

VARIABILIDADE GENÉTICA E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GENÓTIPOS DE MAMOEIRO

DEISY LÚCIA CARDOSO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO - UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
MARÇO – 2008

VARIABILIDADE GENÉTICA E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GENÓTIPOS DE MAMOEIRO

DEISY LÚCIA CARDOSO

Dissertação 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 Mestre em Genética e Melhoramento
de Plantas

Orientador: Prof. Roberto Ferreira da Silva

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
MARÇO – 2008

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCTA / UENF** 048/2008

Cardoso, Deisy Lúcia

Variabilidade genética e avaliação da qualidade fisiológica de sementes de genótipos de mamoeiro / Deisy Lúcia Cardoso. – 2008.
92 f. : il.

Orientador: Roberto Ferreira da Silva
Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2008.

Inclui bibliografia.

1. Mamão 2. Diversidade genética 3. Parâmetros genéticos 4. Deterioração controlada 5. Condutividade elétrica I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD– 634.65121

VARIABILIDADE GENÉTICA E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GENÓTIPOS DE MAMOEIRO

DEISY LÚCIA CARDOSO

Dissertação 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 Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas

Aprovada em 27 de março de 2008

Comissão Examinadora:

Prof. Eduardo Fontes Araújo (Doutor, Produção Vegetal) - UFV

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

Prof. Alexandre Pio Viana (Doutor, Produção Vegetal) - UENF

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

“Não semearás a tua vinha com sementes de dois tipos, para que não se degenere o fruto da semente que semeares, e a novidade da vinha seja perdida.”

Deuteronômio 22: 9

AGRADECIMENTO

A Deus, por ter me abençoado a cada dia da minha vida.

Ao professor Roberto Ferreira da Silva, pela orientação, amizade, confiança, apoio e valiosos ensinamentos.

Aos professores Messias Gonzaga Pereira e Alexandre Pio Viana, pela colaboração.

Ao professor Eduardo Fontes Araújo, pela atenção e preciosas sugestões.

Aos professores da Genética e Melhoramento de Plantas e da Produção Vegetal, pela oportunidade de aprendizado e atenção sempre concedida.

A UENF, pela oportunidade de realizar o Mestrado ao conceder a bolsa de pesquisa e por todo suporte durante a realização deste trabalho.

À Caliman Agrícola S.A, pelo suporte financeiro e por todo apoio e infraestrutura oferecidos para o desenvolvimento do trabalho, em especial aos funcionários Elielder e Aylton.

Aos colegas do Setor de Sementes/LFIT, pela ótima convivência e colaboração: Antônio Carlos, Bruno, Dimmy, Gabriela, Graciana, Marcos Vinicius, Raquel, Robson, Sheila, Sílvia e Sônia.

Aos amigos conquistados nessa fase de minha vida, especialmente: Alessandra, Anna Christina, Elba , Josi, Juliana, Kênia, Lala, Marcos, Marcos Vinicius, Renata, Sérgio, Thaís, pelo companheirismo, apoio e importantes momentos compartilhados.

Ao Matheus e cia, sempre disponíveis em me escoltarem até a casa de vegetação nos fins de semana.

Aos companheiros de viagem para terrinha: prof. Aluízio, prof. Brandão, Chico, Luciano, Marcos Bastiani, Raquel, Virgínia.

A minha mãe, pelo apoio constante, compressão e pelo imenso carinho dedicado; aos meus irmãos, pelo carinho.

A toda a minha família, que sempre esteve ao meu lado, apoiando em todos os momentos.

Ao Henrique, pelo amor, carinho e dedicação.

A todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho, meu muito obrigada!

SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| | vii |
| RESUMO..... | |
| ABSTRACT..... | ix |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 01 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 04 |
| 2.1. Semente | 04 |
| 2.1.1. Qualidade fisiológica de sementes..... | 04 |
| 2.1.2. Avaliação do vigor de sementes..... | 08 |
| 2.1.3. Variabilidade genética para atributos de qualidade fisiológica de sementes..... | 11 |
| 2.2 Melhoramento genético do mamoeiro..... | 13 |
| 2.2.1. Origem e classificação..... | 13 |
| 2.2.2. Recursos genéticos..... | 14 |
| 2.2.3. Métodos de melhoramento..... | 16 |
| 2.2.4. Melhoramento visando à qualidade de sementes..... | 19 |
| 2.2.5. Xênia..... | 21 |
| 2.2.6. Heterose..... | 22 |
| 2.2.7. <i>Imprinting</i> | 24 |
| 2.2.8. Parâmetros genéticos..... | 25 |
| 2.2.9. Divergência Genética..... | 27 |
| 3. TRABALHOS..... | 28 |

| | |
|---|----|
| 3.1. Estudos da diversidade genética e estimação de parâmetros genéticos de mamoeiro com base em características de sementes..... | 28 |
| 3.2. Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de mamão..... | 63 |
| 4. RESUMO E CONCLUSÕES..... | 78 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 80 |
| 6. APÊNDICES..... | 90 |

RESUMO

CARDOSO, Deisy Lúcia; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; março de 2008. Variabilidade genética e avaliação da qualidade fisiológica de sementes de genótipos de mamoeiro; Professor Orientador: Roberto Ferreira da Silva. Professores Conselheiros: Messias Gonzaga Pereira e Alexandre Pio Viana.

Variabilidade genética é a base para o melhoramento. O conhecimento da diversidade genética pode melhorar a eficiência na identificação de combinações parentais que geram populações segregantes com máxima variabilidade genética para a seleção. Deste modo, é de interesse do melhorista um estudo de diversidade genética do caráter com que está trabalhando, para melhor manuseá-lo. Neste contexto, objetivou-se com esse trabalho estudar a diversidade genética entre 30 acessos da coleção de germoplasma de mamão (*Carica papaya* L.) do banco de germoplasma UENF/Caliman, com base nos atributos ligados à qualidade de sementes, assim como estimar os parâmetros genéticos. Outro objetivo foi avaliar a metodologia do teste de deterioração controlada e averiguar a eficiência do teste de condutividade elétrica na discriminação do vigor de sementes. No estudo da diversidade, os frutos foram colhidos no estágio I de maturação e pesados. Após 10 dias de repouso a 25 °C, foi realizada a extração das sementes, a remoção da sarcotesta e a secagem das sementes até atingirem 8% de teor de água. Foram então avaliadas as seguintes características: massa

de mil sementes, germinação em laboratório, emergência em casa de vegetação, índice de velocidade de germinação e de emergência, comprimento de radícula e massa seca e fresca das plântulas. Os parâmetros genéticos estimados foram: variância fenotípica, variância ambiental, variância genotípica, coeficiente de variação genética, índice de variação, herdabilidade e correlação intraclasse. Estimou-se a contribuição relativa dos caracteres estudados para a diversidade genética entre genótipos pelo método de Singh (1981). Observou-se elevada divergência quanto à qualidade de sementes de mamão, sugerindo a possibilidade de essas características virem a ser exploradas em programa de melhoramento visando à qualidade das sementes. As variáveis com maior contribuição para a diversidade foram massa fresca das plântulas (32,68%) e comprimento da radícula (23,97%). O genótipo Americano é portador de uma característica peculiar: sementes germinam dentro da cavidade ovariana. Os genótipos mais divergentes quanto à qualidade de sementes foram Maradol, Sta. Helena I, Baixinho Santa Amália, BSA Super. No experimento para determinar a metodologia do teste de deterioração controlada, foram utilizados os quatro genótipos provenientes do experimento anterior, em que foi observada maior divergência genética para qualidade de sementes (Dois genótipos apresentando elevada qualidade de sementes (Maradol e Santa Helena I), os genótipos BSA e BSA Super com baixa qualidade). As sementes tiveram sua umidade ajustada para 20%, e avaliou-se a combinação de duas temperaturas (45 e 50 °C) e dois tempos de exposição (24 e 48 horas). Os resultados demonstraram que a temperatura de 50 °C ocasionou drástica redução da germinação. No entanto, pelos testes realizados não foi possível determinar o melhor tempo de exposição a esta temperatura. Quando submetidos ao teste de deterioração controlada, os genótipos responderam de forma diferente, indicando uma variabilidade genética em resposta ao estresse de alta temperatura e umidade. Neste teste, as sementes do genótipo Maradol apresentaram alto vigor. Também foi avaliado o teste de condutividade elétrica, sendo as sementes colocadas em 50 mL de água destilada, por 24 horas, a 25 °C; em seguida, foi mensurada a condutividade. Este teste mostrou-se eficiente para discriminar o vigor de sementes de diferentes genótipos de mamão.

ABSTRACT

CARDOSO, Deisy Lúcia; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; March 2008. Genetic variability and evaluation of physiological seed quality in papaya (*Carica papaya* L.). Advisor: Roberto Ferreira da Silva. Committee members: Messias Gonzaga Pereira and Alexandre Pio Viana.

Genetic variability is the base for breeding. The knowledge on genetic diversity in germplasm can make the identification of parental combinations more efficient, which generate segregating populations with maximum genetic variability for selection. Plant breeders are interested in studies on genetic variability in the target traits for more efficient research. In this context, the genetic diversity was studied in 30 papaya (*Carica papaya* L.) accessions from the UENF/Caliman genebank as related to seed quality attributes and the genetic parameters estimated. A second objective of this study was to evaluate the test methodology of controlled deterioration and the electric conductivity test to determine the seed vigor. In the diversity experiment, the fruits were harvested at maturity stage I and weighed. After 10 days of storage at 25 °C, the seeds were extracted by removing the sarcotesta and dried to 8% moisture content. Thereafter the following traits were evaluated: weight of 1000 seeds, germination, germination in green house, Germination Speed Index, Emergency Speed Index, root length, seedling dry and fresh mass. The following genetic parameters were estimated: phenotypic variance, environmental variance, genotypic variance, coefficient of genetic

variation, variation index, heritability and intra-class correlation. The relative contribution of the study traits to genetic diversity in genotypes was estimated by the Singh method (1981). High divergence was observed in papaya seed quality, suggesting the exploitation of these traits in programs of seed quality improvement. The variables with highest contribution to diversity were seedling fresh weight (32.6839) and root length (23.9727). The genotype “Americano” has a peculiar characteristic: most seeds germinate within the ovarian cavity. The most divergent genotypes regarding seed quality were 19 (Maradol), 29 (Santa Helena II), 8 (Baixinho Santa Amália) and 14 (BSA Super). In the experiment to determine the adequate methodology for the realization of the controlled deterioration test, four genotypes with higher genetic divergence in seed quality were used. The seed quality of two genotypes (Maradol and Santa Helena I) was high, unlike genotypes BSA and BSA super, with low seed quality. The seeds were adjusted to 20% moisture content, after which they were evaluated at two temperatures (45 and 50 °C) and exposure periods (24 and 48 hours). Results indicated that a temperature of 50 °C drastically reduced germination, however, it was not possible to determine the best exposure period at this temperature. When submitted to this test the genotypes responded differently, indicating genetic variability for this trait. In this test, the seed vigor of genotype Maradol was high. Electric conductivity was tested in the same experiment. The seeds were placed in a solution for 24 hours at 25 °C after which the conductivity was measured. The conductivity test proved efficient to discriminate the seed vigor of different papaya genotypes.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se como o maior produtor de mamão em escala internacional, concentrando cerca de 24% da oferta mundial, seguido do México (12%), Índia (11%) e Nigéria (11%). No Brasil, os estados do Espírito Santo e Bahia estão entre os maiores produtores, abrangendo 86% da produção nacional. Das 1.573.819 toneladas que o Brasil produziu no ano de 2006, apenas 38.756 toneladas foram exportadas; estas exportações representam apenas 2,46% do total produzido. O Brasil ocupa a terceira colocação no *ranking* dos países exportadores de mamão, estando atrás apenas do México e Malásia (Agrianual, 2008).

A expansão da cultura no país só foi possível após introdução de cultivares provenientes do Havaí, do grupo Solo, que possuem características de maior aceitação no mercado interno e externo.

A propagação do mamoeiro é realizada via sementes, razão pela qual se torna importante conhecer a sua qualidade física, fisiológica e genética, visando ao sucesso no estabelecimento e produção da cultura. Um aspecto imprescindível na busca por altas produções é a utilização de sementes de alta qualidade.

Portanto, o conhecimento dos fatores determinantes da qualidade das sementes é de fundamental importância na busca de altas produções. Sementes com elevada qualidade garantem um bom estabelecimento em campo, podendo refletir na produtividade.

A qualidade fisiológica de sementes é determinada pela germinação e vigor. O teste padrão de germinação, conduzido em laboratório geralmente, superestima o potencial fisiológico de lotes de sementes; é, portanto cada vez maior a necessidade do aprimoramento dos testes destinados à avaliação do vigor de sementes, principalmente, no que diz respeito à obtenção de informações consistentes e, de preferência, em período relativamente curto.

Para algumas espécies, existem testes considerados praticamente padronizados para avaliar o vigor das sementes: o teste de envelhecimento acelerado para soja e o teste de condutividade elétrica para ervilha. Por outro lado, para sementes de mamão não há um consenso quanto à padronização de alguns testes de vigor. Desta forma um dos objetivos deste trabalho foi estudar as metodologias dos testes de deterioração controlada e condutividade elétrica, procurando-se verificar sua sensibilidade para identificar diferenças entre níveis de vigor de sementes de mamão.

