueti pela cessão de sementes e por todo o suporte experimental disponibilizado, desde a área de plantio, funcionários e manejos agrícolas, com o apoio financeiro da instituição Caliman Agrícola S.A.;

Aos professores Dr. José Carlos Lopes e Dr. Henrique Duarte Vieira pela atenção, sugestões e pelo incentivo em todos os momentos;

À coordenação e às secretárias do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, representados, respectivamente, pela Dra. Cláudia Dolinsk, Patrícia e Fatinha;

À família Souza Massini, representada por D. Marilda, pela convivência, amizade e por ter dividido comigo momentos dessa etapa na minha vida, torcendo pelo meu sucesso;

A Maria Stela Schwan por ter me acolhido com todo carinho em sua casa e dessa convivência cresceu uma amizade maior e a minha admiração pela pessoa corajosa que ela é. Pelo exemplo de vida eu agradeço!

Aos colegas / amigos do grupo de pesquisa mamão: Lucas, Fernanda, Fábio e em especial a Deisy pelo apoio prestado na montagem e avaliação dos experimentos e nas análises estatísticas;

Aos amigos que encontrei e reencontrei e nesses últimos quatro anos fizeram parte da minha história: Carolina Palácios, Derliane, Yaska, Deisy, Cíntia Machado, Cláudia Lougon, Cátia, Laerciana, Jaqueline Meneccuci, Tiago Massi, Pablo Klaver. Aos colegas/ amigos do Laboratório de Fitotecnia / Sementes: Antônio Carlos, pelo apoio e por ter me recebido tão bem; Renata Viana (amiga desde sempre); Tatiane, Amanda, Alessandra, Weverton, Anna Christina, Raquel e a todas aquelas pessoas que direta e indiretamente contribuíram para a realização dessa conquista.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	xi
ABSTRACT .....	xiii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1. O Mamoeiro .....	4
2.1.1. Aspectos botânicos e morfológicos .....	7
2.1.2. Biologia floral do mamoeiro .....	9
2.1.3. Herança do sexo .....	11
2.1.4. Tipos de cruzamentos.....	12
2.1.5. Tipos de populações de mamoeiro.....	13
2.2. A Semente .....	14
2.2.1. Qualidade e viabilidade das sementes de mamão .....	14
2.2.2. Fatores que afetam a qualidade da semente.....	17
2.2.3. Germinação e vigor .....	24
2.2.4. Testes de vigor .....	25
2.3. Melhoramento do Mamoeiro .....	30
2.3.1. Efeito materno e efeito recíproco.....	31
2.3.2. Xênia e Heterose.....	33
2.3.3. Parâmetros genéticos associados à qualidade fisiológica de sementes .....	36

3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	41
3.1. Obtenção dos híbridos F1's e seus recíprocos .....	42
3.2. Avaliação das qualidades física e fisiológica das sementes .....	44
3.2.1. Delineamento experimental.....	46
3.3. Avaliação dos caracteres agronômicos .....	46
3.3.1. Características avaliadas .....	46
3.3.2. Análise estatística.....	48
3.4. Parâmetros genéticos .....	49
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	50
4.1. Qualidade fisiológica das sementes .....	50
4.2. Caracteres morfoagronômicos .....	65
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	81

## LISTA DE QUADROS

<b>Tabela 1.</b> Relação e descrição dos materiais genéticos de mamão ( <i>Carica papaya</i> L.) que foram utilizados no experimento.....	42
<b>Tabela 2.</b> Esquema dos cruzamentos envolvendo quatro genótipos genitores e suas autofecundações.....	43
<b>Tabela 3.</b> Valores médios do teor de água e da massa de mil sementes das sementes dos híbridos e das autofecundações em mamão .....	51
<b>Tabela 4.</b> Resumo da análise de variância para sete características relacionadas à qualidade fisiológica de sementes dos híbridos elites e das autofecundações de mamão.....	53
<b>Tabela 5.</b> Médias dos híbridos elites e das autofecundações de <i>Carica papaya</i> para sete características relacionadas à qualidade fisiológica de sementes .....	54
<b>Tabela 6.</b> Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (rf), genotípica (rg) e ambiental (ra) entre oito características físicas e de qualidade fisiológica de sementes de mamão .....	56

<b>Tabela 7.</b> Estimativas das variâncias fenotípica ( $\sigma^2_f$ ), ambiental ( $\sigma^2_a$ ) e genotípica ( $\sigma^2_g$ ), do coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ), do coeficiente de variação experimental ( $CV_e$ ), da relação entre o coeficiente de variação genotípico e experimental ( $CV_g/CV_e$ ) e da herdabilidade ( $h^2$ ) para sete características relacionadas à qualidade fisiológica de sementes dos híbridos elites e das autofecundações de mamão.....	60
<b>Tabela 8.</b> Resultados médios da porcentagem de germinação (GT), da primeira contagem (GPC) e da velocidade de germinação (VG) de sementes, das massas fresca (MF) e seca (MS) de plântula dos híbridos elites e das autofecundações de <i>Carica papaya</i> ; da heterose em relação à média dos pais e da heterobeltiose.....	62
<b>Tabela 9.</b> Resultados médios da porcentagem de emergência de plântulas (EMII) dos híbridos elites e das autofecundações de <i>Carica papaya</i> em viveiro, e da heterose e heterobeltiose em relação à média dos pais.....	63
<b>Tabela 10.</b> Resumo da análise de variância para sete características morfoagronômicas de híbridos elites ( $F_1$ e recíprocos) e das autofecundações de mamoeiro dos grupos Solo e Formosa, com as respectivas estimativas de variâncias fenotípica ( $\sigma^2_f$ ), ambiental ( $\sigma^2_a$ ) e genotípica ( $\sigma^2_g$ ), do coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ), do coeficiente de variação experimental ( $CV_e$ ), da relação entre o coeficiente de variação genotípico e experimental ( $CV_g/CV_e$ ) e da herdabilidade ( $h^2$ ).....	66
<b>Tabela 11.</b> Valores médios de sete características morfoagronômicas de híbridos elites ( $F_1$ e recíprocos) e das autofecundações de mamoeiro dos grupos Solo e Formosa.....	70
<b>Tabela 12.</b> Resumo da análise de variância de oito características referentes à qualidade dos frutos de híbridos elites ( $F_1$ e recíprocos) e das autofecundações de mamoeiro dos grupos Solo e Formosa, com as respectivas estimativas de variâncias fenotípica ( $\sigma^2_f$ ), ambiental ( $\sigma^2_a$ ) e genotípica ( $\sigma^2_g$ ), do coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ), do coeficiente de variação experimental ( $CV_e$ ), da	

relação entre o coeficiente de variação genotípico e experimental ( $CV_g/CV_e$ ) e da herdabilidade ( $h^2$ ) ..... 72

**Tabela 13.** Valores médios de oito características referentes à qualidade dos frutos de híbridos elites ( $F_1$  e recíprocos) e das autofecundações de mamoeiro dos grupos Solo e Formosa ..... 73

## RESUMO

MACEDO, Célia Maria Peixoto de; Eng<sup>a</sup> Agrônoma, D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Julho de 2012. Avaliação de híbridos elites de mamão (*Carica papaya* L.) e seus cruzamentos recíprocos, quanto a qualidade fisiológica de sementes e o potencial agrônômico. Orientador: Prof. Roberto Ferreira da Silva; Conselheiro: Prof. Messias Gonzaga Pereira.

As sementes de mamão apresentam alto valor econômico, o que leva à necessidade de ampliar os conhecimentos sobre a sua qualidade fisiológica e conhecer melhor o estabelecimento das plantas oriundas dessas sementes. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica das sementes de três combinações híbridas e seus recíprocos, além dos genitores autofecundados; estimar parâmetros genéticos associados à qualidade fisiológica de sementes, bem como possíveis efeitos recíprocos entre os híbridos estudados; avaliar o desempenho agrônômico dos respectivos híbridos e seus recíprocos, em nível de lavoura e avaliar a viabilidade agrônômica do melhor sentido de cruzamento. Para a avaliação da qualidade fisiológica foram usadas sementes híbridas F<sub>1</sub> de mamão e seus respectivos recíprocos, provenientes dos cruzamentos JS12 x Sunrise Solo 72/12, JS12 x Sekati, JS12 x Waimanalo, e sementes dos genitores e duas variedades, totalizando 12 tratamentos, em um delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições. Determinaram-se a massa de mil sementes, germinação, massa fresca e seca da plântula, primeira contagem e velocidade de germinação e emergência de plântula em casa de vegetação. Para os estudos morfoagronômicos os tratamentos foram dispostos em um

delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, e 10 plantas por parcela. As características avaliadas foram: altura da planta (aos 183 e 321 dias após o transplante), altura da inserção do primeiro fruto, diâmetro do caule (aos 183 e 321 DAT), número total de frutos por plantas, produtividade, peso médio, diâmetro e comprimento do fruto, firmeza externa e interna da polpa, teor de sólidos solúveis totais, diâmetro da cavidade central do fruto. Há ausência de xênia para massa de mil sementes e massa fresca de plântula. O efeito recíproco não se manifesta para germinação e emergência de plântulas, sendo que para as demais características o mesmo somente não se manifestou no cruzamento JS12 x Sekati. Diferenças entre híbridos e genitores ocorrem em razão da ação do pólen no cruzamento, explicado pela heterose precoce. Os testes de vigor mais sensíveis para discriminar diferenças no desempenho dos híbridos e seus recíprocos são velocidade de germinação e massa fresca de plântulas. Há influência do tamanho das sementes no desenvolvimento de plântulas. Verificam-se magnitudes altas das estimativas do coeficiente de determinação genotípica para a maioria das características. O efeito recíproco se manifesta somente nos cruzamentos JS12 x Waimanalo e JS12 x Sekati para altura de inserção do primeiro fruto e firmeza interna da polpa, respectivamente. Na obtenção dos híbridos, para formação da lavoura comercial, é viável a utilização nos dois sentidos de cruzamento.

**Palavras-chave:** *Carica papaya* L., efeito materno, efeito recíproco, heterose precoce, parâmetros genéticos.

## ABSTRACT

MACEDO, C.M.P. de; D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. July, 2012. Evaluation of elite hybrids of papaya (*Carica papaya* L.) and their reciprocal crosses, as the physiological quality seed and agronomic potential. Advisor: Roberto Ferreira da Silva. Committee Member: Messias Gonzaga Pereira.

The papaya seeds as products of high economic value, generates the need to better understand the establishment of plants from these seeds. Since the physiological quality of papaya seeds can be estimated by studying the germination and vigor. The objective of this study was to evaluate the physiological quality of seeds of three hybrid combinations and their reciprocals, and the selfed genitors; estimate genetic parameters associated with seed quality, as well as possible reciprocal effects between the hybrids studied, measure the agronomic performance of the hybrids and their reciprocals, in terms of crops and evaluate the agronomic viability of better sense of intersection . To evaluate the physiological quality were used F<sub>1</sub> hybrid papaya seeds and their reciprocal crosses from the JS12 x Sunrise Solo 72/12, JS12 x Sekati, JS12 x Waimanalo, and seeds of the parents and two varieties, totaling 12 treatments in a completely randomized design with four replications . It was determined the mass of thousand seeds, germination, fresh and dry weight of seedling, first count and speed of germination and seedling emergence in the greenhouse. For the morphoagronomic studies the treatments were arranged in a randomized block design with four replications and 10 plants per plot. The characteristics evaluated

were: plant height (at 183 and 321 days after transplanting), height of insertion of the first fruit, stem diameter (at 183 and 321 DAT), total number of fruits per plant, productivity, average weight, diameter and fruit length, external and internal firmness of the pulp, total soluble solids, diameter of the central cavity of the fruit. There are no xenia for mass of thousand seeds and fresh weight of seedling. The reciprocal effect is not manifest for germination and seedling emergence, and for other traits it doesn't manifest itself only for JS12 x Sekati. Differences between hybrids and their genitors occur due to the action of pollen in crosses, explained by early heterosis. The most sensitive vigor test to discriminate differences in performance of hybrids and their reciprocals are the speed of germination and seedling fresh weight. The size of the seeds influences in the seedling development. It is verified high magnitudes of the genotypic determination coefficient estimates, except for the dry weight of seedling. The reciprocal effect manifests itself only at crosses JS12 x Waimanalo and JS12 x Sekati to the insertion height of the first fruit and firmness internal pulp, respectively. To obtain the hybrid to the formation of commercial field, it is viable crossing of the parents in both directions.

**Keywords:** *Carica papaya* L., maternal effect, reciprocal effect, early heterosis, genetic parameters.

## 1. INTRODUÇÃO

O mamoeiro é uma importante cultura para a economia mundial e brasileira. Segundo a FAO (2011), a produção mundial de mamão representa 10% da produção de frutas tropicais, girando em torno de 8 milhões de toneladas, das quais 39% são produzidas na América Latina e Caribe. Os principais produtores mundiais são o Brasil, México, Nigéria, Índia e Indonésia, enquanto os maiores exportadores são o México e a Malásia. No entanto, o Brasil também tem contribuído com suas exportações. No período de janeiro a maio de 2009 o Brasil exportou cerca de US\$ 14 milhões em frutos de mamão in natura, sendo que cerca de 15% desse montante foram obtidos com a venda da fruta para o mercado americano (Agrocapixaba, 2011).

A propagação por sementes continua sendo a prática mais utilizada para a formação de plantios comerciais de mamoeiro no Brasil, embora exista a propagação por meio de processos vegetativos. Um grande impasse que alguns produtores de mudas de mamão ainda enfrentam nas suas produções é o alto custo das sementes importadas do grupo Formosa, dependência essa que está sendo reduzida devido ao lançamento do híbrido UENF/Caliman 01 e da variedade Rubi.

As plantas escolhidas para a produção de sementes de mamão devem ter boa sanidade, baixa altura de inserção das primeiras flores, precocidade e alta produtividade. A produção do mamoeiro inicia-se cerca de cinco meses após a polinização das flores no campo, seguindo uma produção comercial ao longo de

dois anos com declínio após este período. Com o decréscimo na produção e qualidade dos frutos recomenda-se a erradicação e formação de um novo pomar.

As áreas plantadas com mamoeiros são constantemente renovadas e em razão disso ocorre uma maior demanda da produção ou aquisição periódica de mudas. Para tanto é imprescindível tomar conhecimento da qualidade fisiológica das sementes, por estarem sujeitas a uma série de mudanças degenerativas de origem bioquímica, fisiológica e física após a sua maturação, as quais estão associadas com a redução do vigor (Abdul-Baki e Anderson, 1972).

Martins (2007) relata que para análises físicas de sementes de mamão podem ser utilizados frutos de polinização livre devido à ausência de xênia para atributos físicos das sementes de mamão, porém para avaliar o comportamento de híbridos de mamão, com base em atributos fisiológicos das sementes, é de extrema importância a realização da polinização controlada para tais determinações, bem como nos campos de produção de sementes híbridas de mamão.

Uma das formas de otimizar a prática da polinização controlada para o produtor de sementes está na execução do cruzamento recíproco por meio do qual um genótipo é usado ora como fêmea, ora como macho, se desse resultar sementes híbridas F1 e recíprocas com desempenhos semelhantes quanto à qualidade fisiológica de sementes. Em função de este desempenho ter grande dependência da natureza genética das sementes para a formação de mudas vigorosas, justificou-se a importância do presente estudo da qualidade fisiológica de sementes de mamão oriundas de cruzamentos recíprocos.

Cultivar híbrida é a progênie produzida pelo cruzamento entre dois genitores geneticamente diferentes. O desenvolvimento de híbridos leva à identificação de linhagens que, quando cruzadas entre si, expressam alto vigor por combinarem bem. A heterose geralmente é aumentada em função da distância genética entre os genitores. E o comportamento dos híbridos é função da heterose expressa no cruzamento entre os genitores selecionados (Borém, 2001).

No melhoramento do mamoeiro várias características agronômicas desejáveis da planta devem ser consideradas como o vigor, ausência de ramificação lateral; ausência ou ocorrência mínima de flores hermafroditas carpeloides (Carpeloidia) ou pentândricas (Pentandria); ausência ou ocorrência

mínima de flores hermafroditas estéreis (Esterilidade); frutificação precoce, vigorosa e que a planta apresente entrenós curtos; resistência a doenças e pragas; capacidade de produção igual ou superior às cultivares atualmente utilizadas, além de maior longevidade de cultivo. Não menos importante, as características agronômicas desejáveis do fruto estão relacionadas ao tamanho uniforme; peso médio de 350 a 600 g (referente ao grupo Solo); 800 a 1100 g (referente ao grupo Formosa); à casca lisa, sem manchas e de coloração amarelo-clara quando maduro; à polpa grossa com cavidade interna pequena e de coloração vermelho-alaranjada; aos sólidos solúveis acima de 14 °brix; à maior longevidade pós-colheita.

Para formação da lavoura comercial de mamão, os produtores podem ser favorecidos pelo cruzamento recíproco, quando é viável a realização nos dois sentidos de cruzamento. Essa viabilidade é confirmada se a maioria das características morfoagrônomicas e de qualidade dos frutos dos híbridos oriundos de cruzamentos recíprocos for semelhante entre o F1 e seu recíproco.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade fisiológica das sementes de três combinações híbridas e seus recíprocos, além dos genótipos genitores autofecundados; estimar parâmetros genéticos associados à qualidade fisiológica de sementes, bem como possíveis efeitos recíprocos entre os híbridos estudados; avaliar o desempenho agrônômico dos respectivos híbridos e seus recíprocos, em nível de lavoura e avaliar a viabilidade agrônômica do melhor sentido de cruzamento.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. O Mamoeiro

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma fruteira intensamente cultivada no mundo, em uma faixa que se estende a 32° de latitude Norte e Sul. É uma planta que requer clima quente, como o do Brasil, e tem uma característica muito importante que é das poucas plantas frutíferas que produzem rapidamente e o ano todo (Medeiros e Oliveira, 2007).

No Brasil, o cultivo do mamoeiro destina-se basicamente para a produção de frutos visando seu consumo como fruta fresca, tanto no mercado nacional como no internacional. O cultivo do mamoeiro, além de sua grande importância econômica, deve ser ressaltado no aspecto social, como gerador de emprego e renda, absorvendo mão de obra durante o ano todo, pela constante necessidade de manejo, tratamentos culturais, colheita e comercialização efetuadas de maneira contínua nas lavouras, além dos plantios serem renovados, em média, a cada três anos (Benassi, 2007).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de mamão, com uma produção anual de 1.871.295 toneladas em 2010. A área colhida somou 34.357 hectares, e o rendimento médio foi de 54.470 kg/ha colhido (IBGE, 2011). Segundo dados da FAO, referentes a 2010, o Brasil responde por aproximadamente 16,7% da produção mundial. Entre os estados produtores, a liderança é da Bahia com 48,6% da produção nacional. No segundo posto, encontra-se o Espírito Santo com 32,8% do total nacional. Apenas estes dois

estados concentraram 81,4% da produção nacional de mamão, em 2010. Vale destacar que o rendimento médio da cultura no Espírito Santo é o mais elevado (86.040 kg/ha colhido), ao passo que na Bahia o rendimento foi de 60.550 kg/ha. No ano agrícola de 2010, também se destacaram, na produção da fruta os estados do Ceará, do Rio Grande do Norte e de Minas Gerais, sendo a terceira posição no *ranking* nacional ocupada pelo estado do Ceará. Além do seu destaque na produção mundial de mamão, o Brasil situa-se também entre os principais exportadores, principalmente para o mercado europeu. Nos últimos três anos, com a instalação de várias empresas produtoras vindas dos estados do Espírito Santo e da Bahia, fez com que o estado do Rio Grande do Norte se tornasse um grande exportador de mamão, tanto do grupo Solo (papaia) como do grupo Formosa (Medeiros e Oliveira, 2007).

O estado do Rio de Janeiro, embora praticamente não produza mamão, apesar de ter quase todas as condições favoráveis para o cultivo do mamoeiro, é um grande consumidor dessa fruta. Dar condições para que o produtor fluminense abasteça o segundo maior centro consumidor do país é uma importante meta buscada por instituições como a UENF e a PESAGRO-RIO (Ide, 2008)

Os tipos de cultivares do mamoeiro são as linhas puras, constituídas por um grupo de indivíduos em homozigose e apresentam a mesma constituição genética, isto é, homozigóticas e homogêneas e os híbridos simples que são resultantes do cruzamento entre indivíduos geneticamente distintos, visando à utilização prática da heterose, isto é, são heterozigóticos e homogêneos (Borém, 2001). Sendo que um dos objetivos do Programa de Melhoramento genético do mamoeiro é o desenvolvimento de linhagens e/ou híbridos com características comerciais favoráveis.

As cultivares de mamoeiros exploradas no Brasil são classificadas em dois grupos, conforme o tipo de fruto: Solo e Formosa. As cultivares do grupo Solo são geneticamente mais uniformes, consistindo de linhagens puras fixadas por sucessivas gerações de autofecundação, apresentando peso médio de seus frutos entre 425 a 625 g. Dentre essas cultivares pode-se destacar: Sunrise Solo e Improved Sunrise Solo cv. 72/12, Sunrise Golden, Kapoho Solo, Waimanalo, Higgins e Baixinho de Santa Amália (Costa e Pacova, 2003). As cultivares 'Sunrise Solo' e 'Sunrise Solo 72/12' possuem características semelhantes, tendo essa última, vantagens adicionais como maior resistência ao transporte e ao

armazenamento, por apresentar polpa mais consistente (Marin et al., 1995). A cultivar Golden, mutação da 'Improved Sunrise Solo Line 72/12' (Costa e Pacova, 2003), embora com produtividade inferior às demais do grupo, é tolerante à mancha fisiológica do mamoeiro, o que a torna, atualmente, a cultivar de maior aceitação no mercado internacional (Costa, 2008) e, portanto, seu cultivo é o mais difundido em diversas áreas produtoras. Linhares-ES e Sooretama-ES são os maiores produtores de mamão do grupo 'Solo' (principalmente 'Golden' e 'Golden THB' para exportação e 'Sunrise Solo' para mercado nacional). Já os municípios de Pinheiros-ES, Prado-BA e Porto Seguro-BA são os maiores produtores de mamão do grupo 'Formosa' (principalmente o híbrido importado 'Tainung 01').

O interesse por sementes híbridas produzidas internamente no Brasil tem aumentado, principalmente para o grupo Formosa, para reduzir a dependência dos produtores por sementes importadas. A formação de híbridos é um método de melhoramento que procura tirar grandes proveitos dos efeitos da heterose. Marin et al. (2006) utilizaram a capacidade combinatória para predizer o valor genético de híbridos, no qual foram produzidos nove híbridos, e destes, até o momento, um foi lançado comercialmente, o UENF/Caliman 01 (Calimosa), que é o primeiro híbrido de mamão produzido no Brasil. Apresenta, entre outras qualidades, alta produtividade e frutos com excelente qualidade de mesa, diferenciando-se das demais, inclusive do híbrido Formosa, mais cultivado no país, o Tainung 01 (Costa e Pacova, 2003).

O híbrido Tainung 01 é resultante do cruzamento da linhagem Sunrise Solo com uma linhagem de mamão da Costa Rica de polpa vermelha (Tainung 01) ou do cruzamento de Sunrise Solo com uma seleção de polpa vermelha da Tailândia (Tainung 02) e o peso dos seus frutos varia de 900 a 1.100 g (Costa e Pacova, 2003). O híbrido nacional do grupo Formosa UENF/Caliman 01 foi registrado em 2002, entre nove híbridos de mamão, junto ao Ministério da Agricultura (Pereira et al., 2003). Este por sua vez é resultante do cruzamento das variedades 'JS12' do grupo Formosa e 'Improved Sunrise Solo 72/12' do grupo Solo.

### 2.1.1. Aspectos botânicos e morfológicos

A família *Caricaceae* tem como principal centro de origem o continente americano, com maior distribuição na América do Sul, onde são encontradas espécies dos gêneros *Vasconcellea*, *Carica* e *Jacaratia* (Costa, 2008). Contudo, o centro de origem do mamoeiro já foi muito discutido por alguns autores e ainda não foi precisamente determinado. Algumas afirmações sobre prováveis centros de origem foram contestadas após análises de distribuição e dispersão da espécie *Carica papaya*, por meio das quais não se encontravam outras espécies do gênero nas regiões indicadas como centro de origem. Portanto, de acordo com Badillo (1971), o centro de origem dessa espécie é o noroeste da América do Sul, pois nesta região, outras espécies relacionadas apresentam certa similaridade com *C. papaya*. Concordando com este autor, Medina et al. (1980) consideram a região noroeste da América do Sul, vertente oriental dos Andes, mais precisamente na Bacia Amazônica Superior, onde ocorre a máxima diversidade genética de *C. papaya* e de outras espécies do gênero, atualmente, classificado por Badillo (2000), como gênero *Vasconcellea*.

Segundo Badillo (2000), a família *Caricaceae* pertence à classe Dicotyledoneae, subclasse Archichlamydeae, ordem Violales, subordem Caricinae. E essa família compreende seis gêneros: *Carica* (1 espécie), *Vasconcellea* (21 espécies), *Cylicomorpha* (2 espécies), *Horovitzia* (1 espécie), *Jacaratia* (7 espécies), e *Jarilla* (3 espécies), sendo *Carica papaya* a espécie de grande interesse comercial, com produção de frutos comestíveis. Entretanto, é oportuno fazer uma ressalva em relação à classe Dicotyledoneae, que de acordo com o novo sistema de classificação essa classe foi renomeada para Magnoliopsida (Eudicotyledonae).

O mamoeiro é uma planta de coloração sempre verde, arbustiva ou arbórea, de haste única, ereta e flexível, classificada como perene, mas de curta duração (Couto e Nacif, 1999). É constituída por um sistema radicular pivotante com a raiz principal bastante desenvolvida, porém as raízes são pouco abundantes. As folhas são alternadas, grandes, formando-se continuamente em torno da região apical e, na medida em que novas folhas surgem, as mais velhas vão secando, cedendo lugar para a formação das inflorescências e desenvolvimento dos frutos (Simão, 1971; Joly, 1993; Benassi, 2004).

As flores do mamoeiro têm sido classificadas de diferentes modos, por diversos autores, devido à grande quantidade de formas florais conhecidas (Couto e Nacif, 1999), porém, são três tipos de flores que dão origem a plantas do sexo masculino, feminino e hermafrodita, também denominadas flores estaminadas ou masculinas; flores pistiladas ou femininas e flores hermafroditas (Marin e Gomes, 1986). O ovário é pentacarpelar e unilocular, súpero com muitos óvulos de placentação parietal (Joly, 1993).