O melhoramento genético do mamoeiro contribui para o aumento da produtividade, para a melhoria de características da planta (vigor, frutificação precoce, porte baixo, ausência ou ocorrência mínima de esterilidade, resistência a insetos e alta capacidade de produção por planta) e melhoria da qualidade do fruto (casca lisa, sem manchas externas, polpa espessa, de coloração vermelho-alaranjada e com alto teor de açúcares). Estes objetivos podem ser alcançados pela aplicação de métodos de melhoramento e seleção de variedades com rendimentos superiores, bem como mediante a obtenção de linhagens ou híbridos (Dantas e Morales, 1996).

Variedade híbrida é aquela produzida pelo cruzamento entre dois genitores geneticamente diferentes, objetivando melhorar as principais características da planta e do fruto. Os cruzamentos devem ser realizados sistematicamente entre variedades divergentes até que se obtenham híbridos superiores e que possuam características aceitáveis comercialmente (Nakasone et al., 1972). O sucesso do desempenho dos híbridos é resultado do efeito heterótico, sendo que o principal efeito esperado está relacionado com o aumento do seu rendimento (Allard, 1971).

Apesar de vários caracteres agronômicos, como tamanho dos frutos, formato, precocidade e porte da planta, serem melhorados e explorados pela

heterose, as bases do vigor híbrido para qualidade fisiológica de sementes não estão totalmente esclarecidas.

Entretanto, algumas pesquisas envolvendo hormônios, como as auxinas (Tafari, 1966) e giberelinas, têm mostrado resultados positivos. De acordo com Rood et al. (1983,1990), existe uma correlação positiva entre heterose e teor de giberelina, sendo que o teor de giberelina nas plântulas híbridas foi significativamente maior do que o teor de suas linhagens parentais.

Os fatores genéticos capazes de afetar a qualidade das sementes estão relacionados com as diferenças de vigor e de longevidade observadas dentro de uma mesma espécie, como também com as vantagens conferidas pela heterose.

A identificação de genótipos superiores quanto à qualidade fisiológica das sementes pode auxiliar os melhoristas na obtenção de variedades, uma vez que genótipos que apresentem baixa qualidade fisiológica ou problemas relacionados à germinação não devem ser utilizados como genitores femininos, pois podem influenciar diretamente na qualidade fisiológica da semente. Genitores com alta qualidade fisiológica possuem maiores possibilidades de gerarem sementes híbridas de mamão com alta qualidade.

Assim, a segunda proposta deste estudo visou avaliar os genótipos disponíveis no Banco de Germoplasma da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro/Caliman Agrícola S.A. quanto à qualidade fisiológica e identificar progenitores que em futuros cruzamentos possibilitem maior efeito heterótico e recombinação para essa característica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Sementes

2.1.1. Qualidade Fisiológica de sementes

A qualidade da semente é definida como sendo o somatório de todos os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que influem na sua capacidade de originar plantas de alta produtividade.

Por sua vez, 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.

Um aspecto imprescindível na busca por alta produção é a utilização de sementes de alta qualidade. Portanto, o conhecimento dos fatores determinantes da qualidade das sementes é de fundamental importância na busca de qualidade total. Sementes diferem individualmente em viabilidade e vigor; assim, a identificação de características físicas correlacionadas com a qualidade

fisiológica, permite a eliminação de sementes indesejáveis, com o aprimoramento da qualidade do lote (Souza, 1979).

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 a realização de secagem imediatamente após, visando à redução da velocidade respiratória e à desaceleração do processo da deterioração (Popinigis, 1985; Ahrens e Peske, 1994). A qualidade da semente alcançada durante o processo de produção deve ser preservada até o momento da semeadura, garantindo uma boa germinação, vigor e alto índice de estabelecimento das plantas em campo.

A maturidade fisiológica refere-se ao estágio em que há o desligamento fisiológico da semente da planta mãe, que se encontra em seu maior potencial de qualidade, indicado, em geral, pelo maior peso de matéria 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 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).

Dentre as operações de pós-colheita, a secagem destaca-se como uma das operações de maior relevância, pois sendo muito rápida ou muito lenta pode ocasionar danos às sementes. A intensidade desses danos varia com as condições de secagem, a qualidade e o teor de água inicial das sementes, aliados aos aspectos genéticos. Apesar das vantagens, a secagem tem sido apontada como causadora de reduções significativas na qualidade fisiológica. A maioria dos sistemas subcelulares das sementes podem ser danificados, sendo a desorganização do sistema de membranas celulares a primeira consequência do

dano térmico (Daniell et al., 1969; Chen e Burris, 1990; Baker et al., 1991; Miranda, 1999; Carvalho e Nakagawa, 2000).

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 densidade são potencialmente mais vigorosas que as menores e as de menor densidade, resultando em plântulas mais desenvolvidas (Carvalho e Nakagawa, 2000).

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 matéria 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).

Desta maneira, o conjunto de atividades realizadas durante o beneficiamento de sementes visa garantir que sementes de alta pureza genética, germinação elevada e sadia sejam colocadas à disposição dos produtores rurais.

A qualidade das sementes de mamão é afetada pela presença da sarcotesta e pelo período de armazenamento (Vasquez, 1969).

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 há o desligamento fisiológico da semente da planta mãe e se encontra em seu maior potencial de qualidade, indicado, em geral, pelo maior peso de matéria seca, germinação e vigor (Delouche, 1976; Popinigis, 1985; Miranda et al., 1999; Carvalho e Nakagawa, 2000).

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).

Para sementes de mamão, além do conhecimento da época de maturidade fisiológica, o repouso pós-colheita 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 baixo poder germinativo. 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.

A germinação das sementes de mamão frequentemente é lenta e irregular. A sarcotesta pode atuar impedindo a germinação, em razão da presença de inibidores (Lange, 1961; Gherardi e Valio, 1976; Reyes et al., 1980). Substâncias fenólicas presentes na sarcotesta e esclerotesta, possivelmente, resultam na dormência fisiológica pós-colheita destas, sendo necessários tratamentos para superá-la (Viggiano et al., 2000).

Visando a uma germinação uniforme e rápida, o ideal é que seja extraída a sarcotesta antes do processo de secagem das sementes (Varquez, 1969). Após sua retirada dos frutos, as sementes são friccionadas sobre peneira para remoção da sarcotesta.

Para o processo de secagem, Schmidt 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⁻¹. 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.

Segundo Viggiano (2000), embalagens de alumínio são recomendadas para armazenamento a 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.

Durante todas as etapas do beneficiamento das sementes, há necessidade de assegurar que a sua qualidade está sendo mantida, assegurando aos melhoristas que toda a tecnologia gerada via melhoramento genético esteja disponível ao agricultor no momento do plantio.

2.1.2. Avaliação do vigor de sementes

De acordo com a Association of Official Seed Analysts - AOSA (1983), vigor de sementes pode ser definido como um conjunto de características da semente que determinam o potencial para emergência e o rápido desenvolvimento de plântulas normais, sob ampla diversidade de condições de ambiente.

Segundo Egli (1979), o vigor declina muito rapidamente para baixos níveis antes de haver uma significativa redução na germinação. Assim, os testes de vigor geralmente permitem identificar diferenças significativas entre lotes de sementes com poder germinativo semelhante. Os resultados obtidos pelos testes de vigor são complementares aos resultados obtidos pelo teste de germinação, uma vez que este é conduzido em condições ideais, não tendo resultados correspondentes aos obtidos à medida que as condições ambientais se desviam das ideais.

Lotes de sementes que apresentem germinação semelhante, freqüentemente, apresentam comportamento distinto durante o armazenamento ou em campo. As diferenças de vigor entre lotes podem ser explicadas pelo fato de que as primeiras alterações, nos processos bioquímicos associados com a deterioração, ocorrem, em geral, antes que se manifestem os declínios significativos na capacidade germinativa (Delouche e Baskin, 1973). Sendo assim,

o uso de teste de vigor é de grande importância no monitoramento da qualidade fisiológica de sementes, a partir da maturidade.

Até o momento não existe nenhum teste de vigor que possa ser recomendado como padrão para todas ou mesmo para uma única espécie, uma vez que o vigor reflete a manifestação de várias características (Vieira et al, 1994). Segundo a AOSA (1983), o principal desafio das pesquisas sobre testes de vigor está na identificação de características adequadas comuns à deterioração de sementes, de forma que quanto mais próximo da maturidade fisiológica ou mais distante da perda da capacidade de germinação estiver o parâmetro avaliado mais sensível deveria ser o teste, fornecendo assim informações complementares às obtidas no teste de germinação.

Os testes de deterioração controlada e condutividade elétrica têm sido usados com grande frequência para determinar o vigor das sementes de inúmeras espécies.

O teste de deterioração controlada baseia-se na premissa de que as sementes se deterioram rapidamente quando armazenadas em condições de umidade relativa do ar e temperaturas elevadas (Powell, 1995). Este teste emprega uma técnica de envelhecimento, similar em fundamento ao teste de envelhecimento acelerado, incorporando melhor controle do teor de água da semente e da temperatura, durante o período de envelhecimento. Neste teste, o teor de água das sementes é submetido a um mesmo nível, em todas as amostras, antes do início do período de deterioração (Matthews, 1980; Hampton e Tekrony, 1995).

Segundo Powell (1995), a comparação da resposta de vários lotes seria possível através de um controle preciso da temperatura e do teor de água das sementes de modo que o estresse seria imposto de maneira uniforme a todas as sementes da amostra avaliada. Este autor ainda ressalta que, no teste de envelhecimento acelerado, as diferenças na velocidade e intensidade de absorção de água, quando as sementes são expostas à atmosfera muito úmida, podem originar variações acentuadas no grau de umidade das amostras ao final do período de envelhecimento acelerado, especialmente para sementes pequenas, o que não ocorre no teste de deterioração.

Neste teste, a deterioração é provocada através do ajuste do grau de umidade de sementes para, no mínimo, 15,5%, previamente à sua instalação. As

sementes umedecidas são acondicionadas em recipientes herméticos e mantidas em banho-maria, a temperaturas constantes (40 a 50 °C), durante período preestabelecido; em seguida, são colocadas para germinar. A porcentagem de plântulas normais é considerada proporcional ao vigor das sementes.

Um dos principais cuidados em relação ao teste de deterioração controlada é o ajuste do grau de umidade das sementes. Essa etapa é tida como crítica na condução do teste, e isso pode acelerar a deterioração das sementes, principalmente se a hidratação for muito rápida, e a temperatura inadequada. Segundo Marcos Filho (2005), o método da adição de água preestabelecida é uma alternativa eficiente, desde que a quantidade de água necessária não seja muito grande.

Os resultados do teste de deterioração controlada têm mostrado alta correlação dentro e entre diferentes laboratórios (Powell et al., 1984) e têm apresentado alta correlação com a emergência de plântulas no campo para diversas espécies como: cebola, nabo, beterraba, cenoura (Matthews e Powell, 1987), ervilha (Bustamante et al., 1984), brócolis (Mendonça et al., 2000) e melão (Bhering et al., 2004). No entanto, Martins (2007) relata que as seguintes condições com que trabalhou: três teores de água (15, 20 e 25%) e três temperaturas (41, 43 e 45 °C), não foram suficientes para proporcionar decréscimo na germinação de sementes de mamão.

O teste de condutividade elétrica avalia indiretamente o grau de estrutura das membranas celulares, em decorrência da deterioração das sementes por meio da determinação da quantidade de íons lixiviados em uma solução de embebição. As sementes são embebidas em determinado volume de água destilada, sob temperatura controlada, durante período preestabelecido. As sementes de menor potencial fisiológico liberam maior quantidade de lixiviados, com consequência da menor estruturação e seletividade das membranas; a avaliação se dirige à concentração de íons na solução de embebição.

Na fase inicial do processo de embebição, a capacidade das sementes reorganizarem o sistema de membranas celulares e repararem danos físicos e/ou biológicos, que podem ter ocorrido durante o processo de produção, irá influenciar a quantidade e natureza de lixiviados liberados (Bewley e Black, 1994; Vieira e Krzyzanowski, 1999). Assim, quanto maior a velocidade de restabelecimento da

integridade das membranas, menor será a quantidade de lixiviados liberados para o meio externo e, conseqüentemente, maior o vigor das sementes.

O teste de condutividade é baseado na menor velocidade de estruturação das membranas por sementes menos vigorosas, quando embebidas em água, tendo como conseqüência maior liberação de exsudatos para o exterior da célula e, portanto, maior condutividade elétrica que aquelas mais vigorosas (Marcos Filho, 2005). Os exsudatos comumente liberados na solução de embebição são: açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, enzimas e íons inorgânicos, como K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} e Na^+ (AOSA, 1983).

Segundo Balbinot (2004), o teste de condutividade elétrica realizado com 50 sementes embebidas em 75 mL de água destilada, por 24 horas a 25 °C, não foi adequado para avaliar o vigor das sementes de mamão.