O mamão é uma baga carnosa, com formato ovoide, esférico-periforme (Benassi, 2004), de pedúnculo curto, presa na parte superior do tronco, na axila das folhas. O tamanho é variável; há mamões muito pequenos, enquanto os maiores chegam a pesar 10 quilos. A casca é lisa, fina e resistente, de coloração verde-escura, quando jovem, e amarelada ou alaranjada, quando o fruto amadurece. A polpa é amarela ou avermelhada, succulenta, perfumada, de sabor quase sempre adocicado, com sementes na superfície interna (Gomes, 1973).

A semente provém de óvulo anátropo, bitegumentado, crassinucelado. Quando madura, é albuminosa, tendendo a esférica, de aspecto rugoso e coloração preta. Mede de cinco a seis milímetros de comprimento e de quatro a cinco milímetros de diâmetro (Couto e Nacif, 1999). Apresenta sarcotesta gelatinosa, com características higroscópicas. A sarcotesta é multiplicativa, constituindo em células parenquimáticas grandes, que contêm leucoplastos, grão de amido, gotículas de óleo e grupos dispersos de braquiesclereides. O tégmen consiste em longas fibras, acima de uma fileira de células escleróticas. O embrião está localizado no centro, com cotilédones largos e planos, com diferenciação do eixo hipocótilo-radícula (Córner, 1976 citado por Couto e Nacif, 1999).

Santos et al. (2009) caracterizaram as sementes dos genótipos *Formosa roxo 45* e *Sunrise Solo 783* de mamão, as quais apresentaram um formato elipsoide, com protuberâncias e coloração externa marrom-escura. A exotesta, representada pela sarcotesta, consiste da proteção mucilaginosa que reveste a semente; a mesotesta consiste das protuberâncias. Na sequência encontra-se a endotesta caracterizada por uma camada de coloração marrom-clara; abaixo da endotesta observa-se o tégmen caracterizado por uma camada de tonalidade bege. O tegumento das sementes dos dois genótipos de mamão, que reveste o endosperma, é composto por testa (exotesta, mesotesta e endotesta) e tégmen. O eixo embrionário e os cotilédones possuem coloração branca leitosa,

consistência firme e encontram-se bem aderidos ao endosperma de mesma coloração. Em geral, as sementes de ambos os genótipos apresentam apenas um embrião com dois cotilédones, podendo ser encontradas também sementes com três cotilédones.

Após o terceiro mês do plantio, inicia a emissão de flores, o que torna possível a identificação do sexo de plantas de mamoeiro (Costa e Costa, 2007). Então, para garantir alta porcentagem de plantas hermafroditas em cultivos comerciais, planta-se de duas a três vezes mais mudas, elevando-se o custo de produção. De acordo com Schmildt (2003), a clonagem em mamoeiro é possível pelo uso de estaquia, mas descreve que o rendimento é baixo, porque nem todos os genótipos produzem quantidades significativas de brotações.

A formação de sementes ocorre com a fertilização da oosfera, e esse evento pode ocorrer durante todo o ciclo do mamoeiro. A partir do 9º mês pós-plantio inicia-se o processo de colheita (Costa e Costa, 2007).

### **2.1.2. Biologia floral do mamoeiro**

Os tipos de flores que ocorrem nos mamoeiros, segundo Marin e Gomes (1986), Couto e Nacif (1999), são resumidos a seguir:

#### *a) Flor estaminada ou masculina*

Caracterizada pela ausência de estigma e por apresentar flores distribuídas em pedúnculos longos, originados nas axilas das folhas localizadas na parte superior do mamoeiro, sendo que grande quantidade de flores está localizada bem distante da junção do pecíolo com o caule.

As flores apresentam o tubo da corola estreito e muito longo, terminando em cinco pétalas livres, em cujo interior localizam-se os órgãos masculino e feminino. O masculino é constituído de dez estames funcionais, soldados às pétalas e dispostos em duas séries de verticilos, sendo cinco superiores e cinco inferiores. O feminino é muito rudimentar e, geralmente, estéril impedindo essas plantas de produzirem frutos. Os mamoeiros-machos produzem somente flores estaminadas durante todo ano, porém estas podem ser hermafroditas férteis em determinadas épocas do ano, e, quando se desenvolvem em frutos, dão origem aos chamados mamões de corda, mamões-machos ou mamões de cabo.

#### *b) Flor pistilada ou feminina*

São flores isoladas ou em números de duas a três, formadas em pedúnculos curtos, inseridos nas axilas das folhas.

São flores maiores do que as masculinas, possuindo pétalas totalmente livres até a parte inferior da corola. Internamente, só apresentam o órgão feminino, que é composto de um ovário grande, arredondado, afunilando-se para o ápice, onde se inserem cinco estigmas em forma de leque. Não apresentam estames ou quando presentes são rudimentares. Por essa razão, necessitam de pólen de flores masculinas ou hermafroditas para fecundação e formação de frutos. Embora produtivas, as plantas femininas produzem frutos de formato arredondado ou ligeiramente ovalado, cuja cavidade interna é maior que a espessura da polpa, característica que lhes confere menor valor comercial, em relação às plantas hermafroditas.

*c) Flor hermafrodita*

Ocorre, normalmente, em pedúnculos curtos, nas axilas foliares de mamoeiros hermafroditas. São flores menores que as do tipo feminino e apresentam as pétalas soldadas na base ou até quase a metade do seu comprimento.

O órgão feminino é constituído de um ovário, geralmente alongado, podendo-se encontrar variações de piriforme a cilíndrico, com cinco estigmas em forma de leque, no ápice. O órgão masculino é distinguido pela presença de dez estames funcionais, com anteras de cor amarela. Por essa razão, não necessitam de pólen de outras flores, uma vez que são capazes de se autofecundar. Após a fecundação, produzem frutos com formato alongado, periforme-alongado ou oblongo-alargado.

Segundo Couto e Nacif (1999), a flor hermafrodita do mamoeiro sofre variações dependendo das condições ambientais, principalmente. Assim sendo, podem ser encontradas nas populações de plantas hermafroditas flores do tipo pentândrica, carpeloide e estéril de verão. O primeiro tipo forma frutos arredondados, com cinco sulcos longitudinais bem profundos. O segundo origina frutos malformados, que recebem a denominação de cara-de-gato, frutos carpeloides ou carpeloidia. O último tipo de flor predomina em algumas plantas hermafroditas durante os meses quentes do ano, e é indesejável por não produzir frutos.

Em todos os tipos de flores hermafroditas, porém, a cavidade interna dos frutos é bem menor do que a dos produzidos por plantas femininas, portanto, com maior valor comercial por terem a polpa mais espessa.

### 2.1.3. Herança do sexo

O *Carica papaya* apresenta três sexos: masculino, feminino e hermafrodita (Storey, 1953). Atualmente, busca-se o avanço nas pesquisas para o desenvolvimento de metodologias práticas que contribuam com a identificação do sexo desta planta em fases juvenis, para que se possa evitar o desperdício de recursos empregados nas práticas de plantio ainda utilizadas nas lavouras comerciais. Na implantação da lavoura, é desejável que as plantas sejam hermafroditas em razão do valor comercial de seus frutos, no entanto, nessas práticas de plantio, o sexo do mamoeiro só pode ser identificado após atingir a maturidade reprodutiva (de 4 a 6 meses), fase de floração na qual é realizada a sexagem com a eliminação das plantas femininas. Várias hipóteses têm sido propostas por pesquisadores, visando elucidar o sistema de determinação sexual em *C. papaya* citados por Araújo (2008).

Storey (1938) e Hofmeyr (1941) concluíram que o sexo em plantas de mamoeiro é determinado por um gene com três formas alélicas, para as quais Hofmeyr (1941) designou os símbolos  $m$ ,  $M_1$  e  $M_2$ . Storey (1953) estabeleceu que as combinações dominantes,  $M_1M_1$ ,  $M_2M_2$ , e  $M_1M_2$ , são letais zigóticas. Portanto, plantas masculinas e hermafroditas são heterozigóticas e seus frutos contêm 25% de sementes não viáveis. Storey (1941) estabeleceu que os indivíduos portadores dos genótipos  $mm$ ,  $M_1m$ , e  $M_2m$ , são denominados ginoicos, androicos, e andromonoicos ou hermafroditas, respectivamente.

De acordo com Ming et al. (2007), o sexo em mamão é controlado por um par de cromossomos sexuais recentemente evoluídos, havendo dois cromossomos Y na espécie. Nas plantas masculinas, o cromossomo sexual masculino-específico seria designado como Y, e como  $Y^h$  nas plantas hermafroditas. Segundo esses pesquisadores, pelo menos dois genes diferenciam esses dois cromossomos: um gene controlaria o pedúnculo longo e o outro gene masculinizante controlaria o aborto do carpelo em flores masculinas. Como o aborto de embriões de genótipos  $Y^hY^h$  ocorre alguns dias após a polinização, um gene regulatório essencial ao desenvolvimento do embrião teria

participado e degenerado em ambos os cromossomos Y e Y<sup>h</sup>. Segundo esses pesquisadores, os tipos sexuais com seus respectivos genótipos seriam:

Sexo	Genótipo*
Feminino	XX
Masculino	XY
Hermafrodita	X Y <sup>h</sup>

\*A combinação Y<sup>h</sup>Y<sup>h</sup> seria letal.

A hipótese mais plausível, com base nos resultados moleculares disponíveis, é a proposta por Storey em 1953, relacionada a um grupo de genes ligados, localizados em uma pequena região, onde o gene controlando o pedúnculo longo, Mp, estaria no cromossomo Y; o fator letal zigótico, l, seria um gene regulatório nos cromossomos Y e Y<sup>h</sup>, que seria crítico para o desenvolvimento do embrião, mas que teria se degenerado, tornando-se não funcional e, portanto, letal (Ming et al., 2007).

#### 2.1.4. Tipos de cruzamentos

Pela ação do vento (polinização anemófila), dos insetos (polinização entomófila) ou do próprio homem, podem ocorrer os seguintes casos de cruzamentos, entre os três tipos de flores (Marin e Gomes, 1986):

a) flor masculina x flor feminina - as sementes produzidas nesse cruzamento originam 50% de plantas masculinas e 50% de plantas femininas. A manutenção desse elevado percentual de plantas masculinas, em uma lavoura comercial acarretará em prejuízo ao produtor, que será tanto maior quanto maior for a área cultivada e o tempo em que esses mamoeiros permanecerem competindo com os demais em água, luz e nutrientes.

b) flor hermafrodita x flor feminina - 50% de plantas hermafroditas e 50% de plantas femininas. Este tipo de cruzamento também não é desejável em plantios comerciais, devido à excessiva população de plantas femininas. Essas, embora produtivas, produzem frutos de formato arredondado a ovalado, cuja cavidade interna é grande em relação à espessura da polpa, característica que geralmente lhes confere menor valor comercial.

c) flor masculina x flor hermafrodita - 33% de plantas masculinas, 33% de plantas hermafroditas e 33% de plantas femininas. Este cruzamento é indesejável em condições de cultivos comerciais, porque origina plantas masculinas improdutivas e plantas femininas com frutos de baixo valor comercial.

d) flor hermafrodita x flor hermafrodita - 66% de plantas hermafroditas e 33% de plantas femininas. A grande vantagem desse tipo de cruzamento é essa maior proporção de mamoeiros hermafroditas que, além de produtivos, produzem frutos de formato alongado, cuja cavidade interna é bem menor do que a dos frutos de mamoeiros femininos, o que lhes confere maior valor comercial.

As combinações entre os alelos dominantes  $M_1M_1$ ,  $M_2M_2$  e  $M_1M_2$ , de acordo com Storey (1941), são letais no zigoto, não ocorrendo na natureza. A única forma homocigota viável é mm.

### 2.1.5. Tipos de populações de mamoeiro

Em função de suas formas florais o mamoeiro é distinguido em três tipos: feminino, hermafrodita e masculino. E quanto às populações, de acordo com Marin e Gomes (1986) a espécie *Carica papaya* L. pode apresentar dois tipos distintos: a) *População dióica* – É inexistente em plantios comerciais, por serem mamoeiros originários dos cruzamentos de plantas do sexo masculino com plantas do sexo feminino. As sementes coletadas dos frutos desses mamoeiros deverão produzir plantas dos dois sexos em igual proporção, caso o pólen da flor masculina fecunde a feminina. Nesse tipo estão os mamoeiros conhecidos como comum, de-derrubada, mamão-de-quintal, mamão-de-passarinho; b) *População ginoico-andromonoica* - Produzem plantas com flores femininas e plantas com flores hermafroditas, na proporção de duas hermafroditas para uma feminina, originárias dos cruzamentos entre plantas hermafroditas, que são capazes de se autofecundar. Contudo, não muito raramente em condições de campo, um mamoeiro hermafrodita pode não se autofecundar, podendo receber pólen de outro hermafrodita ou mesmo masculino (dióico), que estiver nas proximidades. As sementes obtidas do cruzamento de mamoeiros hermafroditas deverão originar plantas hermafroditas e femininas em proporções já citadas. Nesse tipo são encontradas as cultivares do grupo Solo ou Mamão Havaiano, Tainung ou Mamão Formosa, Tailândia entre outras, normalmente de maior valor comercial e de importância relevante para o mercado interno e externo.

Oliveira et al. (1994) descrevem um terceiro tipo de população conhecida como *andromonoica-trióica*. Nesse tipo de população de mamoeiro ocorrem plantas com flores femininas, plantas com flores hermafroditas e plantas com flores masculinas.

## **2.2. A Semente**

As sementes constituem o centro das alterações genéticas naturais ou das planejadas pelos melhoristas. Assim, as características reunidas pelos melhoristas concentram-se nas sementes, que cumprem papel significativo tanto na obtenção como na difusão das características incorporadas às novas cultivares. Portanto, as sementes representam o mecanismo mais rápido e eficiente de difusão de novas cultivares (Marcos Filho, 2005).

### **2.2.1. Qualidade e viabilidade das sementes de mamão**

Tecnicamente o termo “qualidade” refere-se às características relativas às propriedades genéticas, físicas, fisiológicas e sanitárias das sementes e dos lotes (Carvalho e Nakagawa, 2000). As sementes viáveis, da maioria das espécies, quando submetidas às condições ideais durante o teste de germinação, germinam prontamente (Lopes et al., 1998). As plantas da espécie *Carica papaya* L. geralmente apresentam produção contínua, proporcionando a colheita dos frutos com diferentes estádios de maturação. Isso, conseqüentemente, exerce influência na qualidade fisiológica das sementes, pois, aquelas imaturas apresentam baixo vigor e baixo poder germinativo. Mesmo sendo capaz de germinar antes de alcançar a maturação, o vigor máximo da semente é atingido com o máximo de peso da massa seca, este ponto corresponde à maturação fisiológica da semente (Popinigis, 1985; Carvalho e Nakagawa, 2000).

Assim, a qualidade de um lote de sementes é o resultado da interação de características fisiológicas das sementes e é caracterizada pela sua germinação, vigor e longevidade. A superioridade de uma semente classificada como de alto padrão é evidenciada por meio de uma germinação rápida, com produção de plântulas normais e vigorosas, contribuindo para a formação de uma população de plantas uniformes e produtivas (Cardoso, 2008).

O repouso pós-colheita dos frutos de mamão pode propiciar quebra de dormência das sementes, além de reduzir os riscos no campo (Martins, 2007),

visto que os frutos ficam sujeitos às variações das condições climáticas e, portanto, em alguns casos pode-se notar perdas consideráveis na produção de sementes devido à ocorrência de injúrias nos frutos. Segundo Aroucha et al. (2005), sementes de mamão da cultivar Golden, após o armazenamento dos frutos por 10 dias, não apresentaram dormência. E Aroucha (2004) verificou que o repouso dos frutos de mamão durante 12 dias a 25 °C propiciou aumento significativo na germinação e vigor das sementes.

A dormência e a germinação são características adaptativas complexas, influenciadas tanto por genes como por fatores ambientais, sendo determinadas pela ação do potencial de crescimento do embrião e das restrições impostas pelos envoltórios que circundam o mesmo (Koorneef et al., 2002 citado por Perez, 2004). A semente de *Carica papaya* é bitementada, com uma espessa película, clara e gelatinosa (sarcotesta), envolvendo o restante da testa esponjosa e higroscópica. A endotesta é escura, com arestas; somente a endotesta permanece na semente seca. O tégmen mostra o exotégmen esclerificado, mesotégmen de células alongadas tangencialmente e endotégmen com compostos fenólicos (Souza e Paoli, 2009).

A sarcotesta prejudica a germinação das sementes de mamão, possivelmente em razão da presença de inibidores de germinação. A presença de inibidores e o efeito dos mesmos são variáveis com o genótipo do mamoeiro (Cardoso et al., 2007). Tokuhisa et al. (2007) avaliaram a presença de compostos fenólicos em sementes de mamão e observaram que a presença da sarcotesta nas sementes de mamão diminui a velocidade e a porcentagem de germinação. Segundo esses autores as sementes dormentes de mamão contêm compostos fenólicos, com maior concentração na esclerotesta, seguida da sarcotesta, sendo praticamente nula a presença destes compostos no embrião e no endosperma. E que a época de colheita dos frutos afeta a concentração de compostos fenólicos na sarcotesta e esclerotesta das sementes de mamão.

Muitas barreiras são impostas pelos envoltórios das sementes ao embrião e, para que este os penetre, é necessário haver certa pressão de crescimento. O desenvolvimento do embrião está relacionado, entre outros fatores, com a diminuição de concentração de inibidores na semente e/ou com o aumento da concentração nos tecidos de agentes promotores da germinação, como o

hormônio natural ácido giberélico, ou até mesmo o nitrato de potássio e a tiourea (Perez, 2004) que são produtos sintéticos aplicados nas sementes.

O verdadeiro período de longevidade de sementes de uma espécie qualquer é praticamente impossível de se determinar; só seria possível se pudesse colocar essas sementes em condições ideais de armazenamento. Sob determinada condição ambiental, sementes de diferentes espécies vivem por períodos de tempo diferentes. Esse período de longevidade é extremamente variável, indo desde alguns poucos dias até mais de séculos (Marcos Filho, 2005). Quanto ao teor de água na semente para condições de armazenamento, as sementes são classificadas em recalcitrantes e ortodoxas. As sementes recalcitrantes não podem ser secas abaixo de determinado teor de água sem que ocorram danos fisiológicos. As sementes ortodoxas podem ser secas até baixos teores de água (5 a 7%) e armazenadas em ambientes com baixas temperaturas. Após a colheita podem sofrer secagem artificial e ser armazenadas por longos períodos, preferencialmente a baixas temperaturas; são resistentes às adversidades no período de latência e, em condições adequadas, germinam (Villela e Peres, 2004). De acordo com Berbert et al. (2008), o comportamento da semente de mamão se aproxima mais daquele observado em sementes ortodoxas, que têm sua viabilidade estendida pela redução simultânea do teor de água e temperatura, durante o armazenamento.

As condições de armazenamento são de fundamental importância para a preservação da qualidade das sementes. A condição fisiológica no momento da colheita exerce grande importância na propagação e manutenção da sua qualidade, pois a diferença de longevidade entre diferentes espécies são influenciadas pelas variações na composição química (Mayer e Poljakoff-Mayber, 1989; Bewley e Black, 1994; Carvalho e Nakagawa, 2000). Os fatores que influenciam no armazenamento das sementes da maioria das espécies são a umidade relativa do ar e a temperatura do ambiente de armazenamento, bem como o grau de umidade da semente e o tipo de embalagem utilizada para o armazenamento (Delouche, 1975; Lopes, 1990).

Balbinot et al. (2006) trabalhando com sementes de mamão da cultivar Golden observaram menor desempenho germinativo das sementes que foram armazenadas por três meses, os autores atribuíram esse resultado a uma provável indução de dormência das sementes. Por outro lado, de acordo com

Aroucha et al. (2007) o armazenamento dos frutos de mamão por 10 dias e de sementes por 120 dias propiciou elevada taxa de germinação e vigor de sementes.

Martins et al. (2005) trabalhando com estratificação de sementes de mamão do grupo formosa na mesa de gravidade verificaram que as sementes correspondentes às classes pesada e intermediária apresentam alta germinação e alto vigor, podendo ser utilizadas para composição de lotes comerciáveis de sementes de mamão.

### **2.2.2. Fatores que afetam a qualidade da semente**

A qualidade fisiológica da semente pode ser afetada por diversos fatores, destacando-se:

#### *a) Fatores genéticos*

A constituição genética da semente pode influenciar suas características de qualidade fisiológica. Diferentes variedades de uma espécie podem apresentar maior ou menor vigor e longevidade. Além de ser a base do vigor fisiológico, a constituição genética causa o vigor genético (vigor híbrido) observável na heterose (Popinigis, 1985).

O vigor híbrido ocorre ao se realizar cruzamentos programados entre linhagens geneticamente diferentes, que são fundamentais nos programas de produção de sementes híbridas.

Culturas produzidas a partir de sementes híbridas oferecem benefícios significativos em termos de aumento de rendimento, desempenho agrônômico e consistência da utilização final de qualidade. Isto é devido ao “vigor híbrido” derivado em uma única safra pela combinação de duas linhas parentais cuidadosamente selecionadas. Os filhos dos híbridos  $F_1$  são chamados de  $F_2$ , e esses perderão o vigor híbrido, produzindo uma população segregante e abrangendo toda a variação genética dos parentais originais e sem as combinações de gene dominante, que foram a base do desempenho do híbrido original. A variação da população  $F_2$  é tão grande que, para estudos de marcadores moleculares, em que há necessidade de mapearem-se genes, os estudos passam necessariamente por populações  $F_2$  para caracterizar melhor um determinado atributo (Peske et al., 2011).

#### *b) Adversidades durante o desenvolvimento das sementes*

Durante o período que vai da fertilização da oosfera, até o ponto de maturação fisiológica, as adversidades sofridas pela semente podem predispor a uma deterioração mais rápida (Popinigis, 1985). Isso está relacionado com fatores que influenciam o desenvolvimento da planta mãe (solo, temperatura, luz, aplicação de produtos). A primeira parte da "fábrica" de sementes está a céu aberto, ou seja, é no campo que as sementes são produzidas, portanto, estão sujeitas às variações das condições climáticas, que muitas vezes podem ocasionar perdas consideráveis devido à chuva e às secas.

Ruggiero (1980) recomenda que na ausência de sementes de mamão selecionadas, os fruticultores devem selecionar nas suas lavouras as melhores plantas como fonte de sementes para novos pomares.

As plantas fornecedoras de sementes devem ser provenientes de flores autofecundadas (para mamoeiros hermafroditas) ou de polinização cruzada controlada (para mamoeiros fecundados por hermafroditas), ou ainda de mamoeiros hermafroditas de polinização aberta, em plantações distantes das de outras variedades, plantas com bom estado sanitário, baixa altura de inserção das primeiras flores, precocidade, vigorosas e de alta produtividade, entre outras características (Medina, 1989), como frutos com as características desejadas da variedade; resistência a pragas, doenças e anormalidades fisiológicas.

Segundo Oliveira et al. (2004), o mamoeiro se desenvolve bem em solos com baixo teor de argila, bem drenados e ricos em matéria orgânica. Considera-se adequado para o seu cultivo solos com textura arenoargilosa, cujo pH varie de 5,5 a 6,7. É uma planta que absorve quantidades relativamente altas de nutrientes e apresenta exigências contínuas durante o primeiro ano, atingindo o máximo aos doze meses de idade. A sua característica de colheitas intermitentes, a partir do início de produção demonstra que a planta necessita de suprimentos de água e nutrientes em intervalos frequentes, de modo a permitir o fluxo contínuo de produção de flores e frutos.

A ocorrência de veranicos associados às altas temperaturas podem afetar a formação e produção de sementes. Um fato que foi observado no ano de 2010 na produção de mamão da empresa Caliman, tanto em Linhares-ES como também em Natal-RN, foi a baixa produção de sementes, em que a maioria não chegou a completar a maturidade. Isso pode ter sido consequência de adversidades climáticas da época: altas temperaturas e baixa pluviosidade.

*c) Adversidades no campo, após a maturação fisiológica e antes da colheita*

A deterioração é mínima no ponto de maturidade fisiológica da semente. Consequentemente, as condições adversas que ocorrem entre aquele ponto e a colheita podem causar e/ou predispor a semente a uma deterioração acelerada. Esta, por sua vez, pode ocorrer antes da colheita devido a temperaturas extremas, injúrias por insetos, ataque por microrganismos, e variações no teor de umidade; sendo denominada deterioração de campo (Popinigis, 1985).

O repouso dos frutos de mamão propicia a superação da dormência das sementes, pois aquelas recém-colhidas podem apresentar baixo poder germinativo. Entretanto, Cardoso (2008) ao estudar a diversidade genética e estimar os parâmetros genéticos de caracteres relacionados à qualidade fisiológica de sementes de 30 genótipos dos dois grupos de mamão, identificou a variedade Americano nº22 (BAG nº27) do grupo Formosa como sendo portador de uma característica peculiar: determinado número de sementes germina no interior da cavidade ovariana, encontrando-se na mesma, plântulas bem desenvolvidas, fato este observado quando os frutos desse genótipo foram abertos para a extração das sementes. Por meio desta particularidade, Cardoso (2008) sugeriu que a sarcotesta desse genótipo contém uma concentração menor de compostos fenólicos que podem inibir a germinação.

*d) Grau de maturidade*

O conhecimento da época em que ocorre a maturidade fisiológica das sementes é importante, uma vez que nem sempre a completa maturação do fruto é necessária para a sua ocorrência (Alvarenga et al., 1991). A maturidade fisiológica refere-se ao estágio em que a semente é desligada fisiologicamente da planta mãe, com seu maior potencial de qualidade, indicado, em geral, pelo maior peso de massa seca, germinação e vigor (Delouche, 1976; Popinigis, 1985; Miranda et al., 1999; Carvalho e Nakagawa, 2000). Nesse ponto, o teor de água das sementes é variável conforme a espécie.

A partir da maturidade fisiológica, a qualidade tende a decrescer, principalmente quando as sementes permanecem armazenadas na planta, sujeitas às variações de temperatura e umidade relativa (Pola, 1979; Silva Filho, 1997). Portanto, a colheita deverá ser realizada o mais próximo à maturidade fisiológica das sementes, com posterior secagem, visando à redução da atividade

respiratória e à desaceleração do processo da deterioração (Popinigis, 1985; Ahrens e Peske, 1994).