Martins (2007), avaliando o vigor de sementes de mamão pelo teste de condutividade elétrica, com 50 sementes embebidas em 50 mL de água destilada, por 24 horas a 25 °C, relatou que os maiores valores de condutividade corresponderam aos menores valores de germinação.

2.1.3. Variabilidade genética para atributos de qualidade fisiológica de sementes

No melhoramento de plantas, 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. Desde modo, é de interesse do melhorista um estudo de variabilidade genética do caráter com que se está trabalhando, para melhor manuseá-lo. Assim, as estimativas de variância genética e de herdabilidade são importantes durante todo o processo de seleção.

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. Gardener (1975), estudando a regulação da

germinação de sementes de *Stylosanthes*, verificou que, para as 15 linhagens e seis espécies com que trabalhou, há variabilidade entre e dentro da espécie quanto à taxa de perda da impermeabilidade das sementes expostas à superfície do solo. Segundo esse mesmo autor, existem boas perspectivas para a seleção de linhagens impermeáveis; as linhagens diferem, ainda, na sua capacidade de manter a impermeabilidade das sementes, durante o período de duração do teste de germinação.

Avaliando a porcentagem de germinação de sementes não-escarificadas de sete espécies e três variedades de *Stylosanthes*, sob diferentes temperaturas constantes (15, 25 e 35 °C), Battistin (1981) observou que todas as espécies e variedades apresentaram alta porcentagem de dormência, refletindo baixa variabilidade dentro de cada temperatura. O comportamento das espécies e variedades em resposta a temperatura demonstra a existência de um alto grau de variabilidade. Paterniani e Martins (1979) observaram a existência de ampla variabilidade do grau de dormência entre 10 populações de *Stylosanthes guianensis* e sugeriram a possibilidade de se proceder à seleção de variedades com maior ou menor grau de dormência, dependendo do programa de melhoramento.

Estudando diferentes espécies de *Stylosanthes*, Reis (1984) observou a ocorrência de baixas porcentagens de germinação em função da ocorrência de impermeabilidade à água. Verificou 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, deve-se principalmente a fatores genéticos, indicando que a variabilidade entre as variedades pode ser explorada no melhoramento por meio de seleção.

Para a produção de sementes de soja com melhor qualidade, houve necessidade de estudar a permeabilidade do tegumento das sementes. Verificou-se que a variabilidade, para esse caráter, observada dentro das linhagens deve-

se, em grande parte, à variância da interação genótipo x ambiente, pois os valores de herdabilidade, nos sentidos amplos e restritos, acusam a grande influência desta interação na variação do caráter (Martins, 1989).

2.2. Melhoramento genético do mamoeiro

2.2.1. Origem e classificação

O mamão é uma fruta típica das regiões tropicais e subtropicais, conhecido por vários nomes: papaia, no México e fruta-bomba, em Cuba. É tipicamente tropical, originário do noroeste da América do Sul, na bacia amazônica superior, onde sua diversidade genética é máxima (Couto, 1999).

É encontrado durante o ano todo e, dependendo da variedade a que pertence, tem tamanho, peso, sabor e cor diferentes. A polpa, macia e muito aromática, também varia de cor, entre o amarelo-pálido e o vermelho, passando por diversos tons de laranja e salmão. A casca geralmente é fina, bastante resistente, aderida à polpa, lisa, de cor verde-escura, que vai se tornando amarelada ou alaranjada à medida que o fruto vai amadurecendo.

O mamoeiro de interesse econômico pertence à classe Dicotyledoneae, subclasse Archichlamydeae, ordem Violales, sub-ordem Caricaceae, família Caricaceae, gênero *Carica* e espécie *Carica papaya* L. A família Caricaceae está dividida em cinco gêneros, dos quais quatro são americanos e um africano, com 34 espécies: *Carica* (21 espécies), *Cylicomorpha* (2 espécies), *Horovitzia* (1 espécie), *Jacaratia* (7 espécies) e *Jarilla* (3 espécies) (Badillo, 1993).

Até pouco tempo, a família Caricaceae compreendia 31 espécies em três gêneros (*Carica*, *Jacaratia* e *Jarilla*) da América tropical e um quarto gênero, *Cylicomorpha*, da África equatorial (Nakasone e Paull, 1998). Contudo, uma revisão taxonômica mais recente propõe que algumas espécies, formalmente distribuídas no gênero *Carica*, sejam classificadas no gênero *Vasconcella* (Badillo, 2002). Dessa forma, a classificação da família Caricaceae tem sido revisada para compreender *Cylicomorpha* e cinco gêneros das Américas do Sul e Central (*Carica*, *Jacaratia*, *Jarilla*, *Horovitzia* e *Vasconcella*) (Badillo, 1971). Nessa nova

classificação, *Carica papaya* é a única espécie dentro do gênero *Carica* (Badillo, 2002).

O gênero *Vasconcella*, com 21 espécies, é o mais importante dentro da família Caricaceae. Além do seu uso como frutos comestíveis, que são principalmente coletados nas espécies silvestres, embora *V. cundinamarcensis* e *V. x heilbornii* 'Babaco' já sejam explorados em cultivos comerciais, ele ainda possui um grande potencial para ser utilizado como fonte da enzima proteolítica papaína e como fonte de genes de resistência a vírus em programas de melhoramento do mamoeiro (*C. papaya* L.) (Sheldeman et al., 2003). Todas as espécies da família são diplóides, com $2n = 2x = 18$ cromossomos (Darlington e Ammal, 1945), e todas são estritamente dióicas, com exceção de *V. monóica*, *V. pubescens* e *C. papaya*.

A espécie *Carica papaya* é polígama, e a herança do sexo é controlada por um loco simples, com alelos múltiplos. Plantas estaminadas e hermafroditas são heterozigotas e plantas pistiladas são homozigotas para o alelo recessivo. A homozigose, para o alelo dominante, é letal (Couto, 1999).

2.2.2. Recursos genéticos

As espécies de *Carica* apresentam grande importância no melhoramento do mamoeiro, por apresentarem algumas características de interesse, como fonte de resistência a vírus; neste contexto, a preservação dos recursos genéticos de mamão é essencial para a sustentabilidade da cultura (Couto, 1999).

As doenças viróticas constituem um dos maiores problemas da cultura do mamão e, em alguns países, inclusive no Brasil, esse fato pode constituir-se em um fator limitante para a cultura. Assim, a preservação dos recursos genéticos é essencial para a sustentabilidade da cultura. Algumas espécies já foram classificadas com relação ao grau de tolerância ao mosaico-do-mamoeiro: *C. cauliflora* (altamente resistente); *C. stipula* e *C. pubescens* (muito resistente); *Jaracatia corumbenseis* (resistente); *C. quercifolia* e *C. microcarpa* (resistentes) (Nagai, 1980). Outras características, além da resistência a vírus, são preservadas na conservação de germoplasma.

As maiores coleções de germoplasma de mamão estão nas Filipinas, Nigéria e Índia. No Brasil, as coleções encontram-se na EPABA (Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia), Incaper (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – Espírito Santo) e CNPMF (Embrapa - Centro Nacional em Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical – Cruz das Almas, BA). A UENF (Universidade Estadual do Norte Fluminense – Darcy Ribeiro) mantém um banco de germoplasma de mamão *in vivo*, em Linhares, contando com aproximadamente 50 genótipos. Estes são mantidos com a finalidade de conservação, caracterização e avaliação, de modo que possam ser utilizados no programa de melhoramento do mamoeiro, por esta instituição.

A cultura do mamoeiro sustenta-se em uma base genética estreita, limitando o número de cultivares plantas nas regiões produtoras. De maneira geral, conforme o tipo de fruto, as cultivares de mamão mais exploradas no Brasil são classificadas em dois grupos: Solo e Formosa.

Dentro do grupo Solo, a cultivar “Sunrise solo” é a mais explorada e conhecida no Brasil como mamão Havaí, Papaya ou Amazônia. É procedente da Estação Experimental do Havaí (EUA); seu fruto proveniente de flor feminina é ovalado, e o de flor hermafrodita é piriforme, com peso médio de 500 g; possui casca lisa e firme, polpa vermelho-alaranjada de boa qualidade e cavidade interna estrelada. Começa a floração com 3 a 4 meses de idade, a 80 cm de altura, com início de produção de 8 a 10 meses após o plantio, produzindo em média 40 t/ha/ano.

As variedades do grupo Formosa são mais adequadas à comercialização no mercado interno. Destaca-se dentro desse grupo outra cultivar procedente do Havaí, introduzida e melhorada pelo Incaper, conhecida comumente como mamão Havaí, a “Improved Sunrise Solo Line 72-12”, que é amplamente disseminada nas regiões produtoras do Espírito Santo. O fruto proveniente de flor feminina é ovalado, e o de flor hermafrodita é piriforme, com casca lisa, firme, e peso médio de 500 g, de grande aceitação nos mercados interno e externo. A cavidade ovariana é pequena e de formato estrelado; a polpa é espessa e de coloração vermelho-alaranjada, de boa qualidade, com boa resistência ao transporte e maior resistência ao armazenamento que a 'Sunrise Solo'. O início de produção ocorre a partir de 9 meses após o plantio, com altura de inserção das primeiras flores aos 60 a 70 cm.

Até o ano de 2003, o único híbrido de mamão plantado no Brasil era o “Tainung nº 1”, resultante do cruzamento de um tipo de mamão da Costa Rica, de polpa vermelha, com 'Sunrise Solo'. Neste ano, o programa de melhoramento de mamão da UENF em parceria com a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO-RIO), a empresa CALIMAN Agrícola e o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) lançaram o primeiro híbrido nacional do grupo Formosa: “UENF/Caliman 01”.

A introdução, caracterização e avaliação de acessos de mamoeiro podem permitir a identificação de genótipos superiores, além de fornecer material básico para programas de melhoramento genético.

2.2.3. Métodos de melhoramento

Os trabalhos de melhoramento genético do mamoeiro têm como base os estudos feitos por Hofmeyer (1938), Storey (1938), Awada (1953), Horovitz (1954) e outros. Segundo Hofmeyer (1938), Storey (1953) e Horovitz (1954), existe uma grande diversidade de tipos de mamoeiro com características desejáveis para um programa de melhoramento. Entretanto, existem poucas linhagens realmente melhoradas ou mesmo consideradas como variedades definidas, em função da forma de propagação, via seminífera, durante sucessivas gerações, sem o devido controle das polinizações.

O melhoramento genético do mamoeiro pode colaborar de modo considerável para o aumento da produtividade. Este objetivo pode ser alcançado pela utilização de métodos de melhoramento e seleção de variedades com rendimentos superiores, bem como mediante a obtenção de linhagens ou híbridos com resistência a doenças e pragas, o que certamente contribuirá de maneira crucial no melhoramento da cultura, limitada em grande escala pela ampla incidência e distribuição de doenças viróticas (Ishii e Holtzmann, 1963; Harkness, 1967; Gabrovska et al., 1967).

Segundo Storey (1953), os trabalhos de melhoramento só são possíveis a partir da seleção, entre inúmeros genótipos, daqueles que apresentem

características fenotípicas desejáveis para um estudo de capacidade combinatória para produção de híbridos.

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 a obtenção de cultivares endógamas (Sampaio et al., 1983). Como o mamoeiro pode ser autopolinizado sem riscos de perda de vigor, 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).

As cultivares mais plantadas no Brasil pertencem a dois grupos: Solo e Formosa, o que contribui para uma estreita base genética, implicando vulnerabilidade às doenças, pragas e variações edafoclimáticas. Fica evidente a necessidade de fortalecer os programas de melhoramento genético que tenham como objetivo ampliar a base genética atual e, assim, gerar variedades com tolerância ou resistência às principais doenças, como o vírus da mancha anelar e meleira, e com características agrônômicas desejáveis, visando satisfazer as exigências do mercado interno e externo (Pérez, 2004).

Para a ampliação da base genética, Nakasone (1980) comenta que é necessário introduzir variedades e/ou linhagens melhoradas de mamão em regiões onde se deseja estudar a viabilidade desse cultivo sob determinadas condições climáticas, em função da sensibilidade das plantas hermafroditas, do grupo Solo, às variações ambientais. No Brasil, antes da introdução do mamoeiro Solo, praticamente não existiam variedades comerciais para plantio, uma vez que as sementes utilizadas apresentavam elevado grau de segregação devido à existência de cultivares dióicas.

Objetivando a introdução de novas cultivares, primeiramente há necessidade de instalar ensaios de comportamento e competição de variedades. Neste contexto, Marin et al. (1989) introduziram e selecionaram a cultivar Improved Sunrise Solo Line 72/12, para as condições de cultivo do norte do Espírito Santo.

Os trabalhos de melhoramento são feitos a partir da reunião do maior número possível de variedades em um local, para selecionar, entre elas, aquelas

que apresentem características fenotípicas desejáveis a um estudo de capacidade combinatória para produção de híbridos (Storey, 1953).

Segundo Horovitz (1954), estudos sobre o tamanho dos frutos, formato, precocidade e porte da planta têm fornecido informações que permitem predizer, com um considerável grau de certeza, que híbridos entre indivíduos de duas variedades distintas poderão ser obtidos. Assim, para melhorar as principais características da planta e do fruto, devem ser feitos sistematicamente cruzamentos entre variedades divergentes (Nakasone et al., 1972).