Para sementes de mamão, além do conhecimento da época de maturidade fisiológica, o repouso pós-colheita do fruto tem sido apontado como um procedimento eficaz para melhorar a qualidade das sementes. Há evidências de que em tal período as sementes imaturas completam o seu desenvolvimento, atingindo índices máximos de germinação e vigor. Trabalhos vêm mostrando que o repouso dos frutos, à temperatura de 25 °C por dez dias tem proporcionado melhorias da qualidade fisiológica, sendo constatadas pelo aumento significativo do percentual germinativo e do vigor das sementes de mamão (Aroucha, 2004; Martins et al., 2006). Segundo Viggiano (1999), sementes de mamão recém-colhidas podem apresentar dormência. Assim, o repouso dos frutos propicia a superação da dormência das sementes e reduz riscos no campo, uma vez que os frutos não ficam expostos a doenças e pragas.

*e) Tamanho e densidade da semente*

Para uniformizar a emergência das plântulas, a classificação das sementes por densidade é utilizada como uma ferramenta para padronizar os lotes de sementes. O tamanho da semente tem efeito pronunciado sobre o crescimento inicial das plântulas. Sendo assim, a classificação das sementes por densidade pode ser adotada para uniformizar a emergência. Em uma mesma espécie, sementes de maior tamanho ou aquelas que apresentam maior densidade são aquelas que possuem, normalmente, embriões bem formados e com maiores quantidades de reservas, sendo potencialmente as mais vigorosas, resultando em plântulas mais desenvolvidas (Carvalho e Nakagawa, 2000).

Estudando a relação entre o peso das sementes e a germinação em uma cultivar de mamão do grupo Solo, Nagao e Furutani (1986) citados por Martins et al. (2005) observaram que, aproximadamente, 77% das sementes tinham peso maior que 12 mg, sendo que 60,5%, pesavam mais que 16 mg. Os 23% restantes pesavam menos de 12 mg e não apresentavam, visivelmente, nenhuma diferença em relação às sementes mais pesadas. Entretanto, cortes nas sementes revelaram que todas as sementes que pesavam menos de 8 mg não possuíam o embrião normal. Esse fato indica que a baixa germinação de sementes de mamão pode ser, em parte, atribuída ao desenvolvimento anormal do embrião em, aproximadamente, 20% das sementes.

*f) Injúrias térmicas na secagem da semente*

A secagem de sementes contribui para a preservação da qualidade fisiológica durante o armazenamento. O processo de secagem envolve a retirada parcial de água das sementes pela transferência simultânea de calor do ar para as sementes, por meio de fluxo de vapor. Esse processo ocorre em duas fases: primeiro, a evaporação da água superficial das sementes para o ar circundante e, posteriormente, o movimento de água do interior para a superfície das sementes, em virtude de gradiente hídrico entre essas duas regiões (Carvalho e Nakagawa, 2000).

Segundo Paterniani (1978), todos os lotes de sementes devem ser direcionados à secagem artificial quando o teor de umidade for superior a 16%. Rosinha (1993) sugere que para sementes com umidade acima de 18% a temperatura na massa de sementes deve ser de 38 °C, e para umidades entre 13% e 18% a temperatura pode ser um pouco mais elevada, cerca de 42 °C. Quando a temperatura da massa de sementes não for adequada, poderão ocorrer rachaduras, quebras ou descoloração nas sementes (Fontes, 1980), além disso, a viabilidade das sementes pode ser comprometida, caso a velocidade de secagem seja elevada (Bewley e Black, 1994). Outros danos comuns são a ruptura da membrana aumentando, assim, a condutividade elétrica e lixiviação de açúcares (Chen e Burris, 1990), bem como a redução do percentual de germinação, vigor das plântulas.

Para o processo de secagem de sementes de mamão, Schmildt et al. (1993) sugerem que a alta temperatura pode provocar danos às membranas das células constituintes do tegumento, podendo ocasionar perdas de viabilidade. Esses mesmos autores recomendam a secagem à sombra por sete dias. Balbinot (2004) observou uma tendência de melhoria da qualidade fisiológica das sementes secadas à velocidade do ar de 1,2 m s<sup>-1</sup>. Segundo Meireles et al. (2007), a redução do teor de água para níveis em torno de 6% proporcionou os melhores resultados para germinação e vigor.

*g) Teor de umidade da semente durante o armazenamento e condições ambientais no armazém*

As condições de armazenamento são de fundamental importância para a preservação da qualidade das sementes. A condição fisiológica no momento da colheita exerce grande importância na propagação e manutenção da sua

qualidade, pois a diferença de longevidade entre diferentes espécies são influenciadas pelas variações na composição química (Mayer e Poljakoff-Mayber, 1989; Bewley e Black, 1994; Carvalho e Nakagawa, 2000). O armazenamento envolve etapas que vão desde a maturidade fisiológica da semente, ainda no campo, até o momento em que ela é semeada e se iniciam os processos de embebição e de germinação (França Neto et al., 2010). Os fatores que influenciam no armazenamento das sementes da maioria das espécies são a umidade relativa do ar e a temperatura do ambiente de armazenamento, bem como o grau de umidade da semente e do tipo de embalagem utilizada para o armazenamento (Delouche, 1975; Lopes, 1990). A umidade relativa do ar influencia o teor de umidade da semente, enquanto a temperatura afeta a velocidade dos processos bioquímicos na semente (Popinigis, 1985).

Em geral, elevados teores de umidade favorecem a elevação da temperatura da semente devido aos processos respiratórios; maior susceptibilidade da semente a injúrias térmicas durante a secagem; maior atividade de microrganismos, principalmente fungos; maior atividade de insetos durante o armazenamento (Popinigis, 1985).

#### *h) Tipo de embalagem*

Sementes de alta qualidade possuem capacidade para produzir uma população adequada de plantas vigorosas, contribuindo para o sucesso da cultura. Durante o armazenamento destas sementes, sua qualidade deve ser mantida, preservando assim o seu vigor. Neste período, a temperatura e a umidade relativa do ar também são fatores extremamente importantes para a conservação da qualidade. A respiração pode, em menor escala, contribuir para a perda de massa seca durante a armazenagem. A respiração consome parte da reserva das sementes, podendo reduzir drasticamente a sua viabilidade. A utilização de embalagens adequadas permite a conservação da qualidade das sementes, propiciando ou não trocas de vapor d'água com o ar atmosférico (Marcos Filho, 2005).

Segundo Viggiano (1999), embalagens de alumínio são recomendadas para armazenamento em longo prazo, e embalagens semipermeáveis mantêm máxima germinação de sementes de mamão apenas em um curto período. O correto armazenamento conserva a qualidade das sementes para futuras utilizações.

i) *Ataques por insetos e/ou por fungos*

Para o sucesso de qualquer cultura, um dos fatores preponderantes é o uso de sementes livres de microrganismos. Logo, os cuidados na colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento são de fundamental importância para se obter um produto sadio. Um grande número de microrganismos é transportado e introduzido em outras áreas através das sementes, sendo os fungos os que causam o maior número de enfermidades nas plantas e que ocorrem com maior frequência do que bactérias (Zapata, 1985).

Para se desenvolver medidas eficientes de controle de patógenos nas sementes, é necessário conhecer e entender o modo de transmissão dos patógenos por meio destas. Os patógenos podem ser transferidos com as sementes, pelos seguintes modos: externamente, como patógeno da semente; em companhia da semente, junto a detritos vegetais e partículas de solo; e internamente, como patógeno da semente. Quando o patógeno apresenta-se externamente nas sementes, torna-se relativamente fácil de ser controlado pelo tratamento das sementes com fungicidas protetores. No entanto, o desafio é maior quando o patógeno encontra-se internamente nas sementes, sendo que no controle de tais patógenos, geralmente, são empregados os fungicidas sistêmicos (Dhingra et al., 1980).

Diversas espécies de *Penicillium* e *Aspergillus* podem infectar qualquer semente, pois esses fungos são capazes de se desenvolver sobre quase todo tipo de matéria orgânica, desde que as condições de temperatura e de umidade relativa do ar ambiente sejam favoráveis (Henning, 2005). Em semente de soja armazenada com conteúdos de água acima de 14,0%, predomina o *Aspergillus flavus* (França Neto et al., 2010).

No caso da cultura do mamoeiro, na fase de produção de mudas, a podridão do colo ou “damping-off” é a doença de maior importância. Segundo Menten (1995), os patógenos associados às sementes podem afetar a plântula em desenvolvimento, antes ou após a emergência, são os chamados “damping-off” de pré e pós-emergência. Os patógenos colonizam a plúmula e radícula, tecidos extremamente sensíveis, causando sua morte. Quando a morte ocorre antes da plântula conseguir ultrapassar a superfície do solo, denomina-se “damping-off” de pré-emergência ou após ter alcançado a atmosfera, acima da superfície do solo como “damping-off” de pós-emergência.

O adequado manejo da produção de sementes após a colheita é indispensável para garantir a qualidade física, fisiológica, fitossanitária e genética das sementes. O controle de qualidade faz-se necessário para que possam ser identificados os pontos críticos, assim como a rápida solução de eventuais problemas que venham a reduzir a qualidade das sementes (Martin et al., 2007).

### **2.2.3. Germinação e vigor**

O vigor é o resultado da conjunção de todos aqueles atributos da semente que permitem a obtenção rápida e uniforme do estande no campo (Delouche e Caldwell, 1960). Entretanto, para que uma plântula possa continuar seu desenvolvimento até tornar-se uma planta normal deve apresentar estruturas essenciais que são sistema radicular e parte aérea (hipocótilo, cotilédones e epicótilo) (Brasil, 2009). Assim, a capacidade germinativa de um lote de sementes é determinada pela proporção das que produzirem plântulas normais, em condições favoráveis. Não sendo encontradas tais condições, observa-se normalmente, uma redução na porcentagem de germinação (Carvalho e Nakagawa, 2000).

A germinação é um processo que tem início com a absorção de água pela semente e termina com o início do alongamento do eixo embrionário (Ching, 1972; Bewley e Black, 1994). Neste ponto, a protrusão da radícula através do tegumento é o ponto crucial que identifica a germinação da semente (Brown, 1972; Bewley e Black, 1994), que equivale à emergência e ao desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para originar uma planta normal sob condições favoráveis de campo (Brasil, 2009). Entretanto, para que ela ocorra é necessário, além dos substratos, que haja disponibilidade de água em níveis ideais, em função de cada espécie de semente; composição de gases e temperatura adequada, além de luz que é exigida para certas espécies; que a semente esteja viável, isto é, que o embrião seja capaz de germinar e que esteja no estado quiescente, de tal forma que, quando submetida às condições consideradas ideais, ela germine (Mayer e Poljakoff-Mayber, 1989).

O substrato corresponde ao meio onde a semente é colocada para germinar e possui a função de manter as condições adequadas para germinação e para o desenvolvimento das plântulas (Piña-Rodrigues e Vieira, 1988; Figliola et al., 1993). Além de manter a disponibilidade de água, é necessário que ele

mantenha aeração em proporções adequadas (Popinigis, 1985), evitando a formação de uma película de água envolta da semente (Villagomez et al., 1979). Os fatores como a estrutura, a aeração, a capacidade de retenção de água e o grau de infestação de patógenos podem variar de um substrato para outro, favorecendo ou prejudicando a germinação das sementes (Barbosa e Barbosa, 1985). A mesma pode ser afetada pelas condições químicas do meio: se o efeito for benéfico, resulta na ativação das reações metabólicas requeridas para a conclusão do processo germinativo, mas se o efeito for nocivo, inibe ou reduz a germinação (Koszo, 2006).

De acordo com Figliolia et al. (1993), a luz nem sempre é fator imprescindível e limitante para a germinação de sementes, ou seja, existem espécies que são indiferentes e germinam tanto na presença como na ausência de luz. O oxigênio exerce um papel fundamental na germinação das sementes devido ao processo respiratório. A respiração é muito ativa nas sementes que estão germinando, tal como ela é ativa em todos os tecidos onde o crescimento e outras atividades celulares estão se processando (Toledo e Marcos Filho, 1977; Bewley e Black, 1994). De maneira análoga, a temperatura tem efeito na absorção de água pela semente e nas reações bioquímicas que regulam o metabolismo necessário para iniciar o processo germinativo (Carvalho e Nakagawa, 2000).

Durante o processo germinativo a água amolece os tegumentos e provoca o aumento do volume do embrião e dos tecidos de reserva, resultando na ruptura dos tegumentos e na protrusão da raiz primária. Também favorece a penetração do oxigênio na semente; dilui o protoplasma; favorece as funções de respiração, assimilação e crescimento e torna possível a transferência dos nutrientes solúveis dos tecidos de reserva para os pontos de crescimento do embrião, onde são necessários para a formação de um novo protoplasma (Toledo e Marcos Filho, 1977; Bewley e Black, 1994).

#### **2.2.4. Testes de vigor**

Para Isely (1957) vigor é o resultado da conjunção de todos aqueles atributos da semente que permitem a obtenção do stand sob condições desfavoráveis de campo. Esse conceito evoluiu com o passar do tempo e no final dos anos 70 foi concluído que o vigor compreende um conjunto de características

que determinam o potencial para a emergência e o rápido desenvolvimento de plântulas normais, sob ampla diversidade de condições de ambiente. Essa se tornou a ideia central das conceituações de vigor estabelecidas pelo Comitê de Vigor Internacional de Analista de Sementes (ISTA, 1977), e pela Association of Official Seed Analysts (AOSA, 1979).

O termo vigor não surgiu para identificar um processo fisiológico definido da semente, mas para identificar manifestações de seu comportamento em campo ou durante o armazenamento. A condução de testes de vigor procura detectar diferenças significativas no potencial fisiológico de lotes com germinação semelhante, fornecendo informações adicionais às proporcionadas pelo teste de germinação (Marcos Filho, 2005).

Os principais fatores que influenciam o vigor são a constituição genética, as condições ambientais, o nível de nutrição da planta mãe, o estágio de maturação no momento da colheita, o tamanho da semente, a integridade mecânica, a presença de patógenos e a deterioração (Carvalho e Nakagawa, 2000).

A influência do genótipo sobre o comportamento fisiológico da semente é de conhecimento de todos. Contudo, os testes de vigor foram desenvolvidos para avaliar exclusivamente a qualidade fisiológica das sementes, não se desejando a interferência do genótipo (Marcos Filho, 1999). Geralmente se diferencia vigor genético do vigor fisiológico. Pollock e Roos (1972) definem vigor genético sendo aquele observado na heterose ou nas diferenças de vigor entre duas linhagens, e o vigor fisiológico sendo aquele observado entre lotes de uma mesma linhagem genética.

Dentro do processo de maturação fisiológica Carvalho e Nakagawa (2000) relatam que sementes ainda não maduras podem germinar, contudo não resultam em plântulas vigorosas, como as que seriam obtidas de sementes colhidas no ponto de maturidade fisiológica. E ainda afirmam que há vários métodos para se testar o vigor, mas não há nenhum método padronizado que se possa recomendar para todas as espécies. De acordo com Marcos Filho (1999), os testes de vigor devem, primeiramente, apresentar base teórica consistente, pois sua eficiência depende basicamente do princípio que norteia a metodologia. Além deste aspecto, outras características também são importantes: simplicidade

(sem equipamentos sofisticados), rapidez e fácil execução, de baixo custo e reproduzível (favorece a comparação).

Os testes mais simples para determinação do vigor são os de velocidade de desenvolvimento, cujos resultados podem ser obtidos pela análise padrão de germinação. Os mais utilizados são o tempo médio de germinação, o índice de velocidade de germinação, a primeira contagem do teste de germinação e a análise de plântulas. Todos esses testes são classificados como indiretos por serem realizados em condições de laboratório (Pina-Rodrigues et al., 2004). Entretanto, também podem ser classificados como testes fisiológicos e são utilizados para identificar diferenças no vigor de sementes baseando-se no desempenho de plântulas em condições controladas de laboratório ou em campo (Marcos Filho, 2010).

A avaliação do desempenho de plântulas constitui um dos procedimentos mais antigos de avaliação do vigor de lotes de sementes; além de detectar diferenças no vigor, são muito úteis para identificar sintomas de fitotoxicidade provocada pela aplicação de produtos químicos em plantas ou em sementes, geralmente identificados por atrofia no sistema radicular ou desenvolvimento anormal da parte aérea. Quando conduzidos em laboratório, geralmente seguem as instruções contidas em Regras para a Análise de Sementes, procurando atingir grau elevado de padronização dos resultados. Graças à sua simplicidade, podem ser utilizados para a avaliação do potencial fisiológico de praticamente todas as espécies cultivadas (Marcos Filho, 2010).

A primeira contagem do teste de germinação é realizada em conjunto com o teste de germinação, registrando a porcentagem de plântulas normais, na data prescrita pelas Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 2009) para primeira contagem do teste de germinação. O número de dias para a primeira contagem é aproximado e um desvio de um a três dias é permitido, desde que seja suficiente para a avaliação correta das plântulas. Os períodos indicados na RAS referem-se à utilização da temperatura mais alta recomendada. Se for utilizada a temperatura mais baixa, a primeira contagem poderá ser adiada (Brasil, 2009). As sementes das amostras que germinam mais rapidamente, isto é, que apresentam maior porcentagem de plântulas normais nessa contagem são consideradas mais vigorosas.

A velocidade de germinação ou de emergência de plântulas é baseada no princípio de que lotes de sementes que possuem maior velocidade de germinação são mais vigorosos. Por isso através dele determina-se o vigor avaliando a velocidade da germinação das sementes (Marcos Filho, 1999). A realização deste teste poderá ser feita em conjunto com o teste de germinação, obedecendo às prescrições das Regras para análise de sementes (Brasil, 2009).

As avaliações das plântulas são realizadas diariamente, à mesma hora, a partir do dia em que surgem as primeiras plântulas normais, que são computadas e removidas do substrato (Nakagawa, 1994). O último dia de contagem para este teste é o mesmo prescrito pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), para o teste padrão de germinação.

Utilizam-se fórmulas, com os dados obtidos no teste, para se calcular a velocidade de germinação. Segundo Ferreira e Borghetti (2004), as fórmulas utilizadas para este teste são as seguintes:

**Fórmula de Maguire:** o índice frequentemente usado é o índice de velocidade de germinação (Maguire, 1962), simbolizado por IVG, em que o número de sementes ou plântulas normais é contabilizado a cada dia:

$$IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$$

Quando se considera o critério agrônômico, o IVG é substituído por IVE (índice de velocidade de emergência); entretanto, o cálculo permanece o mesmo. Assim:

$G_1, G_2, \dots, G_n$  = número de plântulas germinadas ocorrido a cada dia ou (emergidas no caso do IVE);

$N_1, N_2, \dots, N_n$  = número de dias (ou horas) após a semeadura.

Quanto maior o índice, utilizado por Maguire, maior será a velocidade de germinação das sementes.

**Fórmula de Edmond e Drapalla (1958):** simbolizada por VG

$$VG = (N_1G_1 + N_2G_2 + \dots + N_nG_n) / (G_1 + G_2 + \dots + G_n)$$

Onde:

$G_1, G_2, \dots, G_n$  = número de sementes (ou plântulas) germinadas no dia da observação (sendo as observações diárias)

$N_1, N_2, \dots, N_n$  = número de dias (ou horas) após a semeadura.

Esta fórmula corresponde à média ponderada do tempo necessário para a germinação, tendo como fator de ponderação a germinação, ou seja, quanto menor este tempo, maior será a velocidade de germinação. Para cada repetição, calcula-se a VG e, ao final, tem-se um valor médio entre as repetições do experimento (desde que realizadas sob as mesmas condições).

**Fórmula de Kotowski (1926):** é utilizado o coeficiente de velocidade de germinação (CVG) ou de emergência (CVE). Essa fórmula é o inverso da média ponderada do tempo necessário para a germinação, tendo como fator de ponderação a germinação diária.

$$CVG = \frac{G_1 + G_2 + G_3 + \dots + G_i}{G_1 T_1 + G_2 T_2 + G_3 T_3 + \dots + G_i T_i} \times 100$$

Onde:

G1 até Gi é o número de plântulas germinadas ocorrido a cada dia;

T1 até Ti é o tempo (dias).

Segundo Pollock e Roos (1972), o problema da avaliação das sementes que germinam vagorosamente em um lote de sementes foi reconhecido por Kotowski (1926), que definiu um coeficiente de velocidade no qual as sementes que germinam mais tardiamente contribuiriam menos do que aquelas que germinam precocemente.

O teste que emprega a velocidade de emergência de plântulas é análogo ao teste velocidade de germinação de plântulas, por possuírem princípio e objetivos muito semelhantes. Neste o vigor do lote de sementes é determinado avaliando-se a velocidade de emergência de plântulas em condições de campo, e/ou casa de vegetação, e tanto mais vigoroso será um lote de sementes quanto mais rápida for a emergência das plântulas no campo.

Levando-se em conta que este teste é realizado no campo, pode-se comparar o vigor das sementes de lotes semeados na mesma época, porém não podem ser comparados testes realizados em épocas diferentes (Oliveira et al., 2009).

A recomendação é que o vigor seja avaliado usando-se dois ou mais testes diferentes, pelo fato de que eles avaliam diferentes aspectos do comportamento das sementes (Marcos Filho, 2005). Por essa razão, inúmeras

investigações têm sido realizadas no desenvolvimento, adaptação e padronização dos testes para avaliação do vigor de sementes das principais espécies cultivadas. Para algumas culturas, já existe um grande número de testes propostos para avaliar o vigor das sementes, como também a comprovação da maior eficácia de alguns em relação ao teste de germinação na avaliação da qualidade fisiológica. Portanto, a escassez de informações sobre os procedimentos adequados para avaliar o vigor das sementes de mamão prioriza investigações nesta área (Martins, 2007).

### **2.3. Melhoramento do Mamoeiro**

Segundo Storey (1953), existe grande diversidade de tipos de mamoeiro com características desejáveis para um programa de melhoramento. Entretanto, há poucas linhagens realmente melhoradas ou mesmo consideradas variedades definidas, em razão da propagação por sementes, durante sucessivas gerações, sem o devido controle das polinizações. No entanto, o melhoramento convencional do mamoeiro vem sendo amplamente praticado, podendo-se citar algumas estratégias de acordo com o objetivo final (obtenção de linhas puras ou híbridos): a introdução de plantas (coleta de germoplasmas), produção de linhagens através da fixação de alelos via autofecundações, capacidades combinatórias visando à produção de híbridos (Dantas e Morales, 1999; Costa e Pacova, 2003; Pereira, 2003b; Marin et al., 2006); retrocruzamentos (Silva et al., 2007); hibridações interespecíficas e utilização de testadores elites, seleção massal, testes de progênie (Bueno et al., 2001) e avaliação da divergência genética, de médias e variâncias e determinação de parâmetros genéticos (Cattaneo, 2001; Pereira, 2003b).

A semente constitui um dos recursos mais importantes para o melhoramento de plantas. De acordo com Marcos Filho (2005) a conservação de germoplasmas por períodos de tempo prolongados é facilitada com a existência de sementes, pois estas possuem características mais favoráveis ao armazenamento que os propágulos. As sementes ocupam espaço relativamente menor, representam parcela pouco expressiva do custo de produção em relação à sua importância e constituem recursos altamente eficientes para a manutenção de genes.

A introdução de plantas, caracterização e avaliação de acessos de mamoeiro possibilitou um grande avanço na cultura de mamão no Brasil, fornecendo material básico para programas de melhoramento, além da identificação de genótipos superiores (Damasceno Junior, 2008). Existe em todo mundo cerca de 30 coleções de germoplasmas. No Brasil, o maior banco ativo de germoplasma pertence a EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas (BA), o qual possui diversos acessos de *C. papaya* e de espécies relacionadas a esta, como *V. quercifolia*, *J. spinosa* e *V. Cauliflora*. Além desses, possui também três híbridos produzidos a partir de cruzamento entre acessos do grupo Formosa e a cultivar Sunrise Solo (Dantas e Morales, 1999).

Os trabalhos de melhoramento do mamoeiro são realizados a partir da reunião do maior número possível de variedades em um local, selecionando-se, entre elas, aquelas que apresentem características fenotípicas desejáveis para posterior estudo de capacidade combinatória visando produção de híbridos (Storey, 1953). Devem ser realizados sistematicamente cruzamentos entre variedades bastante diferentes (Nakasone et al., 1972). Esse processo requer tempo, já que junto a poucas características desejáveis podem ocorrer muitas características indesejáveis, até que se obtenham variedades aceitáveis comercialmente (Portal Toda Fruta, 2011). O retrocruzamento é bem utilizado em programas de desenvolvimento de híbridos, no qual também são utilizados delineamentos genéticos como o dialelo.

### **2.3.1. Efeito materno e efeito recíproco**

Embora a maioria dos caracteres dos organismos superiores seja controlada por genes nucleares (que segregam de acordo com o comportamento dos cromossomos na meiose), existe outro grupo de caracteres que é herdado dos genes ou produtos gênicos presentes no citoplasma, sendo o gameta feminino o que contribui com o citoplasma para o descendente. Assim, para estudar esse tipo de herança, deve-se verificar se existe diferença entre os resultados de um cruzamento e de seu recíproco. O cruzamento recíproco é aquele em que o genitor é usado ora como fêmea, ora como macho. Desse modo, se os resultados de um cruzamento e de seu recíproco forem idênticos, a herança do caráter em questão é controlada por genes nucleares. Caso contrário, a expressão do caráter pode ser devido a efeitos citoplasmáticos, em que os

descendentes de cada cruzamento terão sempre o mesmo fenótipo do genitor feminino, que contribui com o citoplasma. Esse tipo de herança pode ser explicado tanto pelo mecanismo de efeito materno como pela herança extracromossômica (Ramalho et al., 2000).

O efeito materno é um mecanismo especial de herança controlado por genes nucleares da mãe, porém que são responsáveis por certas condições do citoplasma do óvulo – provavelmente, produtos gênicos, ou seja, o citoplasma do óvulo deve ser afetado por um produto do gene nuclear materno. Devido a esse mecanismo, é possível notar que o fenótipo dos filhos depende do genótipo da mãe, contudo, o efeito materno na expressão dos determinados caracteres (tamanho da semente, teor de proteína ou óleo do grão e germinação) nos descendentes se dá apenas por uma ou no máximo duas gerações (Ramalho et al., 2000). Deste modo, pelo efeito materno um indivíduo expressa o genótipo do seu genitor feminino. Já por hereditariedade citoplasmática ele expressa os genes que ele próprio contém, no entanto, os caracteres devidos a genes citoplasmáticos se expressam no filho, apresentando sempre o fenótipo da mãe. O efeito materno é o mecanismo que explica o efeito recíproco.

O efeito recíproco (ER) positivo em um determinado cruzamento indica a contribuição da herança materna no controle do caráter em estudo. Quando o ER de determinadas combinações híbridas é significativo estatisticamente, ou seja, indica que houve diferença entre resultados obtidos dos  $F_1$  e  $F_1$  recíprocos, isso evidencia a importância da escolha do genitor feminino, quando da obtenção de híbridos para determinado caráter (Roveri-José et al., 2004). Falando em porcentagem, o ER pode contribuir para a variação total dos resultados, assim como para a variabilidade genética total de determinado caráter.