Sampaio et al. (1983) conduziram os primeiros trabalhos para obtenção de híbridos de mamão, em Conceição do Almeida-BA, na tentativa de obter um híbrido com boa produção e resistência a *Phytophthora parasítica*, resultante dos cruzamentos entre Sunrise Solo x A-G e entre K-77 x Tailândia. No entanto, o primeiro híbrido brasileiro lançado foi o Uenf/Caliman01, conhecido como Calimosa, desenvolvido pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) em parceria com a Caliman Agrícola S.A. Utilizando um procedimento genético de cruzamentos Dialelo Parcial, Marin (2001) obteve 64 híbridos F1, decorrentes de todas as combinações possíveis entre oito progenitores do Grupo Solo e oito progenitores do Grupo Formosa, além da autofecundação dos 16 genitores. Os 80 genótipos foram avaliados em condições de campo, em experimentos realizados no ES e no RJ, sendo obtidos no final nove combinações híbridas com aspectos qualitativos e de uniformidade superiores aos do híbrido comumente plantado até então. Dentro do programa UENF/Caliman de melhoramento de mamão também têm sido realizado pesquisas visando à conversão sexual do genótipo Cariflora do tipo dióico para hermafrodita, através de retrocruzamento via seleção assistida por marcadores. Silva et al. (2007) supõem que a reversão sexual (esterilidade feminina) indica um mecanismo de sobrevivência, em que a planta passa a economizar energias durante os meses mais quentes e secos, sem comprometer a dispersão dos seus alelos, priorizando o lado reprodutivo em detrimento do produtivo, evitando, assim, um desgaste fisiológico que poderia levá-la até à morte. Os resultados encontrados por Ramos (2007) possibilitaram verificar que a maior ocorrência de reversão sexual nas flores hermafroditas foi na primavera, seguido pelo outono; e maior expressão as esterilidade feminina foi durante o verão.

Entretanto, fica evidente a necessidade de fortalecer os programas de melhoramento genético que contribuam na ampliação da base genética atual, gerem variedades com tolerância ou resistência às principais doenças e apresentem características agronômicas desejáveis, visando atender as exigências do mercado interno e externo; seja através das metodologias clássicas de melhoramento ou por meio do melhoramento assistido por marcadores de DNA.

2.2.4. Melhoramento visando à qualidade de sementes

Durante anos, os melhoristas levaram em consideração tantos objetivos de melhoria das plantas em seus trabalhos de cruzamento que foi dada pouca atenção para a melhoria da qualidade de semente. Na cultura do mamão, os melhoristas procuraram incorporar nas plantas do mamoeiro várias características importantes, tais como: formato do fruto, precocidade, resistência a doenças, tolerância ao transporte, etc, dando pouca importância para a melhoria da qualidade de sementes.

Em alguns casos, foram feitas melhorias no produto à custa das qualidades da semente, como exemplo o milho super doce, em que o sabor adocicado do milho doce é um caráter recessivo, e os genes mutantes mais conhecidos são o sugary (su), shrunken (sh) e brittle (bt). No entanto, devido ao baixo teor de amido, o poder de germinação do milho doce, em geral, é menor do que o do milho com endosperma amiláceo (Lemos et al., 2002). O problema da baixa germinação e vigor das sementes de milho com o gene sh, sob condições de campo, comumente tem limitado a sua aceitação e tem propiciado estudos fisiológicos na tentativa de explicar o problema (Scapim, 1994). Também estudos genéticos e trabalhos de seleção têm sido utilizados visando melhorar a germinação (Bell et al., 1983). Vários alelos foram identificados e utilizados comercialmente. Todos são caracterizados por promoverem alterações na composição dos carboidratos no endosperma e diferenciam-se quanto à proporção de amido e açúcar no grão, e em relação à posição nos cromossomos em que estes alelos estão localizados (Araújo, 2001; Tracy, 2001).

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

Na década de 1970, pesquisadores do Instituto Agronômico de Campinas desenvolveram uma cultivar de soja, IAC-14, na qual foi inserido o caráter semente dura. Essa cultivar é uma variedade selecionada na geração F₄ do cruzamento entre Davis×IAC 76-4012, cuja população segregante foi conduzida pelo método genealógico. A cultivar possui boa qualidade fisiológica da semente, apresentando em torno de 10 a 20% de sementes duras (IAC 1988).

A pouca ênfase ao melhoramento visando à qualidade de sementes, no passado e até mesmo atualmente para as culturas de maior interesse econômico, é compreensível. Porém, mudanças no clima, tecnologias e oportunidades justificam e demandam um novo e completo exame das potencialidades das melhorias inerentes à qualidade das sementes. Há considerável variabilidade nas populações da maioria de nossas espécies para germinação e vigor sob uma ampla faixa de temperaturas e tensões de umidade do solo, para dormência, para alongamento e crescimento das estruturas das plântulas envolvidas na emergência.

As prioridades para as melhorias inerentes ao desempenho da semente devem incluir:

- 1) Seleção de genótipos que possuam sementes com alta qualidade fisiológica;

2) Seleção visando ao aumento da tolerância das sementes à temperatura do ambiente e estresses da umidade, ampliando a sua adaptação a diferentes ambientes, preservando o seu vigor;

3) Seleção visando ao aumento do vigor e do potencial de armazenagem das sementes.

Para evoluir nestes objetivos, há necessidade de se fazer uso da variabilidade natural disponível nas populações de espécies, populações estreitamente relacionadas, e características nas populações exóticas que podem ser transferidas via biotecnologia.

Com relação ao melhoramento visando especificamente à qualidade de sementes, os estudos são escassos para várias espécies, entre as quais se inclui o mamão.

2.2.5. Xênia

O termo xênia é originário do grego *xenos*, que significa “um estranho ou hóspede” e o prefixo “meta” indica superioridade ou pode ainda indicar mudança ou transformação como em metamorfose (Denney, 1992). A interpretação das diversas definições permite considerar xênia como o efeito do pólen no embrião e endosperma, alterando características genéticas e proporcionando mudanças qualitativas e quantitativas, enquanto que metaxênia é o efeito nos tecidos maternos, para onde o embrião e endosperma modificados podem enviar substâncias que alteram qualitativa e quantitativamente os frutos (Ketchie et al., 1996; Mizrahi et al., 2004). Assim, o termo xênia pode ser definido como o efeito do pólen no embrião e endosperma, alterando cor, formato, textura e peso das sementes de frutíferas e de grãos, enquanto que metaxênia indica que o pólen tem ação direta nos tecidos maternos da planta mãe.

Os resultados de xênia podem ser interpretados como uma manifestação precoce da heterose, a qual aumenta a habilidade do 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 desse fenômeno ocorrer (Denney, 1992).

A xênia é bem conhecida na cultura do milho, onde o endosperma pode mostrar variedades de cores, dependendo do pólen de origem. No entanto, esses fenômenos têm sido explorados em algumas espécies, principalmente em frutíferas, em que diferentes fontes de pólen podem ter efeitos qualitativos e quantitativos nas características dos frutos e sementes, proporcionando melhoria em suas qualidades, tornando-as comercialmente mais atrativas e rentáveis. Um exemplo é o caso da pêra, cuja inconsistência do fruto é o maior problema para os produtores. Pesquisas mostraram que pólenes de diferentes cultivares alteraram a massa do fruto da cultivar de pêra “Anjou”. O pólen da cultivar “Nijissecki” proporcionou maior massa nos frutos da cultivar “Anjou”, os quais apresentaram massa média de 65,2 gramas, 37% a mais quando comparados com frutos de autofecundação. Nestes estudos, foi possível observar o fenômeno de metaxênia apenas para peso dos frutos, e o efeito do pólen não alterou a qualidade do fruto incluindo firmeza, sólidos solúveis, cores interna e externa (Ketchie et al., 1996).

Para a cultura do mamão, segundo Martins (2007), há ausência do efeito xênia para atributos físicos das sementes, demonstrando que, para avaliação de germoplasma, não há necessidade do controle do pólen, ou seja, podem-se usar frutos de polinização livre para análises físicas de sementes de mamão.

2.2.6. Heterose

A heterose ou vigor híbrido é o fenômeno pelo qual os descendentes apresentam melhor desempenho, mais vigor ou maior produção do que a média dos pais. É definida como o percentual de superioridade dos descendentes em relação à média de produção dos pais. A heterose é mais pronunciada quanto mais divergente forem as linhagens envolvidas no cruzamento (Allard, 1971; Borém, 2005).

A manifestação da heterose pode ser observada na planta F_1 no desenvolvimento do sistema radicular, na área foliar, na taxa de fotossíntese, na produção e no tamanho dos frutos, entre outras características. Há duas

hipóteses que tentam explicar os princípios genéticos da manifestação da heterose.

A primeira explicação genética da heterose baseia-se nas interações de dominância, pelo acúmulo, no híbrido, de genes dominantes provenientes de ambos os pais (Bruce, 1910; Rickey, 1946). A teoria da sobredominância, segunda explicação, também conhecida como estímulo fisiológico ou heterozigidade, explica a heterose pela própria condição heterozigótica dos locos: a presença de alelos contrastantes em cada loco provocaria a ativação de rotas bioquímicas diferentes que resultariam no melhor desempenho; assim, locos em condição heterozigótica seriam superiores a qualquer um dos homozigotos (Shull, 1908; East, 1936).

A exploração da heterose permite o desenvolvimento de variedades híbridas através da utilização das interações gênicas que só podem ser aproveitadas na geração híbrida. Segundo Allard (1971), uma das principais expectativas está relacionada com o incremento de produtividade. No entanto, sabe-se que a heterose é explorada também para a característica da planta e qualidade de frutos. Porém, para qualidade fisiológica de sementes as bases do vigor híbrido não estão totalmente esclarecidas.

Entretanto, algumas pesquisas envolvendo hormônios, como as auxinas (Tafari, 1966) e giberelinas (Rood et al., 1983, 1990), têm propiciado resultados positivos. De acordo com Rood et al. (1983, 1990), existe correlação positiva entre heterose e teor de giberelina, sendo que o teor de giberelina nas plântulas híbridas foi significativamente maior do que o de suas linhagens parentais.

Analisando o envolvimento da amilase na heterose, Rood e Larsen (1988) constataram aumento significativo da sua atividade em plântulas híbridas, quando comparado com suas linhagens parentais.

Diversos autores têm constatado que a heterose, em relação à taxa de crescimento e aumento potencial de produção, pode estar associada à alta atividade fisiológica e bioquímica das plantas F₁ híbridas (Mc Daniel, 1986).

Para sementes de milho, alguns autores têm observado que híbridos com alto vigor durante a germinação e desenvolvimento inicial das plantas apresentam também altos níveis de giberelina, sendo também superiores às suas linhagens parentais (Gomes et al., 2000; Cardoso, 2006).

Ainda procurando explicar a origem da heterose na germinação e vigor das sementes, alguns trabalhos foram realizados, como os de Mino e Inoue (1980; 1994), em que maior velocidade de germinação e crescimento vigoroso das plântulas estavam associados com maior atividade metabólica de RNA, proteínas e DNA nos embriões. Os autores verificaram também que, no embrião híbrido, o metabolismo de proteínas e lipídeos é superior ao das linhagens, favorecendo o crescimento do eixo embrionário e uma maior germinação das sementes.

Em sementes de mamão, Martins (2007) observou manifestação da heterose precoce nas sementes F_1 para atributos fisiológicos das sementes de mamão, sendo, portanto, de extrema importância a realização de polinização controlada para tais determinações. O mesmo autor recomenda que, em trabalhos para avaliar o comportamento de germoplasma, pode-se trabalhar com frutos autofecundados; no entanto, para avaliar o comportamento de híbridos, recomenda a utilização de sementes F_1 .

2.2.7. Imprinting

O *imprinting* genômico é um processo biológico normal, em que um gene ou grupo de genes é marcado bioquimicamente com informações sobre sua origem paternal. Assim, haverá uma marcação específica se o gene teve origem materna ou paterna e, deste modo, deve ser expressa ou não, a fim de manter um funcionamento celular normal. O *imprint* deverá levar, direta ou indiretamente, à expressão diferencial de um dos alelos parentais. O *imprinting* poderá assim ser o responsável pelo fato de algumas doenças genéticas apenas ocorrerem quando o gene responsável é herdado por via materna, e outras quando o alelo em causa é de origem paterna (Wilkins, 2003).

O mecanismo através do qual o *imprinting* é realizado é a adição de um radical metila a uma citosina do respectivo nucleotídeo no gene que deverá ser silenciado, sendo a metilase a enzima responsável por todo processo. Portanto, nesse caso, gene metilado é um gene inativo. Pode-se ainda dizer que esse é um processo epigenético, pois, apesar de haver alteração na cromatina, a estrutura

do DNA não é alterada. Esse processo está relacionado à especializada maquinaria enzimática nuclear, a qual mantém essas metilações mesmo durante os ciclos de divisão celular. Assim, as células filha carregam o mesmo *imprinting* de suas células mãe (Spielman et al. 2001; Surani 2001; Wilkins, 2003).