Santos (2009) avaliando a capacidade geral e específica de combinação (CGC e CEC, respectivamente) de genótipos de mamoeiro em relação ao caráter germinação das sementes, verificou os efeitos recíproco e materno sobre o caráter. Isto indica que além de genes nucleares, existem também genes extranucleares controlando a germinação de sementes do mamoeiro.

Roveri-José et al. (2004) avaliaram o controle genético sobre a tolerância das sementes de milho à alta temperatura de secagem a partir da avaliação das características fisiológicas das sementes e verificaram que houve predominância

do efeito recíproco para o caráter em estudo, evidenciando a presença de efeito materno.

Diante do exposto, em se tratando do efeito materno, pode-se afirmar que a semente híbrida terá seu fenótipo expresso pelo genótipo do seu genitor feminino, ou seja, o genótipo das sementes (híbridas) da geração  $F_1$  só será notado nas sementes da geração seguinte ( $F_2$ ). Assim, a expressão fenotípica estará sempre uma geração atrasada. Com relação à planta híbrida, isso não ocorre, pois as plantas originadas dessas sementes híbridas  $F_1$  apresentarão as características governadas pelos genes constituídos nessas sementes.

### **2.3.2. Xênia e Heterose**

O efeito xênia é mais um mecanismo de herança de um caráter e só ocorre para características que se manifestam no endosperma e embrião das sementes, cuja expressão fenotípica é dependente do resultado da fertilização (Ramalho et al., 2000). Esses autores tomam como exemplos dois casos para uma melhor compreensão: no caso da textura do milho, o fato de a semente  $F_1$  ser lisa ou enrugada depende do teor de amido presente no endosperma da semente, o qual é produto da fertilização e apresenta, portanto, xênia. Já a cor da semente é uma característica do tegumento que é formado pelo tecido materno por meio do desenvolvimento da parede do ovário, no entanto, este caráter é determinado antes da fertilização e, por sua vez, não possui xênia.

Segundo Pereira (2003a), xênia é o efeito do pólen no embrião e endosperma, alterando suas características genéticas e proporcionando mudanças qualitativas e quantitativas. Complementando essa afirmação, Martins (2007) considera o fenômeno xênia como sendo o resultado do cruzamento que se manifesta na planta mãe, levando em consideração que a semente  $F_1$  é parte da planta mãe.

O fenômeno xênia ainda é pouco conhecido nas sementes de mamão, e devido a isso Martins (2007) levantou a hipótese de que esse fenômeno poderia ser um outro fator a influenciar as características físicas e fisiológicas das sementes de mamão. Contudo, em seus estudos não se verificou efeito da origem do pólen nas características físicas das sementes, podendo-se inferir que não houve efeito xênia.

Para sementes de milho onde o efeito xênia já foi confirmado, Pereira (2003a) tendo por objetivo identificar pares de híbridos, em duas épocas de semeadura, que apresentem efeito xênia para os caracteres tamanho de grãos, peso médio de grãos e conteúdo de óleo e proteína, observou incremento no peso dos grãos dependendo do polinizador utilizado.

Os resultados de xênia podem ser interpretados como uma manifestação precoce da heterose, a qual aumenta a habilidade de o endosperma, modificado geneticamente por polinização cruzada, em acumular os fotoassimilados, determinando assim o peso final do grão. Quanto maior a diferença genética entre a planta receptora e a planta doadora de pólen, maiores são as chances de esse fenômeno ocorrer (Denney, 1992). Com base nessa citação e nos resultados obtidos por Martins (2007), a heterose precoce pode ser definida pelo incremento heterótico apresentado pelas sementes da geração  $F_1$ , em que estas apresentam características com valores superiores aos de seus genitores, e não semelhantes.

Normalmente a heterose explorada nos híbridos, não aparece nas sementes da geração  $F_1$  (semeadas pelo produtor), mas sim nas plantas originadas por estas sementes. Além do maior vigor vegetativo dessas plantas, os grãos produzidos por elas (geração  $F_2$ ), e colhidos pelo produtor, são maiores, mais pesados e em maior número. Porém, através do efeito xênia, um incremento heterótico pode ser explorado nos grãos  $F_2$ , maximizando o seu peso e tamanho. Esse diferencial poderá ser determinante no aumento da margem de lucro em lavouras de alta tecnologia, onde normalmente são utilizados vários híbridos (Andrade e Pereira, 2005). E estes expressam heterose quando é superior à média dos genitores e, do ponto de vista comercial, quando é superior ao melhor genitor (Borém, 2001).

A heterose ou vigor híbrido é o aumento do vigor, da altura de planta, do conteúdo de carboidratos, da produtividade e da intensidade de outros fenômenos fisiológicos, decorrente do cruzamento entre indivíduos contrastantes. Em outras palavras, é a expressão genética dos efeitos genéticos da hibridação, ou ainda, efeitos de alelos que se complementam bem no genoma híbrido. Quando duas linhagens se complementam de forma satisfatória, é porque possuem boa capacidade específica de combinação e o híbrido produzido pelo seu cruzamento apresenta alto vigor por conter maior número de alelos favoráveis do que ambos os genitores isoladamente (Borém, 2001). Diante do exposto, para a expressão

da heterose não basta haver divergência genética entre os genitores, é preciso que se tenha também uma complementação alélica satisfatória.

A heterose não é necessariamente positiva, isso vai depender da característica de interesse avaliada. Ser positiva é desejável quando se trata de produtividade, no entanto, ser negativa também é desejável quando se trata de resistência a doenças, em que os valores maiores são sinais de suscetibilidade.

A estimativa da heterose ou vigor híbrido para caracteres associados à qualidade fisiológica foi obtida por Gomes et al. (2000). Eles avaliaram seis linhagens de milho e os seus respectivos híbridos simples e híbridos simples recíprocos, constatando que as sementes híbridas de milho apresentaram qualidade fisiológica superior quando comparadas às linhagens, evidenciando a expressão da heterose na qualidade fisiológica de sementes. Também foi verificada a maior importância da capacidade específica de combinação, ou seja, dos efeitos não aditivos no controle genético da qualidade fisiológica.

Para o mamoeiro, ainda são insuficientes as bases para explicar o efeito heterótico, fato esse que denota a pouca exploração do vigor híbrido. Nas diversas regiões onde o mamoeiro é cultivado, o melhoramento genético está voltado, basicamente, para obtenção de cultivares endógamas (Sampaio et al., 1983). Dessa forma, pequenos e médios produtores são contemplados utilizando-se de tecnologia simples para produção de suas próprias sementes com baixo custo.

O mamoeiro pode ser autopolinizado sem risco de perda de vigor, ou seja, as autofecundações sucessivas não causam efeitos depressivos sobre o vigor do mamoeiro. Assim, o sistema de seleção geralmente utilizado é o da hibridação de materiais genéticos selecionados entre diversas variedades e linhagens, seguido de procedimentos de seleção por autofecundação e retrocruzamentos (Storey, 1941). Em espécies alógamas existe um grupo de indivíduos que tem constituição genética diferente e que partilham o mesmo conjunto alélico. As plantas não transmitem seus genótipos para a geração seguinte, como ocorre em espécies autógamas, mas sim os seus alelos. Portanto, a cada geração seguinte surgirão novos indivíduos que apresentarão combinações alélicas diferentes da de seus pais. Isto demonstra que em populações alógamas o que tem maior importância não é a constituição genética do indivíduo, mas sim o conjunto gênico que é partilhado pelo conjunto de

indivíduos dessa população. Nas plantas autógamas o mais importante é a constituição genética do indivíduo (Borém, 2001; Souza Junior, 2001).

O grande desafio para os melhoristas é desenvolver híbridos com todos os caracteres agrônômicos desejáveis, com heterose suficiente para cobrir os custos adicionais de produção de sementes e ainda garantir vantagens econômicas para o produtor. Um exemplo de sucesso é a produção de híbridos de tomate (autógama), embora cada flor precise ser emasculada e polinizada, o sistema é economicamente viável, porque cada fruto contém grande número de sementes (Borém, 2001). Entretanto, para alógamas a heterose é fundamental, como no caso do milho e mamão (de população dióica), como também para o mamão (autógama facultativa).

### **2.3.3. Parâmetros genéticos associados à qualidade fisiológica de sementes**

A estimação dos parâmetros genéticos de uma população permite obter informações sobre a natureza e magnitude da ação dos genes envolvidos na herança dos caracteres e estabelecer a base para a escolha dos métodos de melhoramento mais convenientes (Cockerham, 1956; Robinson e Cockerham, 1965).

Os delineamentos estatísticos com fontes de variação de tratamentos utilizando-se, por exemplo, diferentes tipos de progênies (meios-irmãos, irmãos germanos ou autofecundação) permitem estimar as variâncias devidas à diversidade genética entre e dentro de progênies e com isso estimar os diversos parâmetros genéticos como forma de predição de ganhos genéticos ciclo a ciclo. Os diversos parâmetros estimados mediante as variâncias mencionadas, geralmente são os seguintes: coeficiente de variação genética ( $CVg\%$ ), coeficiente de variação ambiental ( $CVe$ ), índice de variação ( $Iv$ ) ou valor  $b = CVg/CVe$ , herdabilidade no sentido amplo e sentido restrito, ganhos genéticos absolutos e relativos, correlações fenotípica, genética aditiva e ambiental (Buso, 1978; Miranda et al., 1988; Siqueira et al., 1993, 1994 citados por Rufino, 2008).

A relação  $CVg/CVe$  dada por Vencovsky (1978) definida como valor de  $b$  reflete a predominância de efeitos genéticos (no caso, aditivos). Segundo este autor, valores de  $b$  iguais ou acima da unidade significam populações favoráveis para o melhoramento genético.

A ideia básica no estudo da variação é o seu parcelamento em componentes atribuídos a diferentes causas. A magnitude relativa desses componentes determina as propriedades genéticas da população, e especialmente, o grau de semelhança entre os parentes (Falconer, 1987). A variação fenotípica observável resulta da ação conjunta do genótipo e do ambiente (Allard, 1971).

A variância ambiental engloba toda a variação de origem não genética, sendo assim ela nunca pode ser transmitida pela descendência, ela não é utilizada na seleção, portanto não promove o melhoramento genético (Falconer, 1987). Um outro aspecto da variação ambiental é que ela pode ocorrer devido às diferenças ambientais a que os indivíduos são submetidos.

A variância genética é formada pelas diferenças genéticas entre os indivíduos de uma população, ou seja, a variância atribuída às causas genéticas. Essa variância desperta maior interesse do melhorista, pois com o seu resultado é possível prever os ganhos e nortear os programas para obtenção dos materiais genéticos superiores (Cruz e Regazzi, 2004). Valores mais elevados para este componente são indicativos de maior variabilidade genética, fato este que possibilitará a identificação de genótipos superiores.

A variância aditiva (ou genética) tem sido utilizada como uma das principais ferramentas dos melhoristas, seja pelo seu valor *per se*, ou para obtenção de outros parâmetros de grande importância para o melhoramento genético, sendo um deles a herdabilidade (Cruz e Carneiro, 2003). A estimativa desse parâmetro permite antever a possibilidade de sucesso com a seleção, uma vez que reflete a proporção da variação fenotípica que pode ser herdada; assim a herdabilidade tem um papel preditivo, e irá expressar a confiabilidade do valor fenotípico como estimador do valor genotípico de tal forma que quanto maior a herdabilidade maior o ganho genético por seleção (Falconer, 1987; Ramalho et al., 2000).

Através dos componentes de variância, a herdabilidade pode ser estimada de duas formas: sentido amplo e sentido restrito. A herdabilidade sentido amplo consiste na razão entre a variância genotípica e a variância fenotípica. Já a razão entre a variância aditiva e a variância fenotípica caracteriza a herdabilidade no sentido restrito. Esta tem maior utilidade, pois quantifica a

proporção aditiva, que pode ser transmitida para próxima geração (Cruz e Carneiro, 2003).

Segundo Falconer (1987), a herdabilidade é uma propriedade não de um caráter, mas também da população e das circunstâncias as quais os indivíduos estão sujeitos. Uma vez que o valor da herdabilidade depende da magnitude de todos os componentes de variância, uma alteração em qualquer um deles afetará o valor da herdabilidade; maiores variações das condições reduzem a herdabilidade, e maiores uniformidades das condições aumentam a herdabilidade.

O estudo das correlações é de grande importância, pois permite quantificar a magnitude e direção da influência de uma determinada característica sobre outra, uma vez que em programas de melhoramento objetiva-se aprimorar os genótipos em várias características simultaneamente (Vencovsky, 1978; Cruz e Regazzi, 2004). Para o estudo das correlações é necessário conhecer as causas, a correlação tem causas genéticas e ambientais, porém só as genéticas envolvem uma associação de natureza herdável, sendo então utilizada na orientação de programas de melhoramento (Falconer, 1987; Cruz e Regazzi, 2004)

A causa de correlação genética é, principalmente, por meio da ação pleiotrópica dos genes. Pleiotropismo ocorre quando um gene afeta duas ou mais características, de modo que se o gene estiver segregando causará variação simultânea nas características que ele afeta. Já as ligações gênicas são consideradas causas transitórias, especialmente quando se avalia populações derivadas de cruzamento entre linhagens divergentes (Falconer, 1987; Cruz e Regazzi, 2004).

O ambiente torna-se causa de correlação quando dois caracteres são influenciados pelas mesmas diferenças de condições ambientais. Valores positivos indicam que os caracteres correlacionados são beneficiados ou prejudicados pelas mesmas causas de variações ambientais, e valores negativos que o ambiente favorece um caráter em detrimento do outro. A associação entre dois caracteres diretamente observados é a correlação fenotípica (Goldenberg, 1968; Falconer, 1987; Carvalho, 2004 citados por Almeida, 2008).

Dentre os parâmetros genéticos citados, as estimativas de variância genética e de herdabilidade são importantes durante todo o processo de seleção. Segundo Allard (1971), entre os atributos da seleção, dois são especialmente

importantes para a compreensão do melhoramento de plantas: 1) a seleção só pode atuar efetivamente se recair sobre diferenças herdáveis; 2) a seleção não cria variabilidade e apenas atua sobre a que já existe. Deste modo, é de interesse do melhorista um estudo de variabilidade genética do caráter com que se está trabalhando, para melhor manuseá-lo.

Vários trabalhos têm mostrado que há uma variabilidade considerável para germinação e vigor sob uma ampla faixa de temperaturas e tensões de umidade do solo, para a emergência sob condições adversas, impermeabilidade do tegumento e graus de dormência. Estudando diferentes espécies de *Stylosanthes*, Reis (1984) observou a ocorrência de baixas porcentagens de germinação em função da ocorrência de impermeabilidade à água; e ampla variabilidade entre as diferentes espécies estudadas, com relação à porcentagem de sementes dormentes. No entanto, para algumas espécies, a variabilidade deve-se a fatores não-genéticos, enquanto para outras espécies os valores dos coeficientes de determinação genotípica indicaram a possibilidade de se realizar a seleção de famílias com maior ou menor porcentagem de sementes dormentes.

Estudando sementes de soja perene (*Glycine wightii*), Pontes e Martins (1982) observaram que grande parte da variabilidade, em relação à porcentagem de sementes dormentes exibida pelas variedades estudadas eram atribuídas, principalmente, a fatores genéticos, indicando que a variabilidade entre as variedades poderia ser explorada no melhoramento por meio de seleção.

Cardoso et al. (2009) buscaram estimar os parâmetros genéticos para os caracteres relacionados à qualidade fisiológica de sementes de mamão visando à seleção de genótipos com sementes de qualidade superior. Esses autores verificaram altos valores de coeficientes de variação genética entre os genótipos para massa de mil sementes, comprimento de radícula, massa seca e massa fresca das plântulas, sugerindo que há possibilidade de ganhos expressivos no processo de seleção para qualidade de sementes. Além disso, as estimativas dos parâmetros de herdabilidade também vêm refletir uma situação muito favorável à seleção.

A variabilidade genética pode ser explorada buscando melhor qualidade e desempenho da semente via melhoramento das cultivares. Um fato que reforça essa alternativa são as significativas diferenças entre porcentagem e tempo médio de germinação entre cultivares, tanto em baixas como em altas

temperaturas, sugerindo tratar-se de um caráter herdável (Gerson e Honma, 1978).

Bennett (1959) citado por Cardoso (2008) verificou que, para aumento da porcentagem de sementes duras em *Trifolium incarnatum* L., a seleção massal foi eficiente, indicando acentuada herdabilidade do caráter.

Estudos sobre o controle genético da dormência de sementes, realizados com espécies dos gêneros *Lupinus* (Forbes e Wells, 1968; Gladstone, 1970) e *Vicia* (Donnelly et al., 1972), envolvendo cruzamentos intra e/ou interespecíficos, indicaram que a característica de impermeabilidade à água apresentada pelo tegumento da semente tem controle genético qualitativo.

Mesmo com a evolução dos métodos da engenharia genética, o melhoramento convencional continua sendo de grande importância para o desenvolvimento e manutenção de variedades com características superiores. É preciso conhecer as capacidades de combinação entre os genitores envolvidos nos cruzamentos, buscando selecioná-los para definir combinações híbridas, que resultarão em maior sucesso, com desenvolvimento de descendentes que reúnam as características desejáveis, em menor período de tempo e, conseqüentemente, com melhor aplicação dos recursos financeiros (Costa e Pacova, 2003).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos inicialmente na área experimental da Fazenda Santa Teresinha, da empresa CALIMAN AGRÍCOLA S/A, localizada em Linhares-ES, tendo continuidade no Laboratório de Fitotecnia do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense 'Darcy Ribeiro' (CCTA / UENF).

Foram utilizados quatro genitores de mamoeiro, escolhidos com base em suas características morfoagronômicas. O grupo de genitores foi composto por dois genótipos do grupo 'Solo' e dois do 'Formosa'.

A Tabela 1 contém os genitores, oriundos do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro/Caliman Agrícola S/A, com sua respectiva genealogia, categoria, origem e descrição.

Tabela 1. Relação e descrição dos materiais genéticos de mamão (*Carica papaya* L.) que foram utilizados no experimento

Nº do acesso no BAG	Genótipo	Grupo	Categoria do material	Origem	Descrição
202	'Sunrise solo-72/12'	Solo	Variedade	Havaí – EUA	Peso do fruto: 0,40 Kg Polpa: verm. alaranjada
20	'Waimanalo'	Solo	Linhagem	Havaí – EUA	Peso do fruto: 0,55 Kg Polpa: amarela
206	'JS 12'	Formosa	Linhagem	C. do Almeida	Peso do fruto: 0,90 Kg Polpa: vermelha
25	'Sekati'	Formosa	Linhagem	-	-

Fonte: Caliman Agrícola; UENF

### 3.1. Obtenção dos híbridos F1's e seus recíprocos

Na Fazenda Santa Teresinha da CALIMAN AGRÍCOLA S/A está instalado o BAG, onde os cruzamentos dos genitores foram realizados de forma controlada no período após a antese. Todas as combinações desejadas de cruzamentos foram obtidas por meio da transferência de pólen de plantas hermafroditas para estigmas das plantas femininas. O que resultou em seis tratamentos. Outros quatro tratamentos foram obtidos de autofecundações dos quatro genitores tendo como testemunhas, o híbrido Tainung 01 e a linhagem Sunrise Golden. Todos os tratamentos encontram-se na Tabela 2.

Para obtenção das sementes híbridas foi feita a polinização manual. As plantas foram marcadas e suas flores previamente protegidas, antes da antese, para evitar a contaminação com pólen estranho.

Para realização dos cruzamentos foram coletadas flores hermafroditas em fase de pré-antese, das quais foi aproveitado apenas o androceu (estames) contendo os grãos de pólen, que foram transferidos para as flores femininas também em fase de pré-antese. O androceu foi retirado, cuidadosamente, da flor hermafrodita e a transferência do pólen foi realizada por meio do contato das anteras com o estigma da flor feminina; os órgãos reprodutivos dos dois tipos de flores foram mantidos e fixados pelas pétalas da flor feminina. A polinização foi efetuada na proporção de 1:1 (utilizou-se uma flor hermafrodita para polinização de uma flor feminina).

Após os cruzamentos, as flores foram novamente protegidas, individualmente, com sacolas de papel impermeável. Consecutivamente, foi

efetuada a identificação de cada cruzamento, por meio de etiquetas plásticas, as quais foram fixadas no pedúnculo de cada flor polinizada. Nestas etiquetas, foram anotados, hierarquicamente, o nome do genitor feminino seguido do símbolo de cruzamento (“x”), e do nome do genitor hermafrodita, além da data de realização do cruzamento. Cerca de sete a oito dias após a polinização foram retiradas as sacolas protetoras, para verificação do vingamento nos cruzamentos.

Para realização da autofecundação, as flores hermafroditas foram apenas protegidas, individualmente, com sacolas de papel impermeável. Procedendo-se a identificação das autofecundações e suas respectivas datas.

Tabela 2. Esquema dos cruzamentos envolvendo quatro genótipos genitores e suas autofecundações

<b>Cruzamentos</b>	<b>Receptor de pólen (♀)</b>	<b>Doador de pólen (♂)</b>
Tratamento 1	‘JS12’	‘Sunrise Solo 72/12’
Tratamento 2	‘Sunrise Solo 72/12’	‘JS12’
Tratamento 3	‘JS12’	‘Sekati’
Tratamento 4	‘Sekati’	‘JS12’
Tratamento 5	‘JS12’	‘Waimanalo’
Tratamento 6	‘Waimanalo’	‘JS12’
Tratamento 7		‘JS12’ ⊗
Tratamento 8		‘Sunrise Solo 72/12’ ⊗
Tratamento 9		‘Sekati’ ⊗
Tratamento 10		‘Waimanalo’ ⊗
<b>Testemunhas</b>		
Tratamento 11		Golden
Tratamento 12		Tainung 01

Os frutos formados foram colhidos, cerca de 4,5 a 5,0 meses após a polinização, em estágio de maturação 1 (1/4 do fruto maduro) e submetidos ao repouso entre 7 e 10 dias sob temperatura ambiente, de acordo com Aroucha et al. (2005) e Martins et al. (2006), sendo que, durante esse período de repouso, as sementes imaturas completam o seu total desenvolvimento atingindo máximo de germinação e vigor.

Após o repouso dos frutos, as sementes foram extraídas, beneficiadas manualmente em peneira de metal sob fluxo contínuo de água de torneira para favorecer a retirada completa da sarcotesta. Posteriormente foram submetidas à

secagem à sombra em secador de telas suspensas até atingir 8 a 10% de umidade.

### 3.2. Avaliação das qualidades física e fisiológica das sementes

A avaliação das características física e fisiológica das sementes foi conduzida no início do ano de 2010, no Laboratório de Tecnologia e Produção de Sementes do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, da Universidade Estadual do Norte Fluminense 'Darcy Ribeiro' (UENF), em Campos dos Goytacazes-RJ. Foram utilizadas sementes de mamão provenientes das combinações de cruzamentos apresentadas na Tabela 2, totalizando 12 tratamentos (três híbridos - F1's e seus recíprocos; quatro autofecundações e duas testemunhas) dispostos em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições.

Após a secagem das sementes, estas foram submetidas às seguintes determinações e/ou análises em laboratório:

**a) Teor de água** - foi determinado utilizando-se duas subamostras de 2 g de sementes de cada híbrido ou linhagem (tratamento), pelo método padrão de estufa a  $105 \pm 3$  °C por 24 horas. A porcentagem de umidade das sementes foi expressa em base úmida (Brasil, 2009).

**b) Massa de mil sementes** – foi determinada pela contagem, ao acaso, de oito subamostras de 100 sementes, as quais foram pesadas em balança de precisão de 0,001 g, da marca Bioprecisa FA2104N, sendo os valores da massa de mil sementes expressos em gramas, com uma casa decimal, conforme Brasil (2009). Para o cálculo desta foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Massa de mil sementes (g)} = \frac{\text{Massa da amostra}}{\text{N}^\circ \text{ total de sementes}} \times 1000$$

**c) Germinação** – foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento, distribuídas entre três folhas de papel-toalha tipo Germitest<sup>®</sup>, umedecidas, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel, com água destilada. Os rolos de papel foram colocados no interior de sacos de polietileno, para manter a

sua umidade e mantidos dentro de germinadores do tipo BOD regulados à temperatura alternada de 20-30 °C e fotoperíodo de 16/8 horas. A avaliação foi feita diariamente, considerando-se germinadas as sementes que apresentavam protrusão da raiz primária, com comprimento  $\geq 2$  mm. A porcentagem de germinação foi obtida pela avaliação realizada aos 28 dias após a semeadura, sendo os resultados expressos em porcentagem.

**d) Primeira contagem de germinação (%)** – foi obtido com base no teste de germinação, considerando a porcentagem de protrusão da raiz primária, obtida aos 14 dias após a semeadura.

**e) Velocidade de germinação** – foi realizado conforme a metodologia prescrita para o teste de germinação; as plântulas foram avaliadas diariamente, a partir do dia em que ocorreu a primeira protrusão da raiz primária. E a velocidade foi calculada empregando-se a fórmula proposta por Edmond e Drapala (1958).

**f) Massa fresca e massa seca** – ao final do teste de germinação (28<sup>o</sup> dia após a semeadura) as plântulas normais foram acondicionadas em sacolas de papel e levadas para estufa de circulação de ar a 70 °C até peso constante. As pesagens foram realizadas antes e após a secagem para cálculo do peso médio das massas fresca e seca, e os resultados expressos em mg plântula<sup>-1</sup>.

**g) Emergência de plântulas em casa de vegetação** – foi realizada com quatro repetições de 50 sementes tratadas com Captan (Orthocide<sup>®</sup>), na dose de 5 g kg<sup>-1</sup> de semente. As mesmas foram semeadas em tubetes, contendo substrato Basaplant<sup>®</sup> adicionado de Basacot<sup>®</sup>, na proporção 20 g kg<sup>-1</sup> de substrato, e as bandejas com os tubetes mantidas em casa de vegetação com irrigação por aspersão controlada. A avaliação foi feita aos 28 dias após a semeadura, expressando-se o resultado em porcentagem de plântulas emergidas. Para o tratamento químico as sementes foram colocadas em sacolas plásticas de dimensões 23 x 40 contendo o fungicida e em seguida agitadas até a distribuição uniforme do produto.

### **3.2.1. Delineamento experimental**

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o *software* estatístico SISVAR (Ferreira, 2008).