Durante o desenvolvimento das sementes, alguns genes mutantes, como MEDEA e *fis2*, expressam apenas no endosperma, e são controlados de forma diferente, ou seja, o gene paternal passa pelo processo de metilação e fica inativo permanentemente; o gene maternal também sofre metilação e inativação, mas durante a formação do gameta ele é desmetilado e reativado (Grossniklaus et al., 2001).

Estudando o nível de contribuição dos genes maternos na composição e no tamanho de grãos de milho, Gutierrez-Marcos et al. (2004) constataram que genes maternos controlam o desenvolvimento das sementes desses cereais e, além disso, contribuem de forma significativa para o tamanho e composição das sementes. Apesar de não terem nenhuma evidência e nem conhecerem o processo pelo qual ocorre essa influência, esses pesquisadores acreditam que esses genes otimizam o suprimento de nutrientes para o desenvolvimento da semente.

Algumas pesquisas sobre o *imprinting*, durante a formação de sementes, têm focado seus estudos nas abordagens genéticas e moleculares, para um melhor entendimento da regulação da apomixia (Spillane et al., 2001). Segundo alguns pesquisadores, o entendimento do mecanismo da apomixia será melhor entendido por meio de investigações com a utilização de estratégias de mutagênese, para um melhor entendimento do papel do *imprinting* genômico no desenvolvimento do embrião e da semente em espécies sexuais e apomíticas (Grossniklaus et al., 2001).

2.2.8. Parâmetros genéticos

A estimação dos parâmetros genéticos de uma população permite obter informações sobre a natureza da ação dos genes envolvidos na herança dos caracteres e estabelecer a base para a escolha dos métodos de melhoramento

mais convenientes. Para se estimarem, experimentalmente, as variâncias genéticas, tanto os genótipos quanto os ambientes de experimentação devem constituir amostras apropriadas respectivamente da população e da área geográfica de interesse (Cockerham, 1956; Robinson e Cockerham, 1965).

Os parâmetros genéticos podem ser obtidos a partir da análise de variância dos dados, realizadas conforme delineamentos genéticos pelos quais estimam-se os componentes de variância genética de uma população.

As estimativas de variâncias genéticas são obtidas a partir da análise de variâncias de dados feita em função do delineamento utilizado, pelos quais estimam-se os componentes de variância genética de uma população (Cruz e Carneiro, 2003).

A variação fenotípica, observável, resulta da ação conjunta do genótipo e do ambiente (Allard, 1971). Com o desenvolvimento da genética quantitativa, conseguiu-se compreender também o componente genotípico da variação fenotípica, o qual, de fato, resulta da ação e da interação entre os genes do mesmo locus ou de loci diferentes.

Além do cálculo de variâncias genética e de médias, a obtenção de estimativas de outros parâmetros genéticos, como coeficiente de herdabilidade e de variação genética, índice de variação e correlações genéticas, é considerada necessária para se predizerem ganhos, avaliar a viabilidade de determinado programa de melhoramento e orientar na adoção da estratégia mais eficiente de seleção (Vencovsky, 1969).

A estimativa da herdabilidade permite antever a possibilidade de sucesso com a seleção, uma vez que reflete a proporção da variação fenotípica que pode ser herdada (Ramalho, 2000). 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).

2.2.9. Divergência Genética

A diversidade genética expressa a diferença entre as frequências alélicas das populações (Falconer, 1987). Pode também ser definida como a distância entre as populações, indivíduos ou organismos, com base em uma série de características de aspectos morfológicos, fisiológicos, bioquímicos e moleculares (Amaral Júnior e Thiébaud, 1999).

A determinação da divergência genética pode ter aplicações em estudos evolutivos, avaliação de amplitude genética, monitoramento de cruzamentos e descarte de variáveis. Os estudos da diversidade genética têm grande importância em programas de melhoramento envolvendo hibridações, pois identificam progenitores que em futuros cruzamentos possibilitem maior efeito heterótico e que proporcionem maior segregação e recombinação (Cruz et al., 2004).

Através do estudo da divergência genética, em programas de melhoramento, pode ser realizada a escolha dos progenitores superiores a serem utilizados nos cruzamentos. Segundo Falconer (1987), a amplitude da variabilidade genética em uma população segregante é função da divergência genética entre os pais envolvidos nos diferentes cruzamentos. Assim, a importância da diversidade genética para o melhoramento está no fato de que cruzamentos envolvem progenitores geneticamente divergentes são os mais convenientes para produzir alto efeito heterótico e, também, maior variabilidade genética em gerações segregantes.

3. TRABALHOS

3.1 DIVERSIDADE GENÉTICA E PARÂMETROS GENÉTICOS DE MAMOEIRO COM BASE EM CARACTERÍSTICAS DE SEMENTES

RESUMO

Os objetivos deste estudo foram verificar a diversidade genética e estimar os parâmetros genéticos de caracteres relacionados à qualidade fisiológica de sementes de mamão. Para a pesquisa foram utilizados 30 genótipos, sendo 15 do grupo Solo e 15 do grupo Formosa. Foram avaliadas as seguintes características: massa dos frutos, massa de mil sementes, germinação em laboratório, emergência em casa de vegetação, índice de velocidade de germinação e emergência, comprimento de radícula e massa fresca e seca das plântulas. Os parâmetros genéticos estimados foram: variância fenotípica, variância ambiental, variância genotípica, coeficiente de variação genética, índice de variação, herdabilidade e correlação intraclasse. Estimou-se a contribuição relativa dos caracteres estudados para a diversidade genética entre genótipos pelo método de Singh (1981). Constatou-se uma elevada divergência para atributos relacionados à qualidade fisiológica de sementes, fato esse que pode vir a ser explorado em

programa de melhoramento visando à qualidade das sementes. As variáveis com maior contribuição para a diversidade foram: massa fresca das plântulas (32,68%) e comprimento da radícula (23,97%). Os genótipos Maradol e Santa Helena I tiveram um desempenho superior aos demais, enquanto que os genótipos Baixinho Santa Amália e BSA Super, quando comparados com os demais, tiveram menores valores para qualidade das sementes.

ABSTRACT

The purpose of this study was to verify the genetic diversity and estimate the parameters of genetic traits related to the physiological quality of papaya seeds. The traits evaluated were fruit mass, weight of 1000 seeds, germination, germination in green house, Emergence Speed Index, Germination Speed Index, root length, seedling dry and fresh weight. A total of 30 genotypes, 15 group from "Solo" and 15 of the group "Formosa" were used here. The following genetic parameters were estimated: phenotypic variance, environmental variance, genotypic variance, coefficient of genetic variation, variation index, heritability and intra-class correlation. The relative contribution of the study traits to the genetic diversity in genotypes was estimated by Singh's method (1981). A high divergence of attributes related to the physiological seed quality was evidenced, a fact that can be explored in improvement programs for seed quality. The variables with highest contribution to diversity were seedling fresh weight (32.6839) and root length (23.9727 cm). The genotypes 19 (Maradol) and 29 (Santa Helena II) performed better than the others while the values of seed quality of genotypes 8 (Baixinho Santa Amália) and 14 (BSA Super) were lowest.

INTRODUÇÃO

O mamoeiro pode ser propagado por meio de processos vegetativos; entretanto, a propagação seminífera continua sendo o meio tradicional para a formação de plantios comerciais no Brasil (Costa e Pacova, 2003). As vantagens do uso de sementes com elevado potencial fisiológico incluem germinação rápida e uniforme, obtenção de plântulas com maior tolerância a adversidades ambientais, obtenção de estandes adequados e maturidade mais uniforme da cultura, o que resultará no aumento da produtividade (Bennett, 2001).

A qualidade fisiológica das sementes tem sido um dos aspectos mais pesquisados, em decorrência de as sementes estarem sujeitas a uma série de mudanças degenerativas de origem bioquímica, fisiológica e física, após sua maturação, as quais estão associadas com a redução do vigor (Abdul-Baki e Anderson, 1972).

O estudo da variabilidade e das relações genéticas para os caracteres relacionados à qualidade fisiológica visa dar suporte a estratégias de seleção para melhoria da qualidade fisiológica de sementes.

Variabilidade genética é a base para o melhoramento. Segundo Allard (1971), a seleção não cria variabilidade, apenas atua sobre a que já existe. Assim, é de interesse do melhorista um estudo da variabilidade genética do caráter com que se está trabalhando, para melhor manuseá-lo.

Deste modo, o conhecimento da diversidade genética entre germoplasma pode melhorar a eficiência na identificação de combinações parentais que geram populações segregantes com máxima variabilidade genética para a seleção. Para isso, é necessária a avaliação de um maior grupo de genótipos e suas características.

A diversidade genética expressa a diferença entre as freqüências alélicas das populações (Falconer, 1987). Pode também ser definida como a distância entre as populações, indivíduos ou organismos, com base em uma série de características de aspectos morfológicos, fisiológicos, bioquímicos e moleculares (Amaral Júnior e Thiébaud, 1999).

Os estudos da diversidade genética têm grande importância em programas de melhoramento envolvendo hibridações, pois identificam progenitores que em futuros cruzamentos possibilitem maior efeito heterótico e que proporcionem maior segregação e recombinação (Cruz et al., 2004).

Alguns trabalhos mostram 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, para impermeabilidade do tegumento e para graus de dormência. Gardener (1975), citado por Martins (1989), verificou variabilidade em *Stylosanthes* quanto à taxa de perda de impermeabilidade das sementes expostas à superfície do solo. Outro trabalho também com *Stylosanthes* demonstrou um alto grau de variabilidade quanto ao comportamento de variedades em resposta a temperatura (Battistin, 1981). Já Paterniani e Martins (1979) observaram a existência de ampla variabilidade do grau de dormência, quando estudaram 10 populações de *Stylosanthes guianensis*. Reis (1984), estudando o comportamento de diferentes espécies de *Stylosanthes*, verificou a ocorrência de baixas porcentagens de germinação como decorrência da impermeabilidade à água, e relatou uma ampla variabilidade.

Estudando soja perene (*Glycine wightii*), Pontes e Martins (1982) observaram variação entre as variedades quanto à porcentagem de dormência em suas sementes. Pesquisas realizadas com sementes de soja (*Glycine max* L.) constataram variabilidade entre linhagens quanto à impermeabilidade do tegumento (Martins, 1989).

Avaliou-se a diversidade genética e estimaram-se os parâmetros genéticos para os caracteres em foco em genótipos de mamão, como forma de verificar as suas potencialidades para o melhoramento visando à qualidade de sementes. Com isso, objetiva-se dar suporte a estratégias de seleção para melhoria da qualidade fisiológica de sementes de mamão, uma vez que genótipos que apresentem problemas relacionados à formação de sementes devem ser evitados como parental feminino, pois podem comprometer a obtenção de sementes principalmente em casos de sementes híbridas.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Procedimento experimental e genótipos utilizados

O experimento foi conduzido no Setor 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, e no do Banco de Germoplasma *in vivo* pertencente à UENF/Caliman Agrícola.

O Banco de Germoplasma está localizado no município de Linhares, Estado do Espírito Santo situado geograficamente entre os paralelos 19°06' – 19°18' de latitude sul e entre os meridianos 39°45' – 40°19' de longitude oeste. O clima da região é do tipo Awi de Koppen (tropical úmido), com chuvas no verão e inverno seco. A precipitação pluviométrica média anual foi estimada em 1.224,3 mm no período de 1975 a 1995, com temperatura média de 23 °C e umidade relativa do ar de 83,5% (Rolim et al., 1999).

Os frutos para extração de sementes foram provenientes do Banco de Germoplasma. Foram utilizados 30 acessos do Banco de Germoplasma, sendo 15 do grupo Solo e 15 do grupo Formosa (Tabela 1). No Banco de Germoplasma, esses genótipos estão dispostos em um delineamento em blocos casualizados, com duas repetições, com 20 plantas por parcela. Cada tratamento do grupo Solo e do grupo Formosa foi constituído por 12 e seis frutos hermafroditas, respectivamente.

Os frutos foram colhidos no estágio de maturação I (1/4 de fruto maduro), pesados e submetidos ao repouso de sete dias em temperatura ambiente, de acordo com Pedrosa et al. (1987) e Alvarenga et al. (1991), 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, foi realizada a extração das sementes manualmente, friccionando-as sobre uma peneira e utilizando água corrente, até a completa retirada da sarcotesta.

Após a extração, as sementes foram secas artificialmente em secador de leito fixo, a uma temperatura de 38 °C e velocidade do ar de 1,2 m/s até atingirem

teor de água entre 7 e 8%.O teor de água das sementes foi determinado utilizando duas sub-amostras de 5 g de sementes, pelo método padrão de estufa a 105 °C (± 3) por 24 horas. A porcentagem de umidade das sementes foi expressa em base úmida (Brasil, 1992).