### **3.3. Avaliação dos caracteres agronômicos**

O cultivo dos genótipos (híbridos, recíprocos e autofecundações) que compõem os tratamentos foi realizado no período de novembro de 2010 a janeiro de 2012, na Fazenda Santa Teresinha da Caliman Agrícola S/A, localizada em Linhares-ES.

A semeadura para a produção de mudas foi realizada em um viveiro com telas de poliolefinas (sombrite 50%), em novembro de 2010. Foram utilizados tubetes plásticos com substrato Basaplant® adicionado de Basacot® na proporção de 20 g kg<sup>-1</sup> de substrato, nos quais foram semeadas duas sementes por tubete. A produção de mudas foi realizada com base na disponibilidade de sementes em cada tratamento.

O transplântio das mudas aclimatadas para o campo foi efetuado cerca de 40 dias após a semeadura, quando as mudas mediam de 12 a 15 cm de altura.

Foram plantadas três mudas por cova para garantir um maior número de plantas hermafroditas. E para cada tratamento foram preparadas 10 covas com espaçamento de 3,5 m entre linhas e 1,5 m entre covas. A sexagem foi efetuada três meses após o transplântio (março de 2011), sendo mantida uma muda por cova, de modo a permitir uma população final de, aproximadamente, 100% de plantas hermafroditas.

Os tratamentos (parcelas) foram dispostos em um delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, com 10 plantas por parcela.

As adubações, o manejo, controle de pragas e doenças e os tratos culturais utilizados seguiram os mesmos adotados nos plantios comerciais da empresa.

#### **3.3.1. Características avaliadas**

Os caracteres morfoagronômicos foram avaliados em condições de campo, no estágio de crescimento das plantas (aproximadamente, com 180 dias

de campo), por meio da média dos valores de 10 plantas para cada tratamento. As características referentes à qualidade dos frutos foram avaliadas no Laboratório de controle de qualidade da Caliman Agrícola S/A, analisando-se a média dos valores das amostras de cinco frutos por parcela em cada colheita.

Foram avaliadas as seguintes características:

**a) Altura da planta (ALT<sub>pl</sub>)** - foi expressa em cm, determinada com uma régua graduada em cm, do nível do solo até o último par de folhas, aos 183 e aos 321 dias após o transplântio (DAT) das mudas para o campo.

**b) Altura de inserção do primeiro fruto (AIPF)** - foi expressa em cm, determinada por meio de uma régua graduada em cm, do nível do solo até o ponto de inserção do primeiro fruto, aos 183 DAT.

**c) Diâmetro do caule (Øcaule)** - foi expressa em cm, determinado a 10 cm e a 20 cm do nível do solo, aos 183 DAT (DC1) e aos 321 DAT (DC2), respectivamente.

**d) Número total de frutos por planta (NTF)** - foi obtido pela contagem de todos os frutos com características comerciais em cada planta, respectivamente, aos 183 e 321 DAT.

**e) Produção por planta (Prod/pl)** - a produção de frutos por planta foi determinada multiplicando-se o número de frutos comerciais, aos 321 DAT, pelo peso médio de uma amostra de cinco frutos e foi expressa em kg.

**f) Produtividade (PRODV)** - expressa em  $t\ ha^{-1}$ , foi obtida pela multiplicação entre a Prod  $pl^{-1}$  (transformado em toneladas) e o número de plantas por hectare, aos 321 DAT.

**g) Peso médio do fruto (PMfr)** - foi expresso em gramas (g), obtido por meio da pesagem, em balança analítica, de uma amostra de cinco frutos por parcela no estágio de maturação 1, em cada colheita.

**h) Diâmetro do fruto ( $\varnothing_{\text{frut}}$ )** - expresso em mm, mediante o uso de paquímetro digital, a partir de medições realizadas em cinco frutos por parcela, obtendo-se o diâmetro médio dos frutos.

**i) Comprimento do fruto (COMPfr)** - expresso em mm, mediante o uso de paquímetro digital, a partir de medições realizadas em cinco frutos por parcela, obtendo-se o comprimento médio dos frutos.

**j) Firmeza externa da polpa (FIRMex)** - expressa em Newton (N), foi avaliada utilizando-se um Penetrômetro de Bancada (Fruit Pressure Tester, Italy, Modelo 53205). A epiderme foi removida com um descascador em três pontos equidistantes na região equatorial dos frutos de onde as medidas foram tomadas.

**k) Firmeza interna da polpa (FIRMin)** - expressa em Newton (N), as medidas foram tomadas na região equatorial do frutos, em três pontos equidistantes na parte interna após o corte transversal do fruto, com o auxílio de um Penetrômetro de Bancada.

**l) Teor de sólidos solúveis totais (SST)** - expresso em °Brix, foi obtido por meio de um refratômetro digital Atago N1, em uma amostra de cinco frutos por parcela em cada colheita.

**m) Espessura média da polpa do fruto (ESPpolpa)** - expressa em mm, foi obtida pela medição do mesocarpo, após o corte transversal do fruto, medindo a espessura da polpa em dois pontos (espessura maior e menor), com auxílio de uma régua graduada, em uma amostra de cinco frutos em cada parcela, e o cálculo feito pela fórmula:  $[ESP (>) + ESP (<)] / 2 = ESP_{\text{polpa}} \text{ (cm)} \times 10 = \text{(mm)}$ .

**n) Diâmetro da cavidade central do fruto ( $\varnothing_{\text{cav}}$ )** - expresso em mm, determinado pela seguinte fórmula:  $\varnothing_{\text{cav}} = \varnothing_{\text{frut}} - 2 \text{ (ESP}_{\text{polpa}})$ .

### 3.3.2. Análise estatística

As análises de variância das características morfoagronômicas e qualidade dos frutos tiveram a finalidade de testar a seguinte hipótese:

$$H_0 = T_1 = T_2 = T_3 = \dots = T_i$$

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições para a avaliação de 12 tratamentos. Os dados foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o *software* estatístico SISVAR (Ferreira, 2008). O modelo estatístico adotado foi:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}, \text{ onde:}$$

$\mu$  = média geral dos tratamentos;

$t_i$  = efeito fixo do  $i$ -ésimo tratamento ( $i = 1, 2, 3, \dots, t$ );

$b_j$  = efeito do  $j$ -ésimo bloco ( $j = 1, 2, 3, 4$ )

$e_{ij}$  = erro experimental associado à observação  $Y_{ij}$ .

### 3.4. Parâmetros genéticos

A partir das análises de variância tanto das características relacionadas à qualidade fisiológica de sementes como daquelas morfoagronômicas foram obtidas as estimativas de variância e demais parâmetros genéticos. Os parâmetros estimados foram: variância fenotípica ( $\sigma^2_t$ ), variância genotípica ( $\sigma^2_g$ ), variância ambiental ( $\sigma^2_a$ ), coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ), índice de variação ( $I_v$ ), herdabilidade ( $h^2$ ) e correlação intraclasse (CI), utilizando-se o programa GENES (Cruz, 2006).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Qualidade fisiológica das sementes

Os resultados obtidos para os teores de água e massa de mil sementes estão sumariados na Tabela 3. Verificou-se uma homogeneidade desse material quanto à umidade das sementes, cujos valores oscilaram de 6,77 a 8,33. Segundo Meireles et al. (2007), a redução do teor de água das sementes de mamão para níveis em torno de 6% proporcionou os melhores resultados para germinação e vigor. No entanto, a metodologia empregada para secagem das sementes nesse trabalho foi eficiente para atingir níveis de teor de água próximos ao que é considerado ideal para o estudo da qualidade de sementes de mamão.

Com base na Tabela 3, observa-se a nítida separação entre os genótipos, em que as sementes dos genótipos mais pesadas apresentam tamanhos de sementes características do grupo Formosa, enquanto as de menor peso são características do grupo Solo. Essa diferença significativa, ainda foi observada levando-se em consideração os genótipos em estudo, onde as sementes oriundas de cruzamentos em que o genitor feminino é do grupo Formosa (tratamentos 1, 3, 4 e 5), além das autofecundações (tratamentos 7 e 9), apresentaram valores maiores referentes à massa de mil sementes, diferenciando dos demais, com menores valores e que correspondem ao mamão do grupo Solo (tratamentos 2, 6, 8, 10 e 11), além do tratamento 12, do grupo Formosa. Os resultados obtidos para a massa de mil sementes são úteis para quantificar o número de sementes por embalagem, estimar o tamanho das sementes e em alguns casos, predizer o

estado de maturidade e sanidade das mesmas. Também pode ser utilizado no cálculo de densidade de semeadura que em conjunto com os resultados do teste de germinação, tornam-se mais um ponto favorável para a tomada de decisão do produtor de mudas.

Tabela 3. Valores médios do teor de água e da massa de mil sementes das sementes dos híbridos e das autofecundações em mamão

Tratamentos	Genótipos	Umidade da semente (%)	Massa de mil sementes (g)
1	JS12 x SS72/12	8,33	19,284 a
2	SS72/12 x JS12	7,55	11,929 c
3	JS12 x Sekati	7,80	19,014 a
4	Sekati x JS12	7,28	16,371 a
5	JS12 x Waimanalo	8,00	21,089 a
6	Waimanalo x JS12	7,58	12,679 c
7	JS12	7,35	21,125 a
8	SS72/12	7,32	14,835 b
9	Sekati	7,13	16,837 a
10	Waimanalo	8,17	12,964 c
11	Golden	7,73	15,077 b
12	Tainung 01	6,77	12,445 c

Ao comparar-se os híbridos  $F_1$  e seus recíprocos (Tabela 3), verificou-se diferença significativa entre T1 e T2 e entre T5 e T6, evidenciando que não houve influência do pólen sobre a massa de mil sementes, uma vez que os valores desta característica física, de cada tratamento foram semelhantes aos dos genitores femininos, constatando-se a ausência de xênia para este atributo. Entre T3 e T4 não houve diferença significativa em razão de seus genitores constituírem o mesmo grupo, o Formosa. O 'SS72/12', quando autofecundado, também apresentou diferença significativa em relação ao recíproco do JS12 x SS72/12 (T2), apresentando este, menor valor para tal característica, quando ele foi polinizado pelo 'JS12', confirmando a ausência de xênia. Neste caso, a formação de sementes nos frutos oriundos da autofecundação do 'SS72/12' foi menor, favorecendo o crescimento e conseqüentemente o maior tamanho das mesmas. Os menores valores da massa de mil sementes foram observados no genótipo que teve o 'Waimanalo' como genitor feminino e no genótipo que continha as sementes híbridas de Tainung 01.

De acordo com Manica (1996), o Tainung 01, híbrido  $F_1$ , sintetizado na Estação Experimental de Fengshan (Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station), em Taiwan, tem como parental masculino a cultivar Sunrise Solo e como parental feminino uma cultivar de polpa vermelha da Costa Rica. E seus frutos possuem um peso que varia de 900 a 1.100 g, apresentando polpa vermelho-alaranjada. Entretanto, Pereira et al. (2003) relatam que para a obtenção do híbrido Tainung 01 fez-se o cruzamento da linhagem Sunrise Solo com uma linhagem de mamão da Costa Rica de polpa vermelha (Tainung 01). Este último relato é mais coerente diante do resultado apresentado na Tabela 3, em que as sementes híbridas Tainung 01 adquiridas para este trabalho apresentaram menor massa de mil sementes, indicando que as mesmas são provenientes de um cruzamento em que o genitor feminino seria a linhagem Sunrise Solo, levando-se em consideração que o híbrido Tainung 01 é originário do grupo Formosa e, portanto, apresenta atributos fisiológicos e morfoagronômicos peculiares a esse grupo.

Segundo Andrade e Pereira (2005), a heterose, explorada nos híbridos, normalmente não aparece nas sementes da geração  $F_1$  (semeadas pelo produtor), mas sim nas plantas originadas por estas sementes. Entretanto, Martins et al. (2009) avaliando o efeito do pólen nas características físicas e fisiológicas de sementes de mamão, relataram a ausência de xênia para atributos físicos dessas sementes, enquanto para os atributos fisiológicos, propuseram a importância da realização da polinização controlada para tais determinações, em razão da manifestação precoce da heterose.

Na Tabela 4 observa-se que houve diferença significativa entre as médias dos genótipos para as sete características indicadoras da qualidade fisiológica de sementes. Constatou-se que o coeficiente de variação apresentou valores satisfatórios para todos os testes, indicando a precisão na condução do experimento.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para sete características relacionadas à qualidade fisiológica de sementes dos híbridos elites e das autofecundações de mamão

Características <sup>1</sup>	Quadrado médio		CV (%) <sup>2</sup>	Média
	Genótipos	Resíduo		
GPC	3085,09**	16,11	5,25	76,50
GT	2309,90**	16,36	4,89	82,79
VG	26,52**	0,27	5,61	9,27
MF	1147,81**	28,44	6,01	88,71
MS	4,14*	0,93	18,66	5,19
EMI	2426,99**	36,25	7,70	78,21
EMII	1759,71**	18,69	5,22	82,79

\* Diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste F.

\*\* Diferença significativa a 1% de probabilidade pelo teste F.

<sup>1</sup> GPC: primeira contagem de germinação (%); GT: germinação (%); VG: velocidade de germinação; MF: massa fresca de plântula (mg planta<sup>-1</sup>); MS: massa seca de plântula (mg planta<sup>-1</sup>); EMI: primeira contagem da emergência de plântulas (%); EMII: emergência de plântulas (%).

<sup>2</sup>CV: coeficiente de variação.

Na Tabela 5, observou-se que os híbridos F<sub>1</sub>, recíprocos e as testemunhas apresentaram maiores valores para germinação (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T11 e T12), entretanto, houve uma peculiaridade em relação ao híbrido UENF/Caliman 01 (T1), que apresentou desempenho germinativo semelhante à linhagem JS12, o que evidencia a melhor qualidade fisiológica das sementes dessa linhagem. Em uma análise geral dos resultados nessa Tabela, a variedade SS72/12 autofecundada consistiu no genótipo que apresentou menor vigor e desempenho germinativo. Embora, a utilização do 'SS72/12' como doador de pólen no cruzamento com 'JS12' tenha originado um híbrido com menor vigor (para GPC e VG), isso não chegou a comprometer a qualidade fisiológica dessas sementes híbridas, levando-se em consideração o resultado da GT, MS, EMI, EMII. Além disso, já foi verificado alto potencial agrônômico dos híbridos oriundos de cruzamentos, em que um dos genitores foi o 'SS72/12'.

Com base na característica de vigor, primeira contagem de germinação (GPC), os híbridos, recíprocos e as testemunhas mostraram-se mais vigorosos (T2, T3, T4, T5, T6, T11 e T12), contudo para esta característica de vigor constatou-se diferença significativa do híbrido UENF/Caliman 01 (T1) em relação ao seu recíproco (T2) e demais híbridos, observando-se naquele o menor vigor (GPC 59%) entre os híbridos.

Tabela 5. Médias dos híbridos elites e das autofecundações de *Carica papaya* para sete características relacionadas à qualidade fisiológica de sementes

Tratamentos	Genótipos	GPC (%)	GT (%)	VG	MF (mg planta <sup>-1</sup> )	MS (mg planta <sup>-1</sup> )	EMI (%)	EMII (%)
1	JS12 x SS72/12	59 c	92 ab	11,00 c	86,75 cd	6,50 a	92 a	94 a
2	SS72/12 x JS12	97 a	98 a	7,00 e	70,75 ef	4,00 bc	95 a	95 a
3	JS12 x Sekati	95 a	98 a	8,50 d	108,75 b	5,75 abc	91 a	97 a
4	Sekati x JS12	91 a	97 a	9,25 d	90,75 c	6,00 abc	89 a	97 a
5	JS12 x Waimanalo	96 a	96 a	7,00 e	106,50 b	5,50 abc	95 a	97 a
6	Waimanalo x JS12	92 a	95 a	8,75 d	80,25 cde	3,75 c	89 a	91 a
7	JS12 ☉	78 b	82 bc	9,25 d	124,50 a	6,00 abc	69 c	75 b
8	SS72/12 ☉	14 e	21 e	14,75 a	74,50 def	5,75 abc	12 e	27 d
9	Sekati ☉	31 d	48 d	13,25 b	87,50 cd	6,25 ab	52 d	63 c
10	Waimanalo ☉	81 b	81 c	9,00 d	66,25 f	3,75 c	74 bc	75 b
11	Golden	93 a	94 a	7,00 e	85,25 cd	4,50 abc	86 ab	89 a
12	Tainung 01	95 a	95 a	6,50 e	82,75 cde	4,50 abc	96 a	97 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %, para a mesma característica avaliada.

GPC: primeira contagem de germinação; GT: germinação; VG: velocidade de germinação; MF: massa fresca de plântula; MS: massa seca de plântula; EMI: primeira contagem da emergência de plântulas; EMII: emergência de plântulas.

O cálculo da velocidade de germinação (VG) com base na fórmula de Edmond e Drapalla (1958) determina que quanto menor for o tempo para ocorrer a germinação, menor será a VG. Nessa característica houve diferença significativa entre os híbridos e seus recíprocos, com exceção do cruzamento entre 'JS12' e 'Sekati', no qual T3 e T4 apresentaram vigor semelhante. A menor VG ocorreu nos genótipos dos tratamentos 2, 5, 11 e 12, cujas sementes germinaram mais rápido. As linhagens JS12 e Waimanalo não apresentaram diferença significativa dos híbridos oriundos do cruzamento 'JS12' e 'Sekati' (independente do sentido de cruzamento) e do recíproco do cruzamento JS12 e Waimanalo, resultando em VG satisfatória, em seguida dos mais vigorosos. Esses resultados evidenciam o efeito do pólen no embrião e no endosperma, ação que é refletida na avaliação das características de vigor, com exceção da massa fresca de plântula (MF). Podendo-se ainda citar o 'JS12', o 'Sekati' e o 'Waimanalo' como fontes polinizadoras de qualidade para essa característica nos cruzamentos em estudo.

A avaliação da massa fresca de plântula está relacionada com a capacidade que o genótipo tem em acumular água, em determinada condição. Para essa variável (MF) foi evidenciado o efeito recíproco em razão da diferença significativa observada entre os híbridos e seus recíprocos em todos os cruzamentos. O efeito recíproco (ER) positivo em um determinado cruzamento indica a contribuição da herança materna no controle do caráter em estudo (Roveri-José et al., 2004), o mesmo foi evidenciado quando a linhagem JS12 foi tomada como genitor feminino, pois a mesma apresentou o maior valor de MF (124,50 mg) e, favoreceu a superação dos híbridos  $F_1$  sobre seus recíprocos. Essa superação também pode ser complementada com a observação do tamanho da semente, pois os híbridos  $F_1$  compuseram o grupo das sementes grandes (Tabela 3) assemelhando-se ao tamanho das sementes de JS12, linhagem do grupo Formosa, em que o tamanho de suas sementes evidencia maior absorção de água e translocação de reservas para as mesmas. Com relação a MF, a escolha do genitor (ora como feminino, ora como masculino) foi determinante para diferenciação do híbrido  $F_1$  e seu recíproco (Tabela 5).

Tabela 6. Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (rf), genotípica (rg) e ambiental (ra) entre oito características físicas e de qualidade fisiológica de sementes de mamão

Características <sup>1</sup>		GT	VG	MF	MS	EMI	EMII	MMS
GPC	rf	0,94**	-0,96**	0,19	-0,50	0,90**	0,88**	-0,08
	rg	0,94	-0,97	0,19	-0,59	0,91	0,89	-0,08
	ra	0,75	-0,24	0,03	0,38	-0,04	-0,02	0,10
GT	rf		-0,88**	0,22	-0,33	0,98**	0,97**	0,04
	rg		-0,89	0,23	-0,39	0,99	0,98	0,04
	ra		0,14	-0,16	0,41	-0,04	-0,02	0,05
VG	rf			-0,11	0,55	-0,86**	-0,83**	0,16
	rg			-0,11	0,63	-0,87	-0,83	0,16
	ra			-0,30	0,12	-0,03	-0,20	0,09
MF	rf				0,53	0,17	0,22	0,86*
	rg				0,61	0,17	0,22	*
	ra				0,08	0,03	0,18	0,87
MS	rf					-0,28	-0,20	-0,16
	rg					-0,32	-0,22	0,84
	ra					-0,01	-0,01	-0,04
EMI	rf						0,99**	0,02
	rg						0,99	0,02
	ra						0,82	-0,05
EMII	rf							0,07
	rg							0,07
	ra							-0,24

<sup>1</sup>GPC: primeira contagem de germinação (%); GT: germinação (%); VG: velocidade de germinação; MF: massa fresca de plântula (mg planta<sup>-1</sup>); MS: massa seca de plântula (mg planta<sup>-1</sup>); EMI: primeira contagem da emergência de plântulas (%); EMII: emergência de plântulas (%); MMS: massa de mil sementes (g).

Quanto à variável massa seca de plântula (MS), houve diferença significativa entre o híbrido UENF/Caliman 01 (6,50 mg planta<sup>-1</sup>) e seu recíproco (4,00 mg planta<sup>-1</sup>), mas entre os demais genótipos estudados essa diferença não ficou bem evidente (Tabela 5). Também foi possível observar, numericamente, a relação do tamanho das sementes com a característica MS, em que os genótipos com menores valores de MS (3,75 a 4,50 mg planta<sup>-1</sup>) correspondem ao grupo

das sementes pequenas. Costa et al. (2006) e Silva et al. (2010) observaram maior vigor das sementes de frutíferas naquelas de maior tamanho. Com base nas estimativas dos coeficientes de correlação (Tabela 6) verifica-se que, de modo geral, as correlações existentes entre massa de mil sementes (MMS) e as demais variáveis foram baixas. Entretanto, observou-se correlação genética significativa e positiva entre MMS e MF e entre MMS e MS, evidenciando a influência do tamanho das sementes de mamão no desenvolvimento de plântulas. Além disso, a correlação genotípica foi maior do que a fenotípica em todas as correlações, o que é favorável ao processo de seleção, uma vez que os efeitos genéticos se sobrepõem aos ambientais na manifestação do fenótipo. A mesma observação foi feita em trabalhos com maracujazeiro (Araújo et al., 2007) e mamoeiro (Oliveira et al., 2010).

Cardoso (2008) trabalhando com a qualidade fisiológica de sementes de mamão, não constatou diferença significativa entre os genótipos de mamão, em testes realizados na casa de vegetação (emergência de plântula e índice de velocidade de emergência), sugerindo influência de baixas temperaturas ocorridas no período de instalação do teste. Os resultados obtidos na primeira contagem da emergência de plântulas (EMI) e emergência final de plântulas (EMII) (Tabela 5) corroboram com as afirmações de Cardoso (2008), pois a diferença significativa foi verificada somente entre as autofecundações e os demais genótipos (híbridos, recíprocos e as testemunhas). Estes evidenciando maior porcentagem de emergência.

Segundo Santos et al. (2009), o endosperma da semente de *Carica papaya* é rico em lipídios e camadas de aleurona, ao passo que os cotilédones com o eixo embrionário contêm substancialmente grânulo de amido, e menos lipídios ao se comparar com o endosperma. Esses pesquisadores, ao investigarem a influência dos tecidos constituintes da semente de mamoeiro na germinação, evidenciaram, portanto, que o endosperma de sementes de mamoeiro exerce influência determinante sobre o processo germinativo das mesmas, podendo atuar como uma barreira física à protrusão da raiz primária e, quando na ausência do tegumento e possivelmente da camada de aleurona do endosperma, as sementes não são capazes de germinar ou produzir plântulas normais. Pois é a camada de aleurona que produz enzimas que supostamente agem no enfraquecimento da parede celular desse tecido.

Como essa camada de aleurona é constituinte do endosperma da semente de mamão, assim sendo um produto da fertilização, ocorre, portanto, a expressão fenotípica das características, que se manifestam no endosperma podendo apresentar o fenômeno xênia, que de acordo com Andrade e Pereira (2005), pode ser considerado como o efeito do pólen no embrião e endosperma, alterando suas características genéticas e proporcionando mudanças qualitativas e quantitativas.

Com base ainda nas características de qualidade fisiológica apresentadas na Tabela 5, nota-se a influência do pólen sobre as mesmas, sugerindo a ação do efeito xênia, através do qual um incremento heterótico pode ser explorado. O 'JS12' autofecundado apresentou 82% de sementes germinadas e quando na condição de genitor feminino e tendo o 'Sekati' ou o 'Waimanalo' como seus doadores de pólen em um cruzamento, foi evidenciada a melhora do desempenho germinativo das sementes híbridas oriundas de tais cruzamentos (98% e 96%, respectivamente), o mesmo foi observado em relação ao vigor com base na GPC. Contudo, nessa mesma condição em que o 'JS12' teve como seu doador de pólen o 'SS72/12', a semente híbrida oriunda desse cruzamento apresentou desempenho germinativo semelhante à linhagem JS12 (92% e 82%, respectivamente) e menor vigor (GPC 59%). Pois para a primeira contagem de germinação (vigor) neste último caso, o efeito xênia foi negativo, visto que a linhagem JS12 (GPC 78%) foi polinizada pela variedade SS72/12, a qual evidenciou menor vigor, considerando-se o valor da GPC (14%). Esse efeito (xênia) pode ser variável de um cruzamento para outro e mesmo sendo negativo pode-se verificar a heterose precoce nesse híbrido (JS12 x SS72/12). Segundo Andrade e Pereira (2005), o mesmo efeito no híbrido  $F_1$  pode não ser apresentado no cruzamento recíproco, pois a proporção entre os genomas materno e paterno no endosperma triploide é diferente. Isso, aliado aos efeitos genéticos presentes nos locos controladores do caráter e também a um possível efeito materno, pode acarretar efeitos xênia diferentes entre os recíprocos.

De acordo com Denney (1992), os resultados de xênia podem ser interpretados como uma manifestação precoce da heterose e nos demais resultados essa manifestação foi evidenciada para as características GPC GT e VG, uma vez que os valores de germinação das sementes  $F_1$  foram superiores à média dos genitores e não semelhante. Quando a variedade SS72/12 e as

linhagens Sekati e Waimanalo foram polinizadas pelo 'JS12' observou-se nitidamente esse incremento heterótico apresentado pelas sementes da geração  $F_1$ .

Os testes de vigor mais sensíveis para detectar a manifestação do efeito recíproco (ER) nos cruzamentos estudados foram a VG e a massa fresca de plântula. O ER foi observado no cruzamento JS12 x SS72/12 por meio dos seguintes testes de vigor: GPC, VG, MF e MS. Dessas variáveis citadas, o ER se manifestou sobre as três últimas no cruzamento JS12 x Waimanalo. E no cruzamento JS12 x Sekati, o ER somente se manifestou sobre a característica de vigor MF, para qual se pode notar, exclusivamente, a ação do efeito materno para explicar o ER. Esses resultados baseados na característica MF indicam que a escolha do genitor (ora como feminino, ora como masculino) foi determinante para diferenciação do híbrido  $F_1$  e seu recíproco (Tabela 5).

Este trabalho teve como um dos objetivos avaliar a qualidade fisiológica das sementes de três combinações híbridas e seus recíprocos; estimando parâmetros genéticos associados à qualidade fisiológica de sementes, bem como possíveis efeitos recíprocos entre os híbridos estudados. A relação da estimação dos parâmetros genéticos com o efeito recíproco quando manifestado nas características de qualidade fisiológica poderá contribuir para a variação total dos resultados obtidos nas avaliações, assim como para a variabilidade genética total de determinado caráter (Ramalho et al., 2000).

Na Tabela 7 pode-se observar que a variação fenotípica resulta da ação conjunta do genótipo ( $\sigma^2_g$ ) e do ambiente ( $\sigma^2_a$ ). Um aspecto da variação ambiental é que ela pode ocorrer devido às diferenças ambientais a que os indivíduos são submetidos, entretanto, nesse estudo da qualidade fisiológica de sementes buscou-se controlar ao máximo as variações ambientais, o que foi evidenciado nos baixos valores da  $\sigma^2_a$ . Diante de altos valores para  $\sigma^2_f$  e baixos para  $\sigma^2_a$ , era de se esperar também altos valores para  $\sigma^2_g$ , visto que este foi o que contribuiu para os valores do primeiro componente dessa Tabela. Valores mais elevados para  $\sigma^2_g$  são indicativos de maior variabilidade genética, fato este que possibilitará a identificação de genótipos superiores, pois é utilizada para obtenção de outros parâmetros como a herdabilidade (Cruz e Carneiro, 2003).

Tabela 7. Estimativas das variâncias fenotípica ( $\sigma^2_f$ ), ambiental ( $\sigma^2_a$ ) e genotípica ( $\sigma^2_g$ ), do coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ), do coeficiente de variação experimental ( $CV_e$ ), da relação entre o coeficiente de variação genotípico e experimental ( $CV_g/CV_e$ ) e da herdabilidade ( $h^2$ ) para sete características relacionadas à qualidade fisiológica de sementes dos híbridos elites e das autofecundações de mamão

Características <sup>1</sup>	$\sigma^2_f$	$\Sigma^2_a$	$\sigma^2_g$	$CV_g$	$CV_e$	$CV_g/CV_e$	$h^2$
GPC	865,38	4,03	861,35	40,15	5,25	7,31	99,53
GT	669,19	4,09	665,10	32,06	4,89	6,38	99,39
VG	6,63	0,05	6,58	26,37	4,96	5,60	99,21
MF	344,49	6,92	337,57	20,50	5,93	3,49	97,99
MS	1,10	0,22	0,88	18,05	18,45	0,99	79,96
EMI	694,62	9,06	685,56	34,59	7,70	4,35	98,69
EMII	506,35	4,67	501,67	27,74	5,22	5,18	99,07

<sup>1</sup> GPC: primeira contagem de germinação (%); GT: germinação (%); VG: velocidade de germinação; MF: massa fresca de plântula ( $mg\ planta^{-1}$ ); MS: massa seca de plântula ( $mg\ planta^{-1}$ ); EMI: primeira contagem da emergência de plântulas (%); EMII: emergência de plântulas (%).

O maior coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ) foi verificado para a característica GPC (40,15%) e o menor valor para MS (18,05%), esse intervalo de valores, levando em consideração as demais características, evidencia uma variabilidade genética. Constatou-se que o coeficiente de variação experimental ( $CV_e$ ) apresentou valores satisfatórios para todos os testes, indicando a precisão na condução do experimento. Segundo Vencovsky (1978), quando a relação  $CV_g/CV_e$  é igual ou acima da unidade significa que a população é favorável para o melhoramento genético. Verifica-se, portanto, na Tabela 7 que a relação  $CV_g/CV_e$  foi maior que a unidade para todas as características de qualidade fisiológica estudadas neste trabalho, com exceção para MS (0,99), enquanto a GPC apresentou a maior  $CV_g/CV_e$ , igual a 7,31. Com base nesses resultados, sugere-se que o material genético utilizado seja apropriado para o melhoramento genético.

A herdabilidade reflete a proporção da variação fenotípica que pode ser herdada. E para todas as características de qualidade fisiológica de sementes apresentadas na Tabela 7 foram verificadas magnitudes altas das estimativas de herdabilidade. Essas estimativas, quando de alta herdabilidade no sentido restrito, apontam para a viabilidade do emprego de métodos simples de seleção, porém, quando essas estimativas de herdabilidade se apresentarem com menor magnitude, haverá a necessidade de métodos de melhoramento mais trabalhosos

para se obter ganhos satisfatórios. Baixas magnitudes de herdabilidade podem estar relacionadas com maiores variações das condições locais, no entanto, maiores uniformidades das condições aumentam a herdabilidade. Com exceção da característica MS que apresentou herdabilidade de 79,96%, todas as outras (GPC, GT, VG, MF, EMI, EMII) apresentaram herdabilidade acima de 97%, sugerindo a possibilidade de se obter um acréscimo para essas características através da seleção.

Nas Tabelas 8 e 9 encontram-se as estimativas de heterose e heterobeltiose em função das sete características de qualidade fisiológica de sementes de mamão avaliadas neste estudo. Para as características avaliadas de germinação (GT), primeira contagem de germinação (GPC), velocidade de germinação (VG), emergência de plântulas (EMII) e primeira contagem de emergência (EMI) observou-se efeito heterótico nas sementes híbridas  $F_1$  e nos seus recíprocos. Esses híbridos apresentaram heterose positiva para as características citadas anteriormente, a exceção de VG. Neste caso, as estimativas da heterose para esta característica se mostraram negativas em razão do vigor ser inversamente proporcional ao tempo de germinação, ou seja, quanto menor for a VG, significa que menor foi o tempo para ocorrer a germinação e conseqüentemente, maior vigor apresentado pela semente híbrida.

Em alguns trabalhos como os de Gomes et al. (2000) e Reis et al. (2011) foi observado que a heterose manifesta-se também na fase inicial de desenvolvimento das plântulas de milho, sendo que já ocorria as primeiras evidências da expressão da heterose na qualidade fisiológica de sementes.

A grande magnitude dos valores de heterose para germinação (Tabela 8) e principalmente para EMI e EMII (Tabela 9) evidenciou a importância do vigor híbrido já a partir da fase inicial de desenvolvimento das plantas de mamão, o que possibilita melhor estabelecimento inicial das mesmas no campo.

Tabela 8. Resultados médios da porcentagem de germinação (GT), da primeira contagem (GPC) e da velocidade de germinação (VG) de sementes, das massas fresca (MF) e seca (MS) de plântula dos híbridos elites e das autofecundações de *Carica papaya*; da heterose em relação à média dos pais e da heterobeltiose

Genótipos	GT			GPC			VG			MF			MS		
	X (%)	H (%MP)	HB (%)	X (%)	H (%MP)	HB (%)	X	H (%MP)	HB (%)	X (mg)	H (%MP)	HB (%)	X (mg)	H (%MP)	HB (%)
JS12	82	-	-	78	-	-	9,36	-	-	124,36	-	-	5,67	-	-
SS72/12	21	-	-	14	-	-	14,84	-	-	74,41	-	-	5,50	-	-
Sekati	48	-	-	31	-	-	13,12	-	-	87,66	-	-	6,46	-	-
Waimanalo	81	-	-	81	-	-	8,69	-	-	66,19	-	-	3,69	-	-
JS12 x SS72/12	92 a	77,67	11,59	59 b	29,67	23,87	11,19 a	- 7,47	19,62	86,72 bc	- 12,74	- 30,27	6,21 a	10,20	7,65
SS72/12 x JS12	98 a	89,32	18,90	97 a	113,19	25,16	6,88 c	- 43,11	- 26,46	70,56 d	- 29,01	- 43,27	4,00 bc	- 28,92	- 30,57
JS12 x Sekati	98 a	50,58	18,90	95 a	74,19	21,94	8,41 b	- 25,22	- 10,17	108,67 a	2,50	- 12,62	5,52abc	- 9,75	- 14,61
Sekati x JS12	97 a	49,03	17,68	91 a	66,82	16,77	9,15 b	- 18,63	- 2,26	90,87 b	- 14,28	- 26,93	5,92 ab	- 3,23	- 8,45
JS12 x Waimanalo	96 a	18,15	17,07	96 a	20,89	18,63	7,04 c	- 21,93	- 18,92	106,50 a	11,78	- 14,36	5,47abc	15,74	- 5,13
Waimanalo x JS12	95 a	16,31	15,24	92 a	16,46	14,29	8,59 b	- 4,79	- 1,11	80,23 c	- 15,79	- 35,48	3,59 c	- 24,04	- 37,73

X (%): média dos resultados das características; H (%MP): heterose sobre a média dos pais; HB (%): heterobeltiose.

$\hat{H}$ média = XHíbrido - Xpais

$\hat{H}_{(\%)}$  = ( $\hat{H}$ média / Xpais) x 100

HB = [(Médias (híbrido) - PS) / PS]x100

PS: parental superior

Tabela 9. Resultados médios da porcentagem de emergência de plântulas (EMII) dos híbridos elites e das autofecundações de *Carica papaya* em viveiro, e da heterose e heterobeltiose em relação à média dos pais

Genótipos	EMII			EMI		
	X (%)	H (%MP)	HB (%)	X (%)	H (%MP)	HB (%)
JS12	69	-	-	75	-	-
SS72/12	12	-	-	27	-	-
Sekati	52	-	-	63	-	-
Waimanalo	74	-	-	75	-	-
JS12 x SS72/12	92 a	125,93	32,61	94 a	85,15	25,50
SS72/12 x JS12	95 a	134,57	37,68	95 a	88,12	27,52
JS12 x Sekati	91 a	50,41	31,88	97 a	41,09	30,20
Sekati x JS12	89 a	47,11	28,99	97 a	40,36	29,53
JS12 x Waimanalo	95 a	33,33	29,25	97 a	29,53	29,53
Waimanalo x JS12	89 a	24,91	21,09	91 a	21,48	21,48

X (%): média dos resultados das características; H (%MP): heterose sobre a média dos pais; HB (%): heterobeltiose.

$\hat{H}$ média= XHíbrido – Xpais

$\hat{H}_{(%)}$  = ( $\hat{H}$ média / Xpais) x 100

HB = [(Médias (híbrido) – PS) / PS]x100

PS: parental superior

Conseqüentemente, para estas características, todos os híbridos apresentaram heterobeltiose. Entretanto, para as demais características (GPC, VG, MF e MS) foram observados resultados peculiares de cada cruzamento.

Com base nas estimativas de heterose para GPC e VG, os menores valores dessa estimativa foram observados no híbrido UENF/Caliman 01 (Calimosa), oriundo do cruzamento JS12 x SS72/12 e no híbrido Waimanalo x JS12. Contudo, as justificativas para cada valor na GPC (29,67% e 16,46%, respectivamente) e na VG (-7,47% e -4,79%, respectivamente) são divergentes, já tomando por base os resultados de heterobeltiose, a qual não foi manifestada pelo híbrido UENF/Caliman 01 nessas características: GPC (-23,87%) e VG (19,62%). Embora este híbrido tenha apresentado média baixa de GPC e alta de VG (59% e 11,19, respectivamente) o mesmo manifestou heterose em razão da média entre seus genitores JS12 e SS72/12 ter sido muito baixa para GPC (46%) e elevada para VG (12,10), sendo essa a justificativa no caso do híbrido UENF/Caliman 01. Todavia, com base na média alta para GPC do híbrido Waimanalo x JS12 (92%) e baixa para VG (8,59) era de se esperar alta

magnitude no valor de heterose, o que não ocorreu em razão da pequena discrepância entre essas médias e as dos seus genitores, em que esses se apresentaram superiores aos demais genitores.

Analisar estimativas de heterose não é muito simples, pois é preciso, primeiramente, conhecer a característica de interesse para entender quando a heterose é positiva ou negativa; nem sempre quando negativa significa a ausência de heterose, um bom exemplo é a VG na Tabela 8. Bem como, nem sempre o melhor híbrido será aquele que apresentar maior estimativa de heterose, isso não é o suficiente para uma decisão, pois o melhor híbrido deve também advir de pelo menos um genitor superior, mesmo que este apresente uma heterose percentual menor que outros híbridos, neste caso a média daquele híbrido para determinada característica deve apresentar alto valor. Pode também ocorrer de outros híbridos com heterose alta apresentarem valores, de determinada característica, inferiores ao da melhor linhagem, resultado que contraria os interesses dos melhoristas de plantas.

Em relação às estimativas da heterose, para massa fresca de plântula, estas se mostraram negativas na maioria dos híbridos, variando de -12,74% (JS12 x SS72/12) a -29,01 (SS72/12 x JS12), com exceção do JS12 x Sekati e JS12 x Waimanalo, que embora tenham apresentado baixas estimativas (2,5% e 11,78%) manifestaram heterose em razão de suas médias, para MF, serem superiores às médias entre seus genitores. Entretanto, não houve manifestação da heterobeltiose nesses híbridos (consequentemente também nos demais) para MF, em vista dos mesmos não terem superado a média do melhor genitor (JS12). A heterobeltiose pode não ser tão determinante na seleção de híbridos quando se restringe à avaliação de uma característica, pois normalmente o híbrido, em um conjunto de características, apresenta-se como um genótipo bem diferente e superior, na maioria das vezes, em relação aos seus genitores. Estes resultados corroboram para a discussão da Tabela 5 já feita anteriormente.

Para massa seca de plântulas, as estimativas da heterose também se mostraram negativas na maioria dos híbridos, variando de -3,23% (Sekati x JS12) a -28,92 (SS72/12 x JS12), com exceção do JS12 x SS72/12 e JS12 x Waimanalo, que apresentaram estimativas nos valores de 10,2% e 15,74%, respectivamente. Estes híbridos manifestaram heterose, embora somente o JS12 x SS72/12 (UENF/Caliman 01) tenha manifestado a heterobeltiose para essa

característica. Este resultado evidencia a recuperação do híbrido UENF/Caliman 01 a partir deste estágio de desenvolvimento, como plântula, demonstrando superioridade ao seu melhor genitor (JS12). Causse et al. (1995), citados por Gomes et al. (2000) observaram relação entre a atividade da sacarose fosfato sintetase (SPS) e crescimento vegetativo inicial nas plântulas de milho. A maior atividade da SPS, que ocorreu nas plântulas híbridas, foi correlacionada com a maior produção de massa seca. Verificaram que as médias de MS desses dois híbridos foram similares, bem como suas estimativas de heterose. No entanto, a heterose manifestada no híbrido JS12 x Waimanalo ocorreu em razão de sua média, para MS, ter sido superior às médias entre seus genitores, bem como ocorreu no híbrido JS12 x SS72/12, porém, o baixo valor da média do genitor Waimanalo pode ter contribuído para a inferioridade da média dos genitores do híbrido JS12 x Waimanalo, favorecendo a manifestação de heterose do mesmo.

#### **4.2. Caracteres morfoagronômicos**

Na Tabela 10 observa-se que houve diferença significativa entre as médias dos genótipos para seis das sete características morfoagronômicas avaliadas dos híbridos elites e dos seus genitores autofecundados. Não houve diferença significativa entre as médias dos genótipos para produtividade (PRODV). Isso pode ser explicado pelo alto valor do coeficiente de variação experimental (50,54%) relacionado à PRODV; valores abaixo de 20% indicam menor dispersão dos dados ocorrida em torno da média da característica. O coeficiente de variação ( $CV_e$ ) também foi alto para número total de frutos (37,15%), no entanto, para as demais características, constatou-se baixos  $CV_e$ , indicando a precisão na condução do experimento.

Tabela 10. Resumo da análise de variância para sete características morfoagronômicas de híbridos elites (F<sub>1</sub> e recíprocos) e das autofecundações de mamoeiro dos grupos Solo e Formosa, com as respectivas estimativas de variâncias fenotípica ( $\sigma^2_f$ ), ambiental ( $\sigma^2_a$ ) e genotípica ( $\sigma^2_g$ ), do coeficiente de variação genética (CV<sub>g</sub>), do coeficiente de variação experimental (CV<sub>e</sub>), da relação entre o coeficiente de variação genotípico e experimental (CV<sub>g</sub>/CV<sub>e</sub>) e da herdabilidade (h<sup>2</sup>)

<b>Características<sup>1</sup></b>	<b>QMGen</b>	<b>Médias</b>	<b><math>\sigma^2_f</math></b>	<b><math>\sigma^2_a</math></b>	<b><math>\sigma^2_g</math></b>	<b>h<sup>2</sup> (%)</b>	<b>CV<sub>g</sub> (%)</b>	<b>CV<sub>e</sub> (%)</b>	<b>CV<sub>g</sub>/CV<sub>e</sub></b>
ALTpl (183 DAT)	2078,00**	153,69	519,50	28,13	491,38	94,59	14,42	6,90	2,09
Øcaule (183 DAT)	2,27*	7,39	0,57	0,13	0,44	76,95	8,93	9,78	0,91
AIPF (183 DAT)	1205,46**	91,05	301,37	14,04	287,33	95,34	18,62	8,23	2,26
ALTpl (321 DAT)	3780,39**	180,94	945,10	110,79	834,31	88,28	15,96	11,63	1,37
Øcaule (321 DAT)	2,96*	9,44	0,74	0,19	0,55	73,96	7,84	9,30	0,84
NTF	1689,46**	26,92	422,47	24,99	397,47	94,08	74,05	37,15	1,99
PRODV	411,73 <sup>ns</sup>	38,51	102,93	94,65	8,28	8,04	7,47	50,54	0,15

\* Diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste F.

\*\* Diferença significativa a 1% de probabilidade pelo teste F.

<sup>1/</sup> ALTpl: altura da planta aos 183 e aos 321 DAT (dias após o transplântio) em cm; Øcaule: diâmetro do caule aos 183 e aos 321 DAT (dias após o transplântio) em cm; AIPF: altura de inserção do primeiro fruto (cm); NTF: número total de frutos; PRODV = produtividade (ton.ha<sup>-1</sup>). <sup>2/</sup>CV: coeficiente de variação. QMGen: quadrado médio de genótipos.

O conhecimento sobre a natureza e intensidade das variações de origem genética e ambiental é indispensável para que as ações de melhoramento sejam realizadas de forma eficiente (Dias et al., 2011). Na Tabela 10 pode-se observar que os altos valores para variação genotípica ( $\sigma^2_g$ ) contribuíram para os valores de variação fenotípica ( $\sigma^2_f$ ) da maioria das características apresentadas nesta Tabela, a exceção para PRODV, na qual a contribuição para o valor da  $\sigma^2_f$  foi determinado pelo alto valor de variação ambiental ( $\sigma^2_a$ ). Neste estudo não se utilizou a diferença entre ambientes embora tenha sido observada alta  $\sigma^2_a$  para PRODV. Este resultado pode ser explicado pela condição em que essa característica foi avaliada, em uma fase mais tardia do experimento, e com o avanço no tempo de avaliação foi observada a necessidade de eliminação de algumas plantas, durante o “roguing”, conseqüentemente, alterando o ambiente experimental, promovendo baixa precisão do experimento para PRODV, o que foi confirmado pelo alto  $CV_e$ .

No entanto, o coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ) variou de 7,47 a 74,05%, para as características PRODV e NTF, respectivamente. Os altos valores dos  $CV_g$  observados para algumas das características devem, possivelmente, à variabilidade genética do material utilizado na análise. Oliveira et al. (2010) observaram  $CV_g$  com valores de 16,80 e 60,54%, para as características altura da planta e número de frutos por planta, respectivamente. Para diâmetro do caule e altura de inserção do primeiro fruto, Silva et al. (2007) observaram  $CV_g$  de 5,39 e 9,98%, respectivamente. Dias et al. (2011) observaram maiores  $CV_g$  com valores de 10,67 e 16,81%, para diâmetro do caule e altura de inserção do primeiro fruto, respectivamente. De acordo com estes últimos autores, o  $CV_g$  é um indicador importante da grandeza relativa das mudanças possíveis que podem ser obtidas em cada característica por meio da seleção.

A relação  $CV_g/CV_e$ , na Tabela 10 foi maior que a unidade para as características altura da planta (ALTpl), altura de inserção do primeiro fruto (AIPF) e número total de frutos (NTF), variando de 1,37 a 2,26. Esses resultados sugerem que o material genético utilizado seja apropriado para o melhoramento genético, considerando-se que as duas primeiras características citadas influenciam diretamente na colheita, já que as plantas de menor estatura facilitam esse processo, bem como o NTF ser uma característica de interesse econômico para o produtor. Entretanto, a relação  $CV_g/CV_e$  foi menor que a unidade para as

características diâmetro do caule ( $\emptyset$ caule) e PRODV, sendo o menor valor (0,15) verificado nesta última. Em razão das alterações ambientais no experimento, durante a avaliação da PRODV, imposta pelo “roguing” verificou-se a influência dessa prática sobre os parâmetros genéticos relacionados a essa característica.

As estimativas de herdabilidade para a maioria das características morfoagronômicas, apresentadas na Tabela 10, foram de média a alta magnitude, com variação de 73,96% ( $\emptyset$ caule) a 95,34% (AIPF), esses altos valores indicam que em um processo de seleção, há possibilidade de ganhos expressivos quanto à maioria dessas características. No entanto, para PRODV essa estimativa foi muito baixa (8,04%). Baixas estimativas de herdabilidade podem estar relacionadas com maiores variações das condições locais, o que foi verificado durante o experimento.

Observa-se pela Tabela 11 que o efeito recíproco se manifestou somente para a característica AIPF no cruzamento JS12 x Waimanalo. Para as características ALTpl aos 183 e 321 DAT, todos os híbridos foram intermediários entre os seus genitores, indicando uma ausência de dominância para este caráter. O desejável é que a planta cresça e que apresente estatura média que favoreça a colheita, com entrenós curtos, promovendo menor espaço entre os frutos, o que pode refletir em uma maior produtividade. A planta que apresentou maior ALTpl foi o genitor ‘Waimanalo’ (186,04 cm aos 183 DAT e 228,17 cm aos 321 DAT) e a menor ALTpl foi apresentada pelo ‘Sekati’ (108,17 cm aos 183 DAT e 124,70 cm aos 321 DAT), conseqüentemente, os híbridos que tiveram o ‘Sekati’ como um dos genitores foram os que apresentaram menor estatura.

Com relação ao diâmetro do caule, a maioria dos híbridos foi intermediária entre seus genitores, entretanto foi observado maior  $\emptyset$ caule (aos 183 DAT) do híbrido Sekati x JS12 (recíproco do JS12 x Sekati) em relação ao seu melhor genitor (JS12). A mesma observação também foi feita para os híbridos e recíprocos oriundos do cruzamento JS12 x Sekati em relação ao  $\emptyset$ caule (aos 321 DAT). 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 (0,84). As plantas que apresentaram maior  $\emptyset$ caule (aos 321 DAT) foram as representantes dos genótipos ‘SS72/12’ e ‘Waimanalo’ (11,64 cm e 10,07 cm, respectivamente). Embora os híbridos e seus recíprocos oriundos do cruzamento JS12 x Sekati

tenham superado seus genitores, o híbrido JS12 x SS72/12 (UENF/Caliman 01) foi aquele que apresentou maior  $\varnothing$ caule (9,87 cm) entre os híbridos, não havendo diferença significativa entre o mesmo e os genótipos 'SS72/12' e 'Waimanalo'.

A redução da altura da inserção do primeiro fruto do híbrido, em relação aos parentais, reveste-se de grande importância econômica porque permite uma maior longevidade de colheita e, conseqüentemente, uma maior produção por planta, permitindo a exploração de ciclos mais avançados do mamoeiro (Dantas e Lima, 2001). Numericamente, os híbridos apresentaram médias da altura da inserção do primeiro fruto (AIPF) superiores às médias de seus genitores, evento não desejável de acordo com Dantas e Lima (2001). Observou-se que o híbrido UENF/Caliman 01 e seu recíproco (SS72/12 x JS12) apresentaram diferenças significativas em relação aos seus genitores. Também os híbridos e recíprocos do cruzamento JS12 x Waimanalo diferiram significativamente do genitor 'JS12' (72,10 cm), contudo, os mesmos foram semelhantes ao genitor 'Waimanalo' (111,25 cm), embora o efeito recíproco tenha se manifestado neste cruzamento. A semelhança também foi observada para os híbridos e recíprocos oriundos do cruzamento JS12 x Sekati em relação aos seus genitores. Dentre os híbridos avaliados, estes apresentaram menor AIPF (78,36 e 84,85 cm), resultado favorecido pelas médias baixas de seus genitores para esta característica, sendo que o 'Sekati' foi o genótipo de menor AIPF (68,08 cm), o que pode indicar precocidade de produção para estes genótipos.

Marin et al. (1989) estabeleceram, na seleção de cultivares do grupo "Solo", nas condições de cultivo da região Norte do Estado do Espírito Santo: altura das primeiras flores inferior a 70 cm, nos meses de inverno, e nos meses de verão alturas de inserção de até 90 cm, capacidade de produção acima de 80 frutos perfeitos por planta, dentre outros descritores.

O número total de frutos é uma determinação importante para estimar a produção. Verifica-se, na tabela 11, que os genótipos SS72/12 e Golden diferiram significativamente dos demais, apresentando maiores médias (83,38 e 52,23, respectivamente) para número total de frutos (NTF). Os demais genótipos apresentaram valores que variaram de 11,48 (JS12 x Waimanalo) a 24,33 (SS72/12 x JS12).