Tabela 1 - Relação e descrição dos materiais genéticos de mamão (*Carica papaya* L.) utilizados nos experimentos. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008

| Nº | Nº no BAG | Denominação do acesso | Grupo | Categoria do material | Descrição | Origem |
|----|-----------|-----------------------------|-------|-----------------------|---|-------------|
| 01 | 02 | Sunrise solo 783 | Solo | Variedade | Peso do fruto: 0,45 Kg Polpa: verm. alaranjada | - |
| 02 | 08 | Caliman AM | Solo | Variedade | Goldem original | Brasil |
| 03 | 09 | Caliman GB | Solo | Variedade | Peso do fruto: 0,45 Kg Polpa: verm. alaranjada | Brasil |
| 04 | 10 | Caliman SG | Solo | Variedade | Peso do fruto: 0,45 Kg Polpa: verm. alaranjada | Brasil |
| 05 | 11 | Caliman G | Solo | Variedade | Peso do fruto: 0,45 Kg Polpa: verm. alaranjada | Brasil |
| 06 | 12 | Sunrise solo 72/12 (202) | Solo | Variedade | Peso do fruto: 0,40 kg Polpa: verm. alaranjada | Havaí – EUA |
| 07 | 13 | Kapoho solo (polpa amarela) | Solo | Variedade | Peso do fruto: 0,45 Kg Polpa: amarela | Havaí – EUA |
| 08 | 14 | Baixinho Santa Amália | Solo | Variedade | Peso do fruto: 0,55 Kg Polpa: verm. alaranjada | Brasil |

Tabela 1; Cont.;

| N° | N°no BAG | Denominação do acesso | Grupo | Categoria do material | Descrição | Origem |
|----|-------------|------------------------------------|---------|--------------------------|---|----------------|
| 09 | 15 | Sunrise solo TJ | Solo | Variedade | Peso do fruto: 0,45 Kg Polpa: verm. alaranjada | Brasil |
| 10 | 17 | São Mateus | Solo | Variedade | Peso do fruto: 0,55 Kg Polpa: verm. alaranjada | Brasil |
| 11 | 18 | Kapoho solo (polpa vermelha) | Solo | Variedade | Peso do fruto: 0,45 Kg Polpa: vermelha | Havaí – EUA |
| 12 | 19 | Sunrise solo (prog. Tainung) | Solo | Variedade | - | Brasil |
| 13 | 22 | Mamão Roxo | Solo | Variedade | - | - |
| 14 | 26 | Baixinho Super (+ Baixoque BSA) | Solo | Variedade | - | Brasil |
| 15 | 34 | STZ-03 – pecíolo curto | Formosa | Variedade | - | Brasil |
| 16 | 03 | Costa Rica | Formosa | Variedade | Peso do fruto: 0,70 g Polpa: verm. alaranjada | Costa Rica |
| 17 | 16 | Tailândia | Formosa | Variedade | Peso do fruto: 0,90 g Polpa: vermelha | |

Tabela 1; Cont.;

| N° | N° no BAG | Denominação do acesso | Grupo | Categoria do material | Descrição | Origem |
|----|-----------|------------------------|------------------|-----------------------|--|----------------|
| 18 | 20 | Waimanalo | Formosa | Variedade | Peso do fruto: 0,55 Kg Polpa: amarela | Havaí – EUA |
| 19 | 23 | Maradol (orig. México) | Formosa | Variedade | Peso do fruto: 2,30 g Polpa: verm. alaranjada | Cuba |
| 20 | 24 | Maradol (grande limão) | Formosa | Variedade | Peso do fruto: 2,30 g Polpa: verm. alaranjada | Cuba |
| 21 | 25 | Sekati | Formosa | Variedade | - | - |
| 22 | 27 | Americano | Formosa | Variedade | Frutos grandes, polpa pouco consistente | - |
| 23 | 31 | JS 12 (206) | Formosa | Variedade | Peso do fruto: 0,90 Kg Polpa: vermelha | C. do Almeida |
| 24 | 32 | Cariflora 209 | Formosa | Dióico | Peso do fruto: 0,65 Kg Polpa: vermelha | EUA |
| 25 | 33 | Golden tipo Formosa | <i>C. papaya</i> | Variedade | - | - |

Tabela 1; Cont.;

| N° | N°no BAG | Denominação do acesso | Grupo | Categoria do material | Descrição | Origem |
|----|-------------|---------------------------------|---------|--------------------------|---|------------------|
| 26 | 35 | STA Helena III trat12Aplt07x | Formosa | Variedade | - | Brasil |
| 27 | 36 | STA Helena III trat11Aplt08x | Formosa | Variedade | - | Brasil |
| 28 | 44 | Papaya 45 Formosa Roxo | Formosa | Variedade | - | Brasil |
| 29 | 48 | JS 11 (50) | Formosa | Variedade | Peso do fruto: 0,90 Kg Polpa: vermelha | C. do Almeida |
| 30 | 52 | Sekati (fruto longo macuco) | Formosa | Variedade | - | - |

2. Características avaliadas

Após a secagem, as seguintes determinações foram realizadas: peso de mil sementes e teor de água das sementes. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos testes: germinação (TG), massa fresca e massa seca das plântulas, primeira contagem do TG, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da plântula, emergência de plântula em casa de vegetação e índice de velocidade de emergência (IVE). As metodologias estão descritas a seguir:

A) Massa dos frutos:

Para determinação da massa dos frutos, todos os frutos de cada tratamento foram pesados, e os resultados expressos pela média em gramas/fruto.

B) Massa de mil sementes:

A massa de mil sementes foi determinada pela contagem, ao acaso, de oito sub-amostras de 100 sementes, as quais foram pesadas, sendo os valores do peso de mil sementes expressos em gramas, com uma casa decimal, conforme Brasil (1992).

Para o cálculo da massa de mil sementes, 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) Teor de água:

Foi determinado segundo as prescrições das Regras para Análise de Sementes, utilizando-se duas sub-amostras de 5 g de sementes, pelo método padrão de estufa a 105 °C (±3) por 24 horas. A porcentagem de umidade das sementes foi expressa em base úmida (Brasil, 1992).

D) Teste de germinação:

Foi realizado de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), com modificações. Utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes, que foram colocadas sobre duas folhas de papel germitest e cobertas com uma folha, em rolos, umedecidas com água destilada, na proporção de 2,5 partes de água por 1 parte do peso do papel. Os rolos foram colocados no interior de sacos de polietileno para manter a sua umidade. Os germinadores do tipo BOD foram regulados para manter as temperaturas alternadas de 20-30 °C (16h de escuro e

8h de luz, respectivamente). A avaliação das plântulas foi realizada aos 14 e 28 dias após a instalação do teste, sendo os resultados expressos em percentagem de plântulas normais.

E) Massa fresca e massa seca:

Ao final do teste de germinação, foram determinadas as massas fresca e seca das plântulas. No vigésimo oitavo dia após a semeadura, as plântulas normais foram acondicionadas em sacos 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 da massa fresca e do peso médio da massa seca, expresso em mg/plântula.

F) Primeira contagem de germinação:

Foi realizada conforme a metodologia prescrita para o teste de germinação, sendo o resultado expresso pela percentagem das plântulas normais, observadas na primeira avaliação, ou seja, no décimo quarto dia após o início do teste.

G) Índice de velocidade de germinação:

Foi realizado conforme a metodologia prescrita para o teste de germinação; as plântulas foram avaliadas diariamente, à mesma hora, a partir do dia em que surgiram as primeiras plântulas normais. As avaliações foram realizadas até o momento da última contagem, e o índice de velocidade foi calculado empregando-se a fórmula de Maguire (1962).

H) Comprimento da radícula da plântula:

Foi realizado com quatro repetições de 10 sementes, semeadas no terço superior do papel germitest, previamente umedecido com água destilada, acondicionadas em forma de rolo. Estes foram recobertos com saco plástico e colocados em germinador (BOD) com temperaturas alternadas de 20-30 °C. A avaliação foi realizada no décimo quarto dia, quando as plântulas normais obtidas foram medidas com auxílio de uma régua, com graduação em mm. Foram tomadas as medidas da raiz principal. O comprimento foi obtido somando as medidas de cada plântula normal, em cada repetição, e dividindo, a seguir, pelo número de plântulas normais mensuradas. Os resultados foram expressos em cm de radícula/plântula.

H) Emergência de plântulas em casa de vegetação:

Foi realizada com quatro repetições de 50 sementes, semeadas em células individuais, com substrato “plantmax”, em bandejas de isopor colocadas em casa de vegetação. A avaliação foi feita aos 28 dias após a semeadura, considerando-se as plântulas emergidas presentes e expressando-se o resultado em porcentagem.

I) Velocidade de emergência de plântulas em casa de vegetação:

Utilizando o teste de emergência de plântulas, a contagem foi realizada diariamente, a partir da primeira plântula até o vigésimo oitavo dia. O índice de velocidade de emergência (IVE) foi calculado segundo Maguire (1962).

3. Delineamento experimental

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com duas repetições. Os dados foram interpretados estatisticamente por meio de análise de variância, e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. O modelo estatístico adotado foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

Onde:

μ = média geral dos tratamentos;

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

b_j = efeito do j-ésimo bloco ($j = 1$ e 2);

e_{ij} = Erro experimental associado à observação Y_{ij} .

Para o estudo da diversidade genética, foi estimada a distância generalizada de Mahalanobis; logo após, foi aplicado o método de agrupamento do UPGMA e variáveis canônicas. Os parâmetros genéticos estimados foram: variância fenotípica (σ^2_f), variância ambiental (σ^2_a), variância genotípica (σ^2_g), coeficiente de variação genética (CV_g), índice de variação (Iv), herdabilidade (h^2) e correlação intraclasse (CI). Estimou-se a contribuição relativa dos caracteres estudados para a diversidade genética entre genótipos pelo método de Singh (1981).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Análise de variância

A análise de variâncias encontra-se na Tabela 2 e as comparações das médias das nove características são mostradas na Tabela 3, indicando a existência de diferenças significativas entre as médias dos 30 genótipos de mamão para as características: massa dos frutos, massa de mil sementes, germinação, comprimento de radícula, massa seca das plântulas e massa fresca das plântulas.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância de nove características relacionadas à qualidade fisiológica de sementes em 30 genótipos de mamão, com as respectivas médias e coeficientes de variação (CV). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008

| Caracteres ¹ | Quadrado médio | | | Média | CV (%) |
|-------------------------|----------------|--------------|-----------|--------|--------|
| | Blocos | Acessos | Resíduo | | |
| MF | 7102,46 | 20340295,32* | 336655,47 | 847,05 | 12,71 |
| MMS | 0,24 | 440,85* | 19,29 | 17,17 | 4,77 |
| GERM | 395,27 | 4595,60* | 864,73 | 78,20 | 6,98 |
| ECV | 20,42 | 1159,48 | 1567,08 | 87,68 | 8,38 |
| IVE | 0,00 | 4,50* | 3,79 | 2,49 | 14,53 |
| IVG | 0,96 | 4,61* | 3,18 | 1,95 | 16,95 |
| CR | 0,25 | 55,13* | 7,62 | 4,08 | 12,55 |
| MSP | 0,04 | 43,83* | 3,97 | 4,95 | 7,46 |
| MFP | 9,76 | 21541,74* | 1619,02 | 121,49 | 6,15 |

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

¹ MF: massa do fruto, MMS: massa de mil sementes, GERM: % de germinação, ECV: % de emergência em casa de vegetação, IVE: índice de velocidade de emergência, IVG: índice de velocidade de germinação, CR: comprimento de radícula, MSP: massas secas das plântulas, MFP: massas frescas das plântulas.

Para os testes realizados na casa de vegetação (emergência de plântula e índice de velocidade de emergência) não foi constatada diferença significativa entre os genótipos, provavelmente em razão de os testes terem sido instalados em casa de vegetação em um período de ocorrência de baixas temperaturas (Apêndice 1). Segundo Martins et al. (2005), pré-tratamento germinativo de semente a 10 °C mostra-se eficiente na superação de dormência, propiciando aumento na germinação e vigor das sementes de mamão. Portanto, a exposição das sementes a baixas temperaturas ambientais pode ter favorecido a quebra de dormência.

Para a variável germinação, o teste de Scott-Knott agrupou os seguintes genótipos como os de melhor desempenho: Caliman GB, Caliman G, SS 72/12, SS-TJ, Kapoho vermelho, Mamão roxo, Costa Rica, Tailândia, Maradol, Maradol (limão), Sekati 1, Americano, Cariflora, Golden Tipo Formosa, Santa Helena 1, Santa Helena 2, JS 11.

Quando foi utilizado o teste de vigor, para comprimento de radícula, foram agrupados os genótipos Tailândia, Wamanalo, Maradol e Maradol (limão) como os de melhor desempenho para essa característica, e os genótipos BSA, Mamão roxo, BSA super, Americano, Sekati 2 como os de pior desempenho para a mesma característica.

Avaliando os grupos formados pelo teste Scott-Knott, o genótipo JS 11 teve o melhor desempenho para as características relacionadas à qualidade fisiológica de sementes, podendo ser classificado como o genótipo de melhor qualidade fisiológica. Já para os genótipos Caliman e SG SS-PT, pode ser atribuída baixa qualidade fisiológica de sementes.