Tabela 11. Valores médios de sete características morfoagronômicas de híbridos elites (F<sub>1</sub> e recíprocos) e das autofecundações de mamoeiro dos grupos Solo e Formosa

Trat	Genótipos	ALTpl (cm) 183 DAT		Øcaule (cm) 183 DAT		AIPF (cm) 183 DAT		ALTpl (cm) 321 DAT		Øcaule (cm) 321 DAT		NTF	PRODV (ton ha <sup>-1</sup> )		
1	JS12 x SS72/12	163,85	ab	7,95	ab	94,29	bcd	191,43	abc	9,87	ab	23,83	c	36,94	a
2	SS72/12 x JS12	163,59	ab	7,65	ab	90,74	cde	186,33	abc	9,07	b	24,33	c	39,92	a
3	JS12 x Sekati	128,94	de	7,03	b	78,36	defg	147,59	cd	9,16	b	14,73	c	34,25	a
4	Sekati x JS12	130,54	de	7,28	b	84,85	cdefg	147,88	cd	9,43	b	16,43	c	43,33	a
5	JS12 x Waimanalo	163,85	ab	6,75	b	102,99	bc	204,29	ab	9,45	b	11,48	c	26,05	a
6	Waimanalo x JS12	179,01	ab	7,11	b	125,99	a	215,50	a	9,33	b	16,08	c	30,35	a
7	JS12 ⊗	137,13	cd	7,17	b	72,10	fg	163,06	bcd	8,40	b	18,70	c	33,91	a
8	SS72/12 ⊗	167,63	ab	9,20	a	72,75	efg	205,00	ab	11,64	a	83,38	a	60,16	a
9	Sekati ⊗	108,17	e	6,18	b	68,08	g	124,70	d	8,31	b	20,53	c	49,34	a
10	Waimanalo ⊗	186,04	a	6,94	b	111,25	ab	228,17	a	10,07	ab	21,40	c	24,38	a
11	Golden	157,69	bc	7,69	ab	89,67	cdef	180,83	abc	9,09	b	52,23	b	37,41	a
12	Tainung 01	157,90	bc	7,79	ab	101,52	bc	176,53	abcd	9,52	ab	19,98	c	46,05	a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %, para a mesma característica avaliada.

<sup>1/</sup> ALTpl: altura da planta aos 183 e aos 321 DAT (dias após o transplante); Øcaule: diâmetro do caule aos 183 e aos 321 DAT (dias após o transplante); AIPF: altura de Inserção do primeiro fruto; NTF: número total de frutos; PRODV = produtividade.

Embora não tenham ocorrido diferenças significativas entre a maioria dos genótipos, numericamente os resultados de NTF (Tabela 11) não foram satisfatórios quando se comparou híbridos com seus respectivos genitores. O UENF/Caliman 01 e seu recíproco mostraram-se intermediários entre seus genitores. Enquanto, os híbridos e seus recíprocos dos cruzamentos JS12 x Sekati e JS12 x Waimanalo apresentaram médias inferiores às dos seus respectivos genitores menos produtivos.

Com o objetivo de verificar como o número de frutos comerciais por planta (NFr) se relaciona com 16 características morfológicas e agronômicas do mamoeiro (*C. papaya* L.), Oliveira et al. (2010) constataram que o número de frutos por axila (NFrAx) e o comprimento do fruto (CFr) possuem maior efeito direto sobre NFr, sendo que este foi positivo e significativamente correlacionado com NFrAx, e negativamente correlacionado com CFr. Este resultado corrobora para os resultados de alta produção dos genótipos SS72/12 e Golden, em razão desses dois apresentarem menor comprimento do fruto, bem como menor massa e diâmetro do fruto (Tabela 13).

Houve diferença significativa entre as médias dos genótipos (Tabela 12) para sete das oito características morfológicas e referentes à qualidade dos frutos avaliados dos híbridos elites e dos seus genitores autofecundados. Não houve diferença significativa entre as médias dos genótipos para diâmetro da cavidade central do fruto ( $\emptyset_{cav}$ ), embora o valor do  $CV_e$  para  $\emptyset_{cav}$  (17,22%) tenha sido menor que 20%. Para as demais características, constatou-se baixos  $CV_e$ , com variação de 6,25 a 17,22%, indicando a precisão na condução do experimento.

A variância genotípica está associada a diferenças genéticas entre os indivíduos. Valores mais elevados para este componente é indicativo de maior variabilidade genética, fato este que possibilitará a identificação de genótipos superiores (Cardoso et al., 2011). Os altos valores para  $\sigma^2_g$  contribuíram para os valores de  $\sigma^2_f$  da maioria das características apresentadas na Tabela 12, a exceção para  $\emptyset_{cav}$ , na qual a contribuição para o valor da  $\sigma^2_f$  foi determinada pelo alto valor de variação ambiental ( $\sigma^2_a$ ), conseqüentemente, este resultado refletiu em uma baixa magnitude da estimativa de herdabilidade para  $\emptyset_{cav}$ . Uma vez que valor elevado da estimativa de variância ambiental, indica maior dificuldade na seleção (Cruz, 2005).

Tabela 12. Resumo da análise de variância de oito características referentes à qualidade dos frutos de híbridos elites ( $F_1$  e recíprocos) e das autofecundações de mamoeiro dos grupos Solo e Formosa, com as respectivas estimativas de variâncias fenotípica ( $\sigma^2_f$ ), ambiental ( $\sigma^2_a$ ) e genotípica ( $\sigma^2_g$ ), do coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ), do coeficiente de variação experimental ( $CV_e$ ), da relação entre o coeficiente de variação genotípico e experimental ( $CV_g/CV_e$ ) e da herdabilidade ( $h^2$ )

Características <sup>1</sup>	QMGen	Médias	$\sigma^2_f$	$\sigma^2_a$	$\sigma^2_g$	$h^2$	$CV_g$	$CV_e$	$CV_g/CV_e$
PMfr	438820,39**	920,94	109705,09	5689,85	104015,24	94,81	35,02	16,38	2,14
Øfruto	319,18**	92,43	79,80	12,78	67,01	83,98	8,86	7,74	1,14
COMPfr	7070,74**	199,84	1767,69	42,77	1724,91	97,58	20,78	6,55	3,17
FIRMex	910,26*	87,36	227,56	46,26	181,30	79,67	15,41	15,57	0,99
FIRMin	337,71**	69,35	84,43	13,02	71,41	84,58	12,18	10,40	1,17
SST	5,90**	10,17	1,46	0,10	1,36	93,06	11,48	6,25	1,83
ESPpolpa	40,80**	27,08	10,22	0,95	9,27	90,67	11,24	7,20	1,56
Øcav	72,74 <sup>ns</sup>	38,28	18,17	10,83	7,34	40,38	7,08	17,22	0,41

\* Diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste F.

\*\* Diferença significativa a 1% de probabilidade pelo teste F.

<sup>1/</sup>PMfr: peso médio do fruto em gramas; Øfruto: diâmetro do fruto em mm; COMPfr: comprimento do fruto em mm; FIRMex: firmeza externa da polpa em newton; FIRMin: firmeza interna da polpa em newton; SST: teor de sólidos solúveis totais em °Brix; ESPpolpa: espessura média da polpa do fruto em mm; Øcav: diâmetro da cavidade central do fruto em mm. QMGen: quadrado médio de genótipo.

Tabela 13. Valores médios de oito características referentes à qualidade dos frutos de híbridos elites (F<sub>1</sub> e recíprocos) e das autofecundações de mamoeiro dos grupos Solo e Formosa

Trat	Genótipos	PMfr (g)	Øfruto (mm)	COMPfr (mm)	FIRMex (N)	FIRMin (N)	SST (°Brix)	ESPpolpa (mm)	Øcav (mm)
1	JS12 x SS72/12	812,15 b	92,29 abc	188,29 d	95,48 ab	72,33 bc	12,05 a	26,00 bc	40,35 a
2	SS72/12 x JS12	789,90 b	91,04 abc	188,74 d	87,80 abc	68,71 bc	11,25 abc	26,10 bc	38,85 a
3	JS12 x Sekati	1228,70 a	101,80 a	217,33 bcd	99,14 ab	70,75 bc	10,07 cde	29,82 ab	42,17 a
4	Sekati x JS12	1274,40 a	100,38 a	231,18 abc	119,08 a	91,34 a	10,12 cde	30,52 ab	39,32 a
5	JS12 x Waimanalo	1212,27 a	100,07 a	244,54 ab	91,44 abc	73,44 ab	9,70 cde	27,72 ab	44,60 a
6	Waimanalo x JS12	988,75 ab	97,48 ab	212,51 bcd	89,06 abc	69,62 bc	10,30 bcd	27,77 ab	42,00 a
7	JS12 ⊗	940,30 ab	91,32 abc	213,37 bcd	86,14 abc	72,68 bc	10,97 abc	30,22 ab	30,87 a
8	SS72/12 ⊗	331,37 c	80,34 bc	119,22 e	60,31 c	55,06 c	11,75 ab	22,67 c	34,97 a
9	Sekati ⊗	1236,57 a	102,16 a	198,99 cd	88,01 abc	69,68 bc	8,70 ef	30,97 a	40,22 a
10	Waimanalo ⊗	627,62 bc	80,73 bc	206,28 cd	71,98 bc	58,27 bc	8,10 f	22,10 c	36,60 a
11	Golden	370,27 c	76,46 c	122,57 e	70,14 bc	60,47 bc	10,10 cde	22,72 c	31,00 a
12	Tainung 01	1199,02 a	95,03 ab	255,04 a	89,75 abc	69,90 bc	8,87 def	28,32 ab	38,40 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %, para a mesma característica avaliada.

<sup>1/</sup>PMfr: peso médio do fruto; Øfruto: diâmetro do fruto; COMPfr: comprimento do fruto; FIRMex: firmeza externa da polpa; FIRMin: firmeza interna da polpa; SST: teor de sólidos solúveis totais; ESPpolpa: espessura média da polpa do fruto; Øcav: diâmetro da cavidade central do fruto.

Alta variação fenotípica para características morfológicas e agronômicas no mamoeiro como tamanho e forma dos frutos, sabor e doçura da polpa, altura da planta e número de frutos por planta, tem sido relatada na literatura (Oliveira et al., 2010; Dias et al., 2011).

Estimativas do coeficiente de variação genética ( $CV_g$ ) (Tabela 12) indicaram que, dentre as características analisadas, as mais variáveis geneticamente na população foram comprimento do fruto (20,78%) e firmezas externa e interna do fruto (15,41 e 12,18%, respectivamente). O coeficiente de variação genética de valor aproximadamente a 9% foi considerado alto por Berti (2010) e variação de 3 a 4%  $CV_g$  mediano. A relação  $CV_g/CV_e$  foi menor que a unidade para as características firmeza externa do fruto (FIRMex) e  $\varnothing_{cav}$ , sendo o menor valor (0,41) verificado nesta última. No entanto, a relação  $CV_g/CV_e$  foi maior que a unidade para as demais características da Tabela 12, variando de 1,14 a 3,17.

As estimativas de herdabilidade para a maioria das características morfológicas e de qualidade dos frutos (Tabela 12) foram de média a alta magnitude, com variação de 79,67% (FIRMex) a 97,58% (COMPfr). No entanto, para  $\varnothing_{cav}$  essa estimativa foi baixa (40,38%). Cattaneo (2001), em trabalho conduzido em Linhares - ES, verificou que as características altura de florescimento, número de frutos por planta e peso de frutos apresentaram alta herdabilidade no sentido restrito. Com base nestes resultados, este mesmo autor sugeriu que métodos simples podem ser aplicados à seleção dessas características possibilitando ganhos expressivos. Às características altura de plantas, diâmetro de caule e produtividade de frutos que apresentaram baixa herdabilidade no sentido restrito, este autor sugere a necessidade de métodos de melhoramento mais trabalhosos ou a seleção indireta para a obtenção de ganhos satisfatórios.

Na Tabela 13 são apresentados os valores médios das características referentes à qualidade dos frutos. Verificou-se que o efeito recíproco se manifestou somente para a característica firmeza interna da polpa (FIRMin) no cruzamento JS12 x Sekati.

Dias et al. (2011) verificaram que resultados do agrupamento de médias indicaram consistência dos seguintes descritores: massa, comprimento e largura do fruto, para a classificação dos genótipos de mamoeiro do tipo Solo ou Formosa. Entretanto, esses autores consideram bastante subjetiva a classificação

do mamoeiro nesses tipos, quando se tratava de genótipos com alta variabilidade quanto ao tamanho e à forma dos frutos.

Verificou-se que o peso médio dos frutos (PMfr) oscilou entre 789,90 e 1274,40 g para os híbridos e recíprocos avaliados, sendo que para os demais genótipos (oriundos da autofecundação) o PMfr variou de 331,37 a 1236,57 g (Tabela 13). Esses resultados sugerem a potencialidade de comercialização desses híbridos no mercado nacional. Segundo Dias et al. (2011), frutos com padrão de massa entre 0,80 e 1,50 kg atendem o mercado nacional, enquanto o mercado externo ainda exige massa em torno de 0,50 kg. Dantas e Lima (2001) observaram massa média de frutos de 0,28 a 0,85 kg, em acessos do grupo Solo, e 0,71 a 2,2 kg no grupo Formosa.

A variação nas características físicas dos frutos está relacionada a fatores como: condições edafoclimáticas, tratos culturais, cultivar, época de plantio, manuseio na colheita e pós-colheita (Fagundes e Yamanishi, 2001).

O Øfruto variou de 76,46 mm (Golden) a 102,16 mm (Sekati) e o COMPfr de 119,22 mm (SS72/12) a 255,04 mm (Tainung 01). Não houve diferença significativa para Øfruto entre os híbridos avaliados. Contudo, os genótipos autofecundados diferiram entre si, refletindo ainda a diferença entre os grupos Solo e Formosa. As menores médias de Øfruto foram verificadas nos genótipos SS72/12, Waimanalo e Golden, em razão desses apresentarem menores dimensões dos frutos, observação que é peculiar ao mamão do grupo Solo. Com relação ao COMPfr observou-se que os híbridos UENF/Caliman 01 (JS12 x SS72/12) e seu recíproco diferiram significativamente do recíproco do cruzamento JS12 x Sekati e do híbrido JS12 x Waimanalo, sendo estes os híbridos que juntamente ao Tainung 01 apresentaram maior COMPfr (231,18; 244,54 e 255,04 mm, respectivamente). Embora, Oliveira et al. (2010) tenham observado efeitos diretos e negativos das características peso, comprimento e diâmetro do fruto, diâmetro da cavidade do fruto, espessura da polpa e teor de sólidos solúveis totais sobre a característica número de frutos por planta, o COMPfr e o Øfruto são positivos e significativamente correlacionados com a massa do fruto (0,89 e 0,86, respectivamente).

Segundo Dias et al. (2011), o diâmetro da cavidade interna do fruto (Øcav) está relacionado à qualidade dos frutos, pois aqueles com menor valor, geralmente apresentam maior quantidade de polpa. Oliveira et al. (2010)

observaram correlação significativa e positiva, embora de baixa magnitude (0,42), entre espessura da polpa e firmeza do fruto. No presente trabalho, os frutos foram avaliados em estágio de maturação 1, e verificou-se que frutos com menor espessura da polpa (ESPpolpa) como SS72/12, Waimanalo e o Golden tenderam a apresentar menor firmeza externa da polpa (oscilando de 60,31 a 71,98 N), todavia, contrabalançando esses resultados, os híbridos avaliados apresentaram médias de FIRMex superiores ao seu melhor genitor, além disso não foi verificada diferença significativa entre esses híbridos, cuja variação dos mesmos para essa característica foi de 87,80 a 119,08 newton (Tabela 13). Em cultivares que apresentam menor firmeza da polpa, maiores recomendações devem ser feitas para manuseio, transporte e comercialização dos frutos. Com relação à firmeza interna da polpa (FIRMin) os genótipos que apresentaram maior FIRMin foram o recíproco do JS12 x Sekati (91,34 N) e o híbrido JS12 x Waimanalo (73,44 N), os demais genótipos não diferiram significativamente entre si, cujas médias variaram de 58,27 a 72,68 N), a exceção para a variedade SS72/12, que apresentou menor FIRMin (55,06 N). Com base nos resultados da Tabela 13, observou-se que alguns híbridos apresentaram médias superiores à de seu melhor genitor, indicando que o efeito da heterobeltiose tendeu a ser comum nos híbridos de mamão derivados de conjuntos de genes distintos.

Dentre as características que constituem a Tabela 13, o PMfr, FIRMex, FIRMin e teor de sólidos solúveis totais (SST) são aquelas de maior importância nas avaliações, em razão dessas estarem diretamente relacionadas ao interesse do consumidor.

Sabe-se que durante a fase de maturação dos frutos ocorre um aumento no teor de açúcares, que variam com o tipo de mamão, cultivar, condições climáticas, fertilidade do solo, épocas de produção, estágio de desenvolvimento e maturação. Portanto, é importante fazer a determinação do ponto ideal de colheita, levando em consideração os vários fatores que influenciam suas características químicas e físicas (Fagundes e Yamanishi, 2001).

Com relação ao teor de sólidos solúveis totais (SST), o híbrido UENF/Caliman 01 e seu recíproco, bem como seus genitores JS12 e SS72/12 apresentaram os maiores valores, com variações de 10,97 a 12,05 °Brix (Tabela 13). Em contrapartida os genótipos que apresentaram as menores médias de SST, oscilando de 8,10 a 8,87 °Brix, foram Waimanalo, Sekati e Tainung 01. Entre

os demais genótipos observou-se que não houve diferença significativa, cujas médias de SST foram intermediárias (9,70 a 10,30 °Brix). Estes resultados da Tabela 13 equivalem às variações observadas em outros trabalhos relacionados à qualidade do fruto de mamão. Marin et al. (2006) ao analisar híbridos de mamoeiro observaram valores entre 7,85 e 12,65 °Brix. Oliveira et al. (2010) observaram valores de SST entre 5,00 e 16,20 °Brix na análise de germoplasma. Entretanto, valores de 10,24 a 12,27 °Brix foram observados por Silva et al. (2008) na análise de populações segregantes.

O SST e a firmeza da polpa são características de grande interesse para os pesquisadores que almejam acréscimos nas médias dos frutos de híbridos e variedades de interesse comercial.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade fisiológica das sementes de três combinações híbridas e seus recíprocos, além dos genótipos genitores autofecundados; estimar parâmetros genéticos associados à qualidade fisiológica de sementes, bem como possíveis efeitos recíprocos entre os híbridos estudados; avaliar o desempenho agrônômico dos respectivos híbridos e seus recíprocos, em nível de lavoura e avaliar a viabilidade agrônômica do melhor sentido de cruzamento.

Para a avaliação da qualidade fisiológica foram usadas sementes híbridas  $F_1$  de mamão e seus respectivos recíprocos, provenientes dos cruzamentos JS12 x Sunrise Solo 72/12, JS12 x Sekati, JS12 x Waimanalo, e sementes dos genitores e duas variedades, totalizando 12 tratamentos em um delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições. Foram realizadas as seguintes determinações e/ou avaliações: teor de água, massa de mil sementes, germinação, massa fresca e massa seca das plântulas, primeira contagem de germinação, velocidade de germinação e emergência de plântula em casa de vegetação.

Nos estudos morfoagronômicos os tratamentos foram dispostos em um delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, com 10 plantas por parcela. As características avaliadas foram: altura da planta, altura de inserção do primeiro fruto, diâmetro do caule, número total de frutos por plantas, produtividade, peso médio do fruto, diâmetro do fruto, comprimento do fruto,

firmeza externa e interna da polpa, teor de sólidos solúveis totais, diâmetro da cavidade central do fruto.

A análise dos resultados permitiu obter as seguintes conclusões:

- Há ausência de xênia para massa de mil sementes e massa fresca de plântula;
- O efeito recíproco não se manifesta para germinação e emergência de plântula, sendo que para as demais características referentes à qualidade fisiológica de sementes o mesmo somente não se manifestou no cruzamento JS12 x Sekati;
- As diferenças entre os híbridos e seus recíprocos ocorrem em razão da ação do pólen no cruzamento estando relacionado a heterose precoce;
- Os testes de vigor mais sensíveis para discriminar diferenças no desempenho dos híbridos e seus recíprocos estudados são: velocidade de germinação e massa fresca de plântula;
- A correlação genética é significativa e positiva entre MMS e MF e entre MMS e MS;
- Há influência do tamanho das sementes de mamão no desenvolvimento de plântulas;
- Para as características morfoagronômicas e referentes à qualidade do fruto, o efeito recíproco se manifesta somente nos cruzamentos JS12 x Waimanalo e JS12 x Sekati para altura da inserção do primeiro fruto e para firmeza interna da polpa, respectivamente;
- Na obtenção dos híbridos, principalmente do Calimosa, para formação da lavoura comercial, é viável a utilização nos dois sentidos de cruzamento;
- O efeito recíproco não se manifesta sobre a maioria das características morfoagronômicas e de qualidade dos frutos;
- A maioria das características referentes à qualidade fisiológica de sementes, morfoagronômicas e referentes à qualidade dos frutos apresenta valores altos de estimativas do coeficiente de determinação genotípica, a exceção para massa seca de plântula, diâmetro do caule (aos 183 e 321 DAT) e firmeza externa da polpa que apresentam valores intermediários dessas estimativas, além dos baixos valores para diâmetro da cavidade interna do fruto;

- O híbrido UENF/Caliman 01 apresenta maior diâmetro do caule;
- As menores alturas da inserção do primeiro fruto são apresentadas pelos híbridos e recíprocos do cruzamento JS12 x Sekati;
- Os genótipos SS72/12 e Golden produzem maior número total de frutos;
- O recíproco do cruzamento JS12 x Sekati, o híbrido JS12 x Waimanalo e o Tainung 01 apresentam maior comprimento do fruto;
- Os frutos dos genótipos SS72/12, Waimanalo e Golden apresentam menores espessuras e firmezas internas da polpa, bem como menores diâmetros do fruto;
- As maiores firmezas internas da polpa são verificadas no recíproco do JS12 x Sekati e no híbrido JS12 x Waimanalo;
- O híbrido UENF/Caliman 01 e seu recíproco, o JS12 e SS72/12 apresentam o maior teor de sólidos solúveis totais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdul-Baki, A.A.; Anderson, J.D. (1972) Physiological and biochemical deterioration of seeds. *In*: Kozlowski, T.T. (ed.) *Seed biology*. New York: Academic Press, v.2, p. 238-315.
- Agrocapixaba - Negócios e agricultura: <http://www.agrocapixaba.com.br/mais-uma-empresa-do-es-ira-exportar-mamao-para-os-estados-unidos/> Publicado em:17/07/2009. Acesso em 20/02/2011.
- Ahrens, D.C.; Peske, S.T. (1994) Flutuações de umidade e qualidade de semente de soja após a maturação fisiológica: II. Avaliação da qualidade fisiológica. *Revista Brasileira de Sementes*, 16 (2):111-115.
- Allard, R.W. (1971) *Princípios do melhoramento genético das plantas*. 2.ed. São Paulo: Edgar Blucher, 381p.
- Almeida, R.D. (2008) *Divergência genética entre cultivares de soja e correlações entre suas características, sob condições de várzea irrigada, no sul do estado do Tocantins*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Gurupi – TO, Universidade Federal do Tocantins, 59p.
- Alvarenga, E.M.; Silva, R.F.; Araújo, E.F. (1991) Maturação fisiológica de sementes de abóbora italiana. *Revista Brasileira de Sementes*, 11 (2): 147-150.
- Andrade, J.A.C.; Pereira, F.C.D. (2005) Uso do efeito xênia em híbridos comerciais de milho (*Zea mays* L.). *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 4 (3): 65-78.
- Arango Wisner, L.V. (2004) *Determinação precoce do sexo do mamoeiro por caracteres físicos das sementes e padrões iso-enzimáticos das mudas*. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras – UFLA, 42p.

- Araújo, E.C.; Daher, R.F.; Silva, R.F.; Pio Viana, A. (2007) Path analysis for physiological traits that influence seed germination of *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 7: 148-154.
- Araújo, F.S. (2008) *Estudos citogenéticos e citométricos em mamoeiro (Carica papaya L.)*. Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 47p.
- Aroucha, E.M.M. (2004) *Influência do estágio de maturação, da época de colheita e repouso dos frutos e do osmocondicionamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão (Carica papaya L.)*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 102p.
- Aroucha, E.M.M.; Silva, R.F.; Balbinot, E.; Nunes, G.H.S. (2007) Qualidade fisiológica de sementes de mamão após o armazenamento dos frutos e de sementes. *Revista Caatinga*, 20 (3): 136-143.
- Aroucha, E.M.M.; Silva, R.F.; Oliveira, J.G.; Pio Viana, A.; Pereira, M.G. (2005) Época de colheita e período de repouso de frutos de mamão (*Carica papaya* L.) cv. Golden na qualidade fisiológica das sementes. *Ciência Rural*, 35 (3): 537-543.
- Badillo, V.M. (1971) *Monografía de la familia Caricaceae*. (Tese em Botânica) - Maracay - Venezuela, Universidad Central de Venezuela – Publicada por la Asociacion de profesores, 222p.
- Badillo, V.M. (2000) *Carica* L. vs *Vasconcella* St. Hil. (*Caricaceae*): com la heabilitación de este último. *Ernstia*, 10 (2): 74-79.
- Balbinot, E. (2004) *Importância do manejo dos frutos na secagem e armazenamento de sementes de mamão (Carica papaya L.)*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 52p.
- Balbinot, E.; Silva, R.F.; Berbert, P.A.; Pio Viana, A.; Araujo, E.F. (2006) Efeito da secagem, do teor de água e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). *Revista Brasileira de Armazenamento*, 31:72-78.
- Barbosa, J.M.; Barbosa, L.M. (1985) Avaliação dos substratos, temperaturas de germinação e potencial de armazenamento de sementes de três frutíferas silvestres. *Ecossistema*, 10:152-160.
- Benassi, A.C. (2004) Evolução da cultura mamoeira no Brasil. *Toda Fruta*, Disponível em: [http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=6351](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=6351) Acesso em: 06/03/2009.

- Benassi, A.C. (2007) Informes sobre a produção do mamão. *Toda Fruta*, Disponível em: [http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=14291](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=14291) Acesso em: 06/03/2009.
- Berbert, P.A.; Carlesso, V.O.; Silva, R.F.; Araújo, E.F.; Thiébaud, J.T.L.; Oliveira, M.T.R. (2008) Qualidade fisiológica de semente de mamão em função da secagem e do armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, 30 (1):40-48.
- Berti, C.L.F. (2010) *Variação genética, herdabilidades e ganhos na seleção para caracteres de crescimento e forma, em teste de progênies de polinização aberta de Eucalyptus cloeziana, aos 24 anos de idade em Luiz Antônio-SP*. Tese (Mestrado em Agronomia) – Ilha Solteira - SP, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, 69p.
- Bewley, J.D.; Black, M. (1994) *Seeds: physiology of development and germination*, 2. ed. New York: Plenum Press, 445p.
- Borém, A. (2001) *Melhoramento de plantas*. 3.ed. Viçosa:UFV, 500p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009) *Regras para Análise de Sementes*. Brasília: Mapa/ACS., 399p.
- Brown, R. (1972) Germination. In: Steward, F.C. (ed.). *Plant Physiology: a treatise*. London: Academic Press, v.3, 642p.
- Bueno, L.C.S.; Mendes, A.N.G.; Carvalho, S.P. (2001) *Melhoramento genético de plantas: princípios e procedimentos*. Lavras: UFLA. 282p.
- Cardoso, D.L. (2008) *Variabilidade genética e avaliação da qualidade fisiológica de sementes de genótipos de mamoeiro*. Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 92p.
- Cardoso, D.L.; Silva, R.F.; Pereira, M.G.; Pio Viana, A.; Araújo, E.F. (2009) Diversidade genética e parâmetros genéticos relacionados à qualidade fisiológica de sementes em germoplasma de mamoeiro. *Revista Ceres*, 56 (5): 572-579.
- Cardoso, D.L.; Silva, R.F.; Schripsema, J.; Casagrande, G.; Oliveira, A.C.S.; Braga, A.C. (2007) Influência da sarcotesta de genótipos de mamão na germinação em sementes de alface e mamoeiro. In: Martins, D.S.; Costa, A.N.; Costa, A.F.S. *Papaya Brasil: manejo, qualidade e mercado do mamão*. Vitória: Incaper, cap.20, p.307-309.
- Cardoso, D.L.; Vivas, M.; Silveira, S.F.; Pereira, M.G. (2011) Estimativas de parâmetros genéticos em mamão. In: *XI Encontro Latino Americano de Pós Graduação*, São José dos Campos – SP, UNIVAP. Disponível em: [http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2011/anais/arquivos/0726\\_1144\\_01.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/arquivos/0726_1144_01.pdf) Acesso em: 09/07/2012.

- Carvalho, N.M.; Nakagawa, J. (2000) *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP. 588p.
- Cattaneo, L.F. (2001) *Avaliação da divergência genética e análise de gerações em mamoeiro (Carica papaya L.): Habilidade combinatória de genótipos dos grupos 'Solo' e 'Formosa'*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 95p.
- Chen, Y.; Burris, J.S. (1990) Role of carbohydrates in desiccation tolerance and membrane behavior in maturing maize seed. *Crop Science*, 30: 971-975.
- Ching, T.M. (1972) Metabolism of germination seeds. In: Kozłowski, T.T. (ed). *Seed Biology*, v.1. New York: Academic Press, p.103-218.
- Cockerham, C.C. (1956) Effects of linkage on the covariances between relatives. *Genetics*, 41 (1):138-141. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1209760/pdf/138.pdf>
- Costa, A.N.; Costa, A.F.S. (2007) Diagnóstico e recomendação de adubação para o mamoeiro. In: Martins, D.S.; Costa, A.N.; Costa, A.F.S. *Papaya Brasil: manejo, qualidade e mercado do mamão*. Vitória: Incaper. cap.1, p.15-26.
- Costa, A.F.S.; Pacova, B.E.V. (2003) Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro. In: Martins, D. S.; Costa, A F. S. *A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção*. Vitória: Incaper. cap 3, p. 59-102.
- Costa, F.R. (2008) *Estudos das relações genômicas em espécies de Caricaceae com base em marcadores citomoleculares*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 82p.
- Couto, F.A.D.; Nacif, S.R. (1999) *Hibridação em mamão*. In: Borém, A. Hibridação artificial de plantas. Viçosa: UFV. p.307-329.
- Cruz, C.D. (2005) *Princípios de genética quantitativa*. Viçosa: UFV. 394p.
- Cruz, C.D. (2006) *Programa Genes: biometria*. Viçosa: UFV. 382p.
- Cruz, C.D.; Carneiro, P.C.S. (2003) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: UFV. v.2.
- Cruz, C.D.; Regazzi, A.J. (2004) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 480p.
- Damasceno Junior, P.C. (2008) *Estudos citogenéticos, genéticos e moleculares como ferramenta auxiliar no melhoramento genético do mamoeiro*. 2008. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 139p.

- Dantas, J.L.L.; Lima, J.F. (2001) Seleção e recomendação de variedades de mamoeiro – avaliação de linhagens e híbridos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 23: 617-621.
- Dantas, J.L.L.; Morales, C.F.G. (1999) Melhoramento genético do mamoeiro. In: Mendes, L.G.; Dantas, J.L.L.; Morales, C.F.G. (Eds.). *Mamão No Brasil*. Cruz das Almas-BA: AGRUFBA / EMBRAPA – CNPMF, p.93-120.
- Delouche, J.C. (1975) *Pesquisas em sementes no Brasil*. Brasília: AGIPLAN. 70p.
- Delouche, J.C. (1976) Seed maturation. In: SHORT COURSE FOR SEEDSMEN, 1976, *Seed Technol. Lab.*, 18: 25-33.
- Delouche, J.C.; Caldwell, W.P. (1960) Seed vigor and vigor tests. *Proc. Association of Official Seed Analysts*, 50 (1): 124-129.
- Denney, J.O. (1992) Xênia includes metaxenia. *HortScience*, California, 27 (7): 722-728.
- Dhingra, O.D.; Muchovej, J.J.; Cruz Filho, J. (1980) *Tratamento de sementes – controle de patógenos*. Viçosa: Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa, 121p.
- Dias, N.L.P.; Oliveira, E.J.; Dantas, J.L.L. (2011) Avaliação de genótipos de mamoeiro com uso de descritores agrônômicos e estimação de parâmetros genéticos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46 (11): 1471-1479.
- Donnelly, E.D.; Watson, J.E.; McGuire, J. A. (1972) Inheritance of hard seed in *Vicia*. *The Journal of Heredity*, 63: 361-365.
- Edmond, J.B.; Drapala, W.J. (1958) The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 71: 428-434.
- Embrapa Mandioca E Fruticultura Tropical. (2009) *A cultura do mamoeiro*. Disponível em: [http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=pesquisa-culturas\\_pesquisadas-mamao.php&menu=3#topo](http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=pesquisa-culturas_pesquisadas-mamao.php&menu=3#topo) Acesso em: 15 jan. 2009.
- Fagundes, G.R.; Yamanishi, O.K. (2001) Características físicas e químicas em frutas de mamoeiro do grupo Solo comercializado em 4 estabelecimentos de Brasília – DF. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 23 (3): 541-545.
- Falconer, D.S. (1987) *Introdução à genética quantitativa*, Trad. SILVA, M.A.; SILVA, J.C. Viçosa, UFV. Imprensa Universitária, 279p.
- Food And Agriculture Organization – FAO (2011) Faostat. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/612/DesktopDefault.aspx?PageID=612#ancor> Acesso em: 19/02/2011.
- Ferreira, D.F. (2008) SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, Lavras, 6: 36-41.

- Ferreira, A. G.; Borghetti, F. (2004) *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, 323 p.
- Figliola, M.B.; Oliveira, E.C.; Piña-Rodrigues, F.C.M. (1993) Análise de sementes. *In: Aguiar, I.B.; Piña-Rodrigues, F.C.M.; Figliola, M.B. (eds.). Sementes Florestais Tropicais*. Brasília: ABRATES. p.137-174.
- Fontes, R.A. (1980) Secagem e armazenamento. *Informe Agropecuário*, 6 (72): 69-69.
- Forbes, F.; Wells, H.D. (1968) Hard and soft seededness in blue lupine. *Lupinus angustifolius* L.: Inheritance and phenotype classification. *Crop Science*, 8: 195-196.
- Franca Neto, J.B.; Krzyzanowski, F.C.; Henning, A.A.; Pádua, G.P. (2010) Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. *Informativo ABRATES*, 20 (3).
- Gerson, R.; Honma, S. (1978) Emergence response of the pepper at low soil temperature. *Euphytica*, 27: 151-156.
- Gladstones, J.S. (1970) *Lupinus* as crop plants. *Field Crop Abstracts*, 23: 123-148.
- Gomes, M.S.; Von Pinho, E.V.R.; Von Pinho, R.G.; Vieira, M.G.G.C. (2000) Efeito da heterose na qualidade fisiológica de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, 22 (1): 7-17.
- Gomes, R.P. (1973) *Fruticultura brasileira*. São Paulo: Nobel. 446p.
- Henning, A.A. (2005) *Patologia e tratamento de sementes: noções gerais*. 2.ed. Londrina: Embrapa Soja. 52p. (Embrapa Soja. Documentos, 264 ).
- Hofmeyr, J.D.J. (1941) Genetics of *Carica papaya* L. *Chron. Bot.*, 6; 246-247.
- Ide, C.D. (2008) *Melhoramento genético do mamoeiro (Carica papaya L.): Parâmetros genéticos e capacidade combinatória em ensaios de competição de cultivares*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 141p.
- Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística – IBGE. (2011) Produção agrícola Municipal. Disponível em:[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2009/PAM2009\\_comentarios.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2009/PAM2009_comentarios.pdf). Acesso em: 18/02/2011.
- Isely, D. (1957) Vigor tests. *Proceedings of the Association of Official Seed Analysts*, 4: 176-182.

- Joly, A.B. (1993) *Botânica: Introdução à taxonomia vegetal*. 11.ed. São Paulo: Nacional. 777p.
- Koszo, C.R.R. (2006) *Germinação de sementes de Erythrina speciosa Andr. e Eugenia brasiliensis Lam. em meio ácido*. Tese (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, Instituto de Botânica, São Paulo. 77p.
- Lopes, J.C. (1990) *Germinação de sementes de Phaseolus vulgaris*. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Campinas – SP, Universidade Estadual de Campinas, 223p.
- Lopes, J.C.; Capucho, M.T.; Furno, P.S.; Zanotti, P. (1998) Tratamentos para superar a dormência em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, 20 (1): 87-92.
- Lopes, J.C.; Coelho, R.I.; Bregonci, I. Dos S.; Macedo, C.M.P.; Maia, L.R. (2008) Brotação de mamoeiro Tainung 1 submetido a diferentes alturas de corte do caule. *Ciência e Agrotecnologia*, 32 (2): 360-365.
- Manica, I. (1996) Cultivares e melhoramento do mamoeiro. In: Mendes, L.G.; Dantas, J.L.L.; Morales, C.F.G. *Mamão no Brasil*. Cruz das Almas, BA: EUFBA/EMBRAPA-CNPMP, p. 93-120.
- Marcos Filho, J. (1999) Testes de vigor: importância e utilização. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, p. 1-21.
- Marcos Filho, J. (2005) *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: Fealq. 495p.
- Marcos Filho, J. (2010) Sistema computadorizado de análise de imagens de plântulas (SIVS®) para avaliação do vigor de sementes. *Informativo Abrates*, 20 (3): 40-44.
- Marin, S.L.D. (2001) *Melhoramento genético do mamoeiro (Carica papaya L.): Habilidade combinatória de genótipos dos grupos 'Solo' e 'Formosa'*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 117p.
- Marin, S.L.D.; Gomes, J.A. (1986) Morfologia e biologia floral do mamoeiro. *Informe Agropecuário*, EPAMIG, 12 (134): 10-14.
- 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, 1989, 13 p. (EMCAPA, Documentos, 59).
- Marin, S.L.D.; Gomes, J.A.; Salgado, J.S.; Martins, D.S.; Fullin, E.A. (1995) *Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos Solo e Formosa no Estado do Espírito Santo*. 4. ed. Ver. Ampl., Vitória: EMCAPA. 57p. (Circular Técnica, 3).

- Marin, S.L.D.; Pereira, M.G.; Amaral Junior, A.T.; Martelleto, L.A.P.; Ide, C.D. (2006) Heterosis in papaya hybrids from partial diallel of 'Solo' and 'Formosa' parents. *Crop Breeding Applied Biotechnology*, 6: 24-29.
- Martin, T.N.; Tomazella, A.L.; Cícero, S.M.; Dourado Neto, D.; Favarin, J.L.; Vieira Júnior, P.A. (2007) Questões relevantes na produção de sementes de milho segunda parte. *Revista da FZVA*, 14 (2): 80-101.
- Martins, G.N. (2007) *Qualidade de sementes de mamão: determinações metodológicas e de componentes genéticos*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 112p.
- Martins, G.N.; Pereira, M.G.; Silva, R.F.; Oliveira, A.C.S.; Silva, F. (2009) Efeito do pólen nas características físicas e fisiológicas de sementes de mamão. *Revista Brasileira de Sementes*, 31 (2): 19-26.
- Martins, G.N.; Silva, R.F.; Araújo, E.F.; Pereira, M.G.; Vieira, H.D.; Viana, A.P. (2005) Influência do tipo de fruto, peso específico das sementes e período de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão do Grupo Formosa. *Revista Brasileira de Sementes*, 27 (2): 12-17.
- Martins, G.N.; Silva, R.F.; Pereira, M.G.; Araújo, E.F.; Posse, S.C.P. (2006) Influência do repouso pós-colheita de frutos na qualidade fisiológica de sementes de mamão. *Revista Brasileira de Sementes*, 28 (2): 142-146.
- Mayer, A.M.; Poljakoff-Mayber, A. (1989) *The germination of seeds*. London: Pergamon Press. 270p.
- Medeiros, J.F.; Oliveira, F.A. (2007) Fertirrigação da cultura do mamoeiro. In: MARTINS, D.S.; COSTA, A.N.; COSTA, A.F.S. *Papaya Brasil: manejo, qualidade e mercado do mamão*. Vitória: Incaper. cap.3, p.43-61.
- Medina, J.C. (1989) Cultura. In: Medina, J.C.; Bleinroth, E.W.; Sigrist, 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. (Eds.) *Mamão: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos*. 2ª ed. Campinas. ITAL. (Frutas tropicais, 7).
- Medina, J.C.; Garcia, J.L.; Salomon, E.A.G.; Vieria, R.F.; Renesto, O.; Figueiredo, N.M.S.; Canto, W. (1980) *Mamão: da cultura ao processamento e comercialização*. São Paulo: Instituto de Tecnologia de Alimentos.
- Meireles, R.C.; Silva, R.F.; Berbert, P.A.; Araújo, E.F.; Reis, L.S.; Carlesso, V.O. (2007) Efeito imediato do teor de água e do tipo de secagem sobre a qualidade fisiológica das sementes de mamoeiro. In: Oliveira, J.G., Viana, A.P., Pereira, M.G. (eds.) *Boletim Técnico da III Reunião de Pesquisa do Futimamão*. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, p. 256-258.

- Menten, J.O.M. (1995) Prejuízos causados por patógenos associados às sementes. *In: Patógenos em Sementes: Detecção, danos e controle químico*. São Paulo: Ciba Agro, p.114-136.
- Ming, R.; Yu, Q.; Moore, P.H. (2007) Sex determination in papaya. *Seminars in Cell & Developmental Biology*, 18 (3): 401-408.
- Miranda, L.C.; Silva, W.R.; Cavariani, C. (1999) Secagem de sementes de soja em silo com distribuição radial do fluxo de ar – II. Efeitos sobre a qualidade das sementes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34 (11): 2109-2121.
- Nakagawa, J. (1994) Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. *In: Vieira, R.D., Carvalho, N.M. (Ed.). Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP, p.49-85.
- Nakasoni, Y.H.; Crozier Junior, J.A.; Ikeara, D.K. (1972) Evaluation of 'Waimanalo' a new papaya strain. *Hawaii Agr, Exp. Sta. Tech. Bul*, 79, p.1-12.
- Oliveira, A.C.S.; Martins, G.N.; Silva, R.F.; Vieira, H.D. (2009) Teste de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. *Inter Science Place*, ano 2 (4). 21p.
- Oliveira, A.M.G.; Ferias, A.R.N.; Santos Filho, H.P.S.; Oliveira, J.R.P.; Dantas, J.L.L.; Almeida, O.A.; Nickelo, O.; Medina, V.M.; Cordeiro, Z.J.M. (1994) *Mamão para exportação: aspectos técnicos da produção*. Brasília: MAARS/EMBRAPA – SPI, 52p. (Série publicações técnicas FRUPEX, 9).
- Oliveira, A.M.G.; Souza, L.F.S.; Raij, B.V.; Magalhães, A.F.J.; Bernardi, A.C.C. (2004) *Nutrição, calagem e adubação do mamoeiro irrigado*. Cruz das Almas – BA: EMBRAPA. (Embrapa Fruticultura. Circular Técnica, 69). <[http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/circulares/circular\\_69.pdf](http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/circulares/circular_69.pdf)> Acesso em 10/11/2011.
- Oliveira, E.J.; Lima, D.S.; Lucena, R.S.; Motta, T.B.N.; Dantas, J.L.L. (2010) Correlações genéticas e análise de trilha para número de frutos comerciais por planta em mamoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45 (8): 855-862.
- Paterniani, E. (1978) *Melhoramento e produção do milho no Brasil*. São Paulo: Fundação Cargill, 650p.
- Pereira, F.C.D. (2003a) *Uso do efeito xênia em híbridos comerciais de milho (Zea mays L.)*. Tese (Mestrado em Agronomia) – Ilha Solteira – SP, Universidade Estadual Paulista - UNESP, 51p.
- Pereira, M.G. (2003b) Melhoramento genético do mamoeiro (*Carica papaya* L.): desenvolvimento e recombinação de híbridos. *In: Semana Acadêmica de Horticultura do Espírito Santo, Alegre-ES. Revista da SEAHORTES*. Alegre-ES: Carlos Feitosa - SEAHORTES, v.1, p.61-66.
- Pereira, M. G.; Marin, S. L. D.; Viana, A. P.; Ferregueti, G. A.; Martelleto, L. A. P.; Cattaneo, L. F.; Pereira, T. N. S. (2003) Melhoramento genético do mamoeiro

- (*Carica papaya* L.): desenvolvimento e recombinação de híbridos. *Resumo expandido*. Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 2., Porto Segura-BA.
- Perez, S.C.J.G.A. (2004) Envoltórios. *In*: Ferreira, A.G.; Borghetti, F. *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed. cap.7, p.125-134.
- Peske, S.T.; Peixoto, C.M.; Matos, L.A. (2011) A complexidade dos materiais híbridos. *SEED News*, arquivo on line. Ano XV, n.6. Disponível em: [http://www.seednews.inf.br/\\_html/site/content/reportagem\\_capa/index.php](http://www.seednews.inf.br/_html/site/content/reportagem_capa/index.php) Acesso em 10/11/2011.
- Piña-Rodrigues, F.C.M.; Figliolia, M.B.; Peixoto, M.C. (2004) Testes de qualidade. *In*: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed. cap.18, p.283-297.
- Piña-Rodrigues, F.C.M.; Vieira, J.D. (1988) Teste de germinação. *In*: Piña-Rodrigues, F.C.M. (ed). *Manual de análise de sementes florestais*. Campinas: Fundação Cargill. p.70-90.
- Pola, J.N. (1979) *Efeito do retardamento de colheita sobre a germinação, vigor e sanidade de semente de soja*. Tese (Mestrado) – Pelotas – RS, Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”/Universidade Federal de Pelotas. 144p.
- Pollock, B.M.; Roos, E.E. (1972) Seed and seedling vigor. *In*: Kozlowski, T.T. *Seed Biology*. Chapter 6, 1: 313-387.
- Pontes, O.F.S., Martins, P.S. (1982) Determinação de parâmetros genéticos relacionados à dormência de sementes de soja perene (*Glycine wightii*). *O solo*, Piracicaba, 74 (1-2):13-17.
- Popinigis, F. (1985) *Fisiologia da semente*. 2.ed. Brasília: ABRATES. 298p.
- Portal Toda Fruta. (2011) Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/portal/icNoticiaAberta.asp?idNoticia=6062> Acesso em: 22/02/2011.
- Posse, S.C.P. (2005) *Produção de mudas de mamoeiro: tratamento da semente, recipiente, substrato e condicionamento mecânico*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 129p.
- Ramalho, M.A.P.; Santos, J.B.; Pinto, C.A.B.P. (2000) *Genética na agropecuária*. Lavras: UFLA. 472p.
- Reis, M.S. (1984) *Autoecologia de diferentes espécies de Stylosanthes Sw.: análise da alocação de energia e estudos da biologia da semente*. Tese (Doutorado em Agronomia) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo – USP, 170f.

- Reis, L.S.; Pereira, M.G.; Silva, R.F.; Meireles, R.C. (2011) Efeito da heterose na qualidade de sementes de milho doce. *Revista Brasileira de Sementes*, 33 (2): 310-315.
- Robinson, H.F.; Cockerham, C.C. (1965) Estimación y significado de los parámetros genéticos. *Fitotecnía Latinoamericana*, 2: 23-38.
- Rosinha, R.O. (1993) *Processamento das sementes*. EMBRAPA-CNPMS. (Circular técnico, 19: 29-32).
- Roveri José, S.C.B.; Von Pinho, E.V.R.; Von Pinho, R.G.; Ramalho, M.A.P.; Silva Filho, J.L. (2004) Controle genético da tolerância à alta temperatura de secagem em sementes de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 3 (3): 414-428.
- Rufino, E.R. (2008) *Estimativas de parâmetros genéticos e seleção de clones Linalol em Lippia alba*. Tese (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Campinas – SP, Instituto Agrônômico – IAC, 110p.
- Ruggiero, C. (1980) Propagação do mamoeiro. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO*, 1, 1980, Jaboticabal. *Anais*. Piracicaba. p.79-87.
- Sampaio, H.S.; Luna, J.V.U.; Sampaio, L.S.V. (1983) Comportamento de linhas endógamas de mamão (*Carica papaya* L.) e seus híbridos, em solo infestado com *Phytophthora* sp. *Magistra*, 1: 36-45.
- Santos, S.A. (2009) *Aspectos morfoanatômicos e genéticos em relação à germinação de sementes de mamão*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 88p.
- Santos, S.A.; Silva, R.F.; Pereira, M.G.; Alves, E.; Machado, J.C.; Borém, F.M.; Guimarães, R.M.; Marques, E.R. (2009) Estudos morfo-anatômicos de sementes de dois genótipos de mamão (*Carica papaya* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, 31 (2): 116-122.
- Schmidt, E. R. (2003) Considerações sobre biotecnologia em mamoeiro (*Carica papaya* L.). *Revista da SEAHORTES*, Alegre-ES, cap. 9, 1 (1): 55-59.
- Schmidt, E.R.; Fronza, V.; Diaz, J.L.S.; Unêda, S.H.; Alvarenga, E.M. (1993) Comparação de métodos físicos de remoção da sarcotesta e de métodos de secagem de sementes de mamoeiro (*Carica papaya* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, 15 (2): 147-151.
- Silva, F.F.; Pereira, M.G.; Damasceno Junior, P.C; Pereira, T.N.S.; Viana, A.P.; Daher, R.F.; Ramos, H.C.C.; Ferregueti, G.A. (2007) Evaluation of the sexual expression in a segregating BC1 papaya population. *Crop Breeding Applied Biotechnology*, 7: 16-23.

- Silva, F.F.; Pereira, M.G.; Ramos, H.C.; Damasceno Junior, P.C.; Pereira, T.N.S.; Viana, A.P.; Daher, R.F.; Ferregueti, G.A. (2008) Estimation of genetic parameters related to morpho-agronomic and fruit quality traits of papaya. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 8: 65-73.
- Silva Filho, P.M. (1997) *Processo de secagem, desempenho da semente e qualidade industrial do trigo*. Tese (Doutorado Ciência e Tecnologia de Sementes) – Pelotas - RS, Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”/Universidade Federal de Pelotas – UFPel, 64p.
- Simão, S. (1971) *Manual de fruticultura*. São Paulo: Agronômica Ceres. 530p.
- Souza, J.S. (2000) Custos de produção e receitas esperadas. In: Trindade, A.V. (org). *Mamão, produção: aspectos técnicos*. Cruz das Almas: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. p.71-73. (Frutas do Brasil, 3).
- Souza, L.A.; Paoli, A.A.S. (2009) Estrutura da semente. In: Souza, L.A. *Sementes e plântulas: germinação, estrutura e adaptação*. Ponta Grossa: Todapalavra. Cap.1. p.15-87.
- Souza Junior, C.L. (2001) Melhoramento de Espécies Alógamas. In: Nass, L.L.; Valois, A.C.C.; Melo, I.S.; Valadares-Inglis, M.C. (Org.). *Recursos Genéticos e Melhoramento-Plantas*. 1 ed. Rondonópolis: Fundação MT, cap.8, p. 159-199.
- Souza, J.S. (2000) Custos de produção e receitas esperadas. In: Trindade, A.V. (org). *Mamão, produção: aspectos técnicos*. Cruz das Almas: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. p.71-73. (Frutas do Brasil, 3).
- Souza, L.A.; Paoli, A.A.S. (2009) Estrutura da semente. In: Souza, L.A. *Sementes e plântulas: germinação, estrutura e adaptação*. Ponta Grossa: Todapalavra. Cap.1. p.15-87.
- Souza Junior, C.L. (2001) Melhoramento de Espécies Alógamas. In: Nass, L.L.; Valois, A.C.C.; Melo, I.S.; Valadares-Inglis, M.C. (Org.). *Recursos Genéticos e Melhoramento-Plantas*. 1 ed. Rondonópolis: Fundação MT, cap.8, p. 159-199.
- Storey, W.B. (1953) Genetics of the papaya. *J. Hered.*, 44: 70-78.
- Storey, W.B. (1941) The botany and sex relations of the papaya. In: *Papaya production in the Hawaiian Island, Honolulu*. Hawaii Agr. Exp. St., Univ. Hawaii, Bull. 87: 5-22.
- Storey, W.B. (1938) The primary flowers types of papaya and the primary fruit types that develop from them. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 35: 83-85.
- Tokuhisa, D.; Dias, D.C.F.S.; Alvarenga, E.M.; Hilst, P.C.; Demuner, A.J. (2007) Compostos fenólicos inibidores da germinação em sementes de mamão (*Carica papaya* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, 29 (3): 161-168.

- Toledo, F.F.; Marcos Filho, J. (1977) *Manual das sementes: tecnologia da produção*. São Paulo: Agronômica Ceres. 224p.
- Vencovsky, R. (1978) Herança quantitativa. *In: Paterniani, E. (Coord.) Melhoramento de milho no Brasil*. Piracicaba: Fundação Cargill, p. 122-201.
- Viggiano, J.R. (1999) *Influência do teor de umidade, tipo de embalagem e ambiente de armazenamento na conservação de sementes de mamão (Carica papaya L.)*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF. 67p.
- Viggiano, J.R., Silva, R.F., Vieira, H.D. (2000) Ocorrência de dormência em sementes de mamão (Carica papaya L.). *Sementes On Line*, Pelotas, 1 (1): 6-10.
- Villagomez, A.Y.; Villasenor, R.R.; Salinas, M.J.R. (1979) *Lineamento para el funcionamiento de um laboratorio de semillas*. México: INIA. 91p.
- Villela, F.A.; Peres, W.B. (2004) Coleta, beneficiamento e armazenamento. *In: Ferreira, A.G.; Borghetti, F. Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed. cap.17, p.265-281.
- Zapata, J.C. (1985) Efecto del manchado del grano de arroz sobre algunos estados de desarrollo de la planta de arroz. *Arroz*, Bogotá, 34 (338): 22-26.