Tabela 3 - Médias de 30 acessos de *Carica papaya* para nove características relacionadas à qualidade fisiológica de sementes, agrupadas pelo teste de médias de Scott Knott. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008

| Nº | Acesso | Massa do fruto | Massa de mil sementes | Germinação (%) | Germinação em CV (%) | IVE | IVG | Comprimento de radícula (cm/pla) | Massa seca (mg/pl) | Massa fresca (mg/pl) |
|----|--------------|----------------|-----------------------|----------------|----------------------|-------|-------|----------------------------------|--------------------|----------------------|
| 1 | SS783 | 540,80c | 16,45c | 71,50b | 92,50a | 2,60a | 1,95a | 3,50c | 5,92b | 140,30c |
| 2 | Caliman AM | 260,80d | 16,30c | 77,00b | 80,50a | 2,30a | 2,00a | 4,79b | 4,13d | 112,70d |
| 3 | Caliman GB | 404,00d | 16,85c | 80,00a | 85,00a | 2,70a | 2,05a | 3,85c | 4,76c | 132,10c |
| 4 | Caliman SG | 292,90d | 14,45d | 73,50b | 83,50a | 2,25a | 1,85a | 4,79b | 3,95d | 78,85f |
| 5 | Caliman G | 380,35d | 16,85c | 84,50a | 94,00a | 2,85a | 2,20a | 4,40b | 4,74c | 120,10d |
| 6 | SS72/12 | 330,80d | 14,85d | 88,00a | 92,50a | 2,80a | 2,30a | 3,73c | 4,13d | 104,75e |
| 7 | Kapoho am. | 352,90d | 17,65c | 67,50b | 89,50a | 2,65a | 1,80a | 3,31c | 5,82b | 142,35c |
| 8 | BSA | 340,30d | 16,25c | 62,50c | 82,00a | 1,95a | 1,45a | 2,91d | 4,93c | 94,40e |
| 9 | SSTJ | 430,35d | 14,65d | 84,50a | 89,00a | 2,65a | 2,15a | 3,92c | 4,33d | 106,25e |
| 10 | São Mateus | 625,35c | 17,45c | 73,00b | 90,00a | 2,55a | 1,65a | 4,82b | 5,11c | 134,95c |
| 11 | Kapoho verm. | 399,55d | 14,05d | 78,50a | 90,00a | 2,65a | 1,95a | 3,47c | 4,34d | 112,75d |
| 12 | SSPT | 464,15d | 15,05d | 72,00b | 88,50a | 2,70a | 1,75a | 3,75c | 3,83d | 89,90f |
| 13 | Mamão Roxo | 351,20d | 13,75d | 85,00a | 85,50a | 2,30a | 2,35a | 2,48d | 4,02d | 103,95e |
| 14 | BSA super | 345,80d | 15,85c | 49,50d | 80,00a | 1,90a | 1,20a | 1,99d | 5,06c | 116,10d |
| 15 | STZ 03 | 270,35d | 15,65c | 76,50b | 89,00a | 2,65a | 1,95a | 4,32b | 3,98d | 111,55d |

Tabela 3; Cont.;

| Nº | Acesso | Massa do fruto | Massa de mil sementes | Germinação (%) | Germinação em CV (%) | IVE | IVG | Comprimento de radícula (cm/pla) | Massa seca (mg/pl) | Massa fresca (mg/pl) |
|----|-----------------|----------------|-----------------------|----------------|----------------------|-------|-------|----------------------------------|--------------------|----------------------|
| 16 | Costa Rica | 656,60c | 15,55c | 87,00a | 92,50a | 2,85a | 2,25a | 4,62b | 4,49c | 114,95d |
| 17 | Tailândia | 1259,15b | 18,35b | 80,00a | 91,00a | 2,55a | 2,05a | 5,25a | 4,33d | 123,65d |
| 18 | Wamanalo | 728,65c | 16,60c | 75,00b | 79,00a | 2,20a | 2,00a | 5,06a | 4,47c | 131,55c |
| 19 | Maradol | 1896,60a | 21,30 ^a | 87,00a | 92,50a | 2,80a | 2,20a | 5,79a | 5,30b | 132,35c |
| 20 | Maradol (limão) | 2003,30a | 21,95 ^a | 79,00a | 85,00a | 2,30a | 2,10a | 5,16a | 4,64c | 124,60d |
| 21 | Sekati 1 | 1264,15b | 18,60b | 85,00a | 91,50a | 2,60a | 2,15a | 3,35c | 6,02b | 121,65d |
| 22 | Americano | 2165,00a | 21,30 ^a | 82,50a | 87,50a | 2,40a | 2,05a | 2,51d | 6,53a | 119,65d |
| 23 | JS 12 | 1289,95b | 21,80 ^a | 73,50b | 90,00a | 2,65a | 1,80a | 4,19b | 5,86b | 141,15c |
| 24 | Cariflora | 1290,80b | 21,80 ^a | 82,50a | 95,50a | 2,65a | 1,90a | 4,48b | 5,17c | 135,55c |
| 25 | Golden T | | | | | | | | | |
| | Formosa | 606,60c | 14,20d | 81,00a | 83,50a | 2,00a | 1,80a | 4,08b | 5,55b | 120,35d |
| 26 | Santa Helena 1 | 1317,45b | 14,55d | 90,50a | 89,00a | 2,70a | 2,40a | 4,07b | 4,79c | 140,80c |
| 27 | Santa Helena 2 | 1175,80b | 15,70c | 79,50a | 86,00a | 2,15a | 1,70a | 4,31b | 5,72b | 117,55d |
| 28 | Papaya 45 FR | 1094,95b | 13,90d | 75,50b | 81,50a | 2,40a | 1,55a | 4,29b | 3,57d | 98,25e |
| 29 | JS 11 | 828,75c | 22,80 ^a | 94,00a | 90,50a | 2,75a | 2,35a | 6,28a | 6,18b | 169,20a |
| 30 | Sekati 2 | 2044,15a | 18,70b | 70,50b | 84,00a | 2,10a | 1,70a | 3,02d | 6,95a | 152,55b |

2. Parâmetros genéticos

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade para as características estudadas podem ser observadas na Tabela 4. Os altos valores dos coeficientes de variabilidade genética entre os genótipos para peso do fruto, peso de mil sementes, comprimento de radícula, massa seca e massa fresca das plântulas sugerem que há possibilidade de ganhos expressivos no processo de seleção para qualidade de sementes. As estimativas dos parâmetros de herdabilidade também refletem uma situação muito favorável à seleção. Estudando soja perene quanto à porcentagem de dormência, Pontes e Martins (1982) relataram um coeficiente de variação genética (CV_g) igual a 20,02% e concluíram que a variabilidade exibida deve-se principalmente a fatores genéticos e pode ser explorada no melhoramento por meio de seleção do material estudado.

Na seleção de progênies de meio-irmãos de cenoura, baseada na qualidade de sementes, Vieira et al. (2005) encontraram valores de herdabilidade de 97,66 para massa de cem sementes; 92,821 para germinação e 89,238 para vigor de sementes. Esses mesmos autores consideram que, para coeficiente de herdabilidade, valores acima de 89% possibilitam predizer que o acréscimo na média dos caracteres selecionados serão quase equivalentes ao diferencial de seleção imposto sobre aquele caráter. Assim, um vez que as características massa de fruto (MF), massa de mil sementes (MMS), massa seca das plântulas (MSP), massa fresca das plântulas (MFP) apresentaram herdabilidade acima de 89%, pode-se obter um acréscimo para essas características através da seleção.

Tabela 4 – Estimativas das variâncias fenotípica (σ^2_f), ambiental (σ^2_a) e genotípica (σ^2_g), do coeficiente de variação genética (CV_g), do índice de variação (lv), da herdabilidade (h^2) e correlação intraclasse (CI), para nove características relacionadas à qualidade fisiológica de sementes, em 30 genótipos de *Carica papaya* L. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008

| Características ¹ | σ^2_f | σ^2_a | σ^2_g | CV_g | lv | h^2 | CI |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------|-------|-------|-------|
| MF | 350694,75 | 5804,40 | 344890,34 | 69,33 | 5,45 | 98,34 | 96,74 |
| MMS | 7,60 | 0,33 | 7,27 | 15,76 | 15,76 | 95,62 | 91,62 |
| G | 79,23 | 14,91 | 64,32 | 10,26 | 1,47 | 81,18 | 68,33 |
| ECV | 19,99 | 27,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| IVE | 0,08 | 0,07 | 0,12 | 4,46 | 0,31 | 15,83 | 8,59 |
| IVG | 0,079 | 0,054 | 0,025 | 8,04 | 0,47 | 31,07 | 18,39 |
| CR | 0,95 | 0,13 | 0,82 | 22,15 | 1,76 | 86,18 | 75,71 |
| MSP | 0,76 | 0,07 | 0,69 | 16,73 | 2,24 | 90,95 | 83,40 |
| MFP | 371,41 | 27,91 | 343,49 | 15,25 | 2,48 | 92,48 | 86,02 |

¹ MF: massa do fruto, MMS: massa de mil sementes, GERM: % de germinação, ECV: % de emergência em casa de vegetação, IVE: índice de velocidade de emergência, IVG: índice de velocidade de germinação, CR: comprimento de radícula, MSP: massas secas das plântulas, MFP: massas frescas das plântulas.

3. Estudo da diversidade genética

No estudo da diversidade genética, o método de Singh (1981) foi utilizado para avaliar a importância relativa das nove características (Tabela 5), no qual constatou-se que as características que mais contribuíram para a divergência foram a massa do fruto (50,71%) e a massa de mil sementes (16,64%). A germinação em casa de vegetação (0,94%) foi a característica com menor contribuição.

Tabela 5 – Contribuição relativa das nove variáveis para a divergência genética de sementes de mamão *Carica papaya* L., proposta pelo método de Singh (1981). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008

| Características ¹ | Valor em % |
|------------------------------|------------|
| MF | 50,71 |
| MMS | 16,64 |
| GERM | 2,37 |
| ECV | 0,94 |
| IVE | 2,79 |
| IVG | 1,76 |
| CR | 10,02 |
| MSP | 6,09 |
| MFP | 8,67 |

¹ MF: massa do fruto, MMS: massa de mil sementes, GERM: % de germinação, ECV: % de emergência em casa de vegetação, IVE: índice de velocidade de emergência, IVG: índice de velocidade de germinação, CR: comprimento de radícula, MSP: massas secas das plântulas, MFP: massas frescas das plântulas.

A similaridade entre os 30 genótipos, quanto à qualidade fisiológica das sementes, encontra-se representada no dendograma correspondente à Figura 1. Houve a formação de dois grandes grupos, ficando evidente a separação entre os genótipos do grupo Solo e Formosa. Os genótipos do grupo Solo apresentam massa média de frutos de 500 gramas e os genótipos do grupo Formosa, 1.100 gramas; já para a característica massa de mil sementes, os grupos Solo e Formosa apresentam respectivamente 12 e 20 gramas em média. Sendo essas duas características as que mais contribuíram para a divergência genética, este fato influenciou diretamente na formação dos dois grupos do dendograma, fazendo com que os genótipos do grupo Solo se concentrassem na parte superior e os do Formosa na inferior.

No entanto, foi observado que quatro genótipos do grupo Formosa foram agrupados junto aos do grupo Solo: os genótipos Costa Rica, Wamanalo, Golden

Tipo Formosa e Papaya 45 FR; estes apresentam médias para as características de maior contribuição para divergência bem próximas à média do grupo Solo.

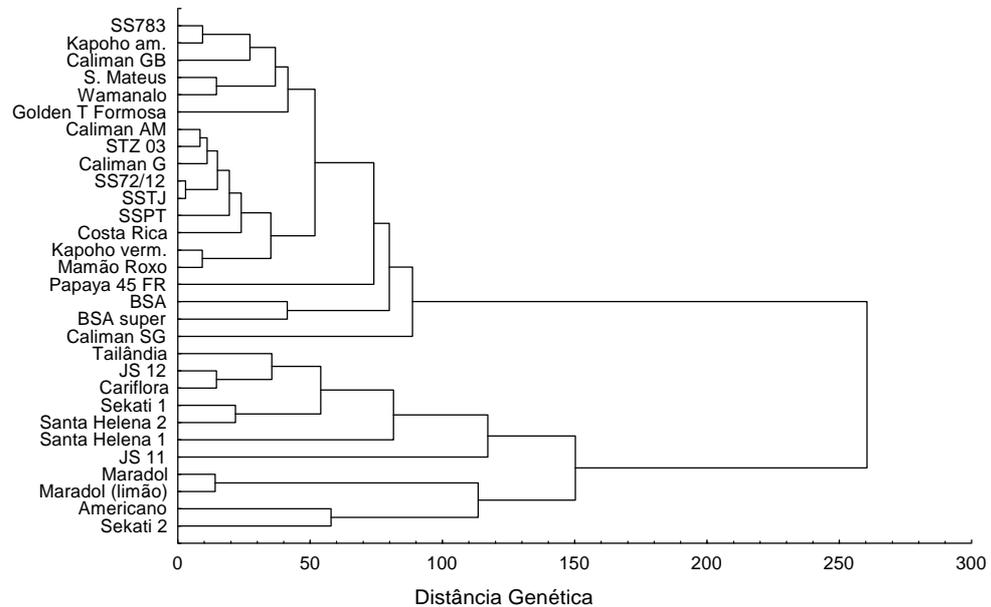


Figura 1 - Dendrograma de dissimilaridades genéticas entre 30 acessos de mamão *Carica papaya*, obtido pelo método do UPGMA, com base em nove características avaliadas, utilizando-se a distância generalizada de Mahalanobis. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008.

As estimativas das variâncias associadas às variáveis canônicas são mostradas na Tabela 6 e indicam que a primeira e a segunda variáveis canônicas respondem, respectivamente, por 68,40% e 12,43% da variabilidade total. Portanto, a combinação explica mais de 80% da variação disponível nos dados, atestando que a sua utilização é satisfatória no estudo da diversidade genética por meio de dispersão gráfica dos genótipos no espaço bidimensional.

Tabela 6 – Estimativas dos autovalores (λ_j) associados às variáveis canônicas relativas a características estudadas em 30 genótipos de mamão *Carica papaya* L. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008

| VC ¹ | λ_j | λ_j (%) | Acumulado (%) |
|-----------------|-------------|-----------------|---------------|
| VC 1 | 55,16 | 68,40 | 68,40 |
| VC 2 | 10,03 | 12,43 | 80,83 |
| VC 3 | 6,97 | 8,64 | 89,48 |
| VC 4 | 3,68 | 4,56 | 94,04 |
| VC 5 | 2,11 | 2,61 | 96,66 |
| VC 6 | 1,48 | 1,84 | 98,51 |
| VC 7 | 0,74 | 0,92 | 99,43 |
| VC 8 | 0,25 | 0,31 | 99,74 |
| VC 9 | 0,20 | 0,25 | 100,00 |

¹ VC: Variável canônica

Na Figura 2, além das similaridades entre os genótipos, evidenciadas pela dispersão gráfica dos pontos, procurou-se estabelecer os agrupamentos. O grupo I é formado pelos genótipos 1, 3, 7, 8, 11, 13, 14 e 25; os sete primeiros genótipos (1, 3, 7, 8, 11, 13, 14) desse grupo pertencem ao grupo Solo, e o genótipo 25 pertence ao grupo Formosa. No entanto, a massa média dos frutos do genótipo Golden tipo Formosa (25) é 606,60 gramas, característica esta que o torna muito similar aos frutos do grupo Solo. As características médias desse grupo são: massa dos frutos (417,6 g), massa de mil sementes (15,6 mg), germinação (71,9%), germinação em casa de vegetação (86%), IVE (2,34), IVG (1,81), comprimento de radícula (3,19 cm/pl.), massa seca das plântulas (5,05 mg/pl.) e massa fresca das plântulas (120,28 mg/pl.).

O grupo II é formado pelos seguintes genótipos: 2, 5, 6, 9, 10, 12, 15, 16, 18 e 28. Os genótipos 2, 5, 6, 9, 10, 12, 15 pertencem ao grupo Solo e são bem similares. Já os genótipos 16, 18 e 28 pertencem ao grupo Formosa, sendo que os genótipos 16 e 18 têm a massa média dos frutos de 656,6 e 728,65 gramas, respectivamente. Já o genótipo 28 tem a massa de mil sementes de 13,90 mg.

Uma vez que a massa dos frutos e a massa de mil sementes são as características que mais contribuem para a diversidade genética (Tabela 5), esses genótipos foram então agrupados junto a genótipos do grupo Solo, em função do grau de similaridade entre essas características. As características médias do grupo II são: massa dos frutos (524,2 g), massa de mil sementes (15,6 mg), germinação (79,3%), germinação em casa de vegetação (87,6%), IVE (2,59), IVG (1,98), comprimento de radícula (4,37 cm/pl.), massa seca das plântulas (4,27 mg/pl.) e massa fresca das plântulas (112,49 mg/pl.).

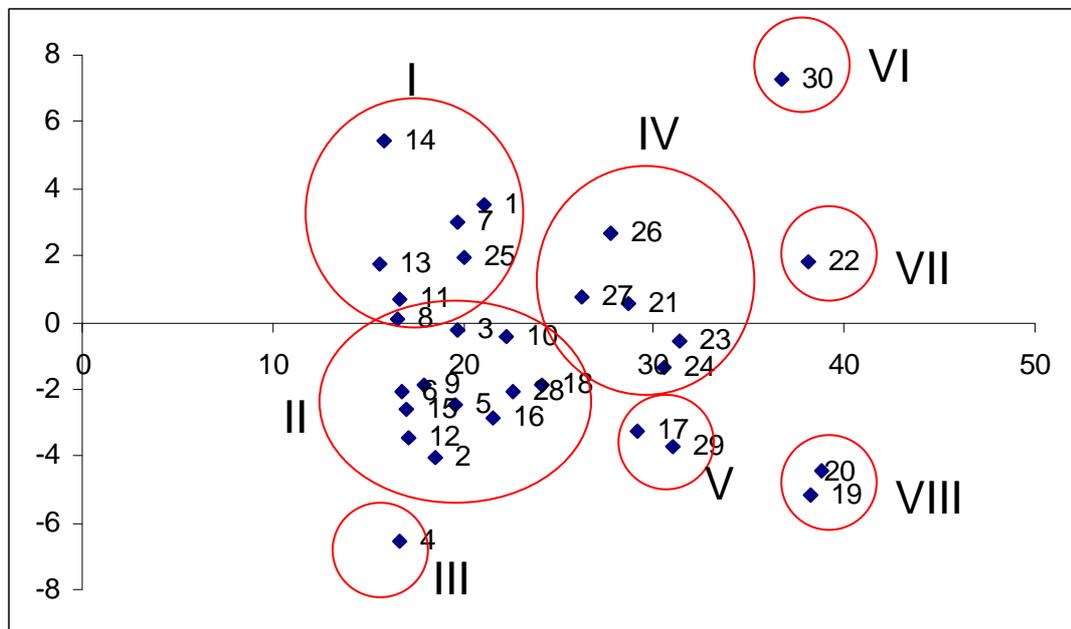


Figura 2 - Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos das variáveis canônicas (VC1 e VC2) relativos a nove características estudadas em mamão *Carica papaya*, com base nas características de qualidade de sementes. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008.

Apenas o genótipo Caliman SG (4) ficou agrupado no grupo III. Esse genótipo apresenta valores baixos tanto de massa do fruto quanto de massa de

mil sementes, sendo respectivamente de 292,90 g e 14,45 mg. Os valores das demais características são: germinação (73,5%), germinação em casa de vegetação (83,5%), IVE (2,25), IVG (1,85), comprimento de radícula (4,79 cm/pl.), massa seca das plântulas (3,95 mg/pl.) e massa fresca das plântulas (78,85 mg/pl.).

No grupo IV ficaram agrupados os seguintes genótipos, todos do grupo Formosa: 21, 23, 24, 26, 27 e 30, contendo as seguintes características médias: massa dos frutos (1.267,6 g), massa de mil sementes (18,4 mg), germinação (82,2%), germinação em casa de vegetação (90,4%), IVE (2,55), IVG (1,99), comprimento de radícula (4,08 cm/pl.), massa seca das plântulas (5,51 mg/pl.) e massa fresca das plântulas (131,34 mg/pl.).

As características médias do grupo V são: massa dos frutos (1.043,9 g), massa de mil sementes (20,5 mg), germinação (87%), germinação em casa de vegetação (90,7%), IVE (2,65), IVG (2,2), comprimento de radícula (5,76 cm/pl.), massa seca das plântulas (5,25 mg/pl.) e massa fresca das plântulas (146,42 mg/pl.). Nele ficaram agrupados os genótipos 17 e 29, pertencentes ao grupo Formosa.

O genótipo Sekati 2 (30), pertencente ao grupo Formosa, apresentou as seguintes características: massa dos frutos (2.044,1 g), massa de mil sementes (18,7 mg), germinação (70,5%), germinação em casa de vegetação (84%), IVE (2,1), IVG (1,7), comprimento de radícula (3,02 cm/pl.), massa seca das plântulas (6,95 mg/pl.) e massa fresca das plântulas (152,55 mg/pl.). Foi agrupado no grupo unitário VI.

O genótipo Americano (22) ficou agrupado também em um grupo unitário, neste caso, o grupo VII. O genótipo Americano foi caracterizado assim: massa dos frutos (2.165 g), massa de mil sementes (21,3 mg), germinação (82,5%), germinação em casa de vegetação (87,5%), IVE (2,4), IVG (2,05), comprimento de radícula (2,51 cm/pl.), massa seca das plântulas (6,53 mg/pl.) e massa fresca das plântulas (119,65 mg/pl.). Além dessas características, esse genótipo é portador de uma característica peculiar: determinado número de sementes germina no interior da cavidade ovariana, fato este observado quando os frutos desse genótipo foram abertos para a extração das sementes (Figura 3). Foram observadas plântulas bem desenvolvidas no interior da cavidade ovariana. Essas sementes germinavam até mesmo quando o teste de germinação era instalado

com sementes sem a remoção da sarcotesta, evidenciando que, possivelmente, a sarcotesta desse genótipo contém uma concentração menor de compostos fenólicos, os quais podem retardar ou até mesmo inibir a germinação. Essa característica torna-se mais relevante quando é considerada a produção de sementes híbridas, uma vez que a utilização desse genótipo como progenitor feminino poderá comprometer a obtenção das sementes.



Figura 3 - Genótipo Americano: fruto com sementes germinadas dentro da cavidade ovariana e aspecto da plântula. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008.

Os genótipos Maradol México e Maradol Grande Limão foram agrupados no grupo VII. Esses genótipos apresentam características relacionadas à qualidade de sementes bem similares, sugerindo que a diversidade genética entre esses dois genótipos, possivelmente, é mínima. Os valores médios deles são: massa dos frutos (1.949,25 g), massa de mil sementes (21,6 mg), germinação

(83%), germinação em casa de vegetação (88,7%), IVE (2,55), IVG (2,15), comprimento de radícula (5,47 cm/pl.), massa seca das plântulas (4,97 mg/pl.) e massa fresca das plântulas (128,47 mg/pl.).

Para o caráter massa média dos frutos, o intervalo de variação para os 30 genótipos foi de 260,8 a 2.165,0 gramas. O acesso com frutos de maior massa foi o Americano (22). A alta heterogeneidade do material avaliado quanto a este caráter indica a possibilidade de sucesso ao selecionar materiais visando ao aumento da massa dos frutos. Deve-se destacar que, quanto à massa média do fruto, o grupo Solo produz frutos com média de 385,97 gramas e o grupo Formosa, frutos com média de 1.308,12 gramas, sendo essa característica uma das que mais contribuíram para a diversidade genética. Uma vez que a massa do fruto não interfere diretamente na qualidade de sementes, decidiu-se pela retirada dessa característica das análises, assim como da característica massa de mil sementes, em que o tamanho da semente está diretamente relacionado ao grupo a que pertencem os frutos. Sementes do grupo Formosa normalmente são maiores em relação às sementes do grupo Solo.

Segundo Cruz et al. (2003), após a identificação dos caracteres de menor contribuição relativa para a divergência entre os genótipos, assim como daqueles que apresentam alta correlação, pode-se excluir ou substituir alguns caracteres. Os caracteres massa do fruto e massa de mil sementes foram então excluídos. A importância relativa das sete características restantes: % de germinação, % de germinação em casa de vegetação, índice de velocidade de emergência (IVE), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de radícula, massa seca e massa fresca das plantas, foi avaliada pela metodologia proposta por Singh (1981). O caráter massa fresca das plântulas trouxe a maior contribuição relativa (32,68 %) em relação ao total dos caracteres, nos 30 genótipos de mamão (Tabela 7). O caráter de menor contribuição, com 1,34%, foi o índice de velocidade de germinação (IVG).

Tabela 7 – Contribuição relativa das sete variáveis para a divergência genética quanto à qualidade fisiológica de sementes de mamão *Carica papaya* L., proposto pelo método de Singh (1981). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008

| Características ¹ | Valor em % |
|------------------------------|------------|
| GERM | 13,30 |
| ECV | 1,84 |
| IVE | 10,04 |
| IVG | 1,34 |
| CR | 23,97 |
| MSP | 16,80 |
| MFP | 32,68 |

¹ GERM: % de germinação, ECV: % de emergência em casa de vegetação, IVE: índice de velocidade de emergência, IVG: índice de velocidade de germinação, CR: comprimento de radícula, MSP: massa seca das plântulas, MFP: massa fresca das plântulas.

O dendrograma de UPGMA é estabelecido com base nas médias de dissimilaridade dos pares de indivíduos, tendo representado graficamente as ramificações que indicam o nível de dissimilaridade entre eles (Cruz e Carneiro, 2003). A representação de suas distâncias, indicada pelo comprimento das barras horizontais, e as ramificações no dendrograma permitem a rápida visualização da magnitude das distâncias e aproximações dos indivíduos. No dendrograma (Figura 4), está o agrupamento baseado na distância genética, onde se observar que o genótipo Calimam SG é o mais distante geneticamente para as características relacionadas à qualidade de sementes. Este genótipo apresentou baixo desempenho na característica massa fresca das plântulas, e sendo essa característica de maior contribuição para a diversidade esses fato pode ter contribuído para maior diferença entre este genótipo e os demais.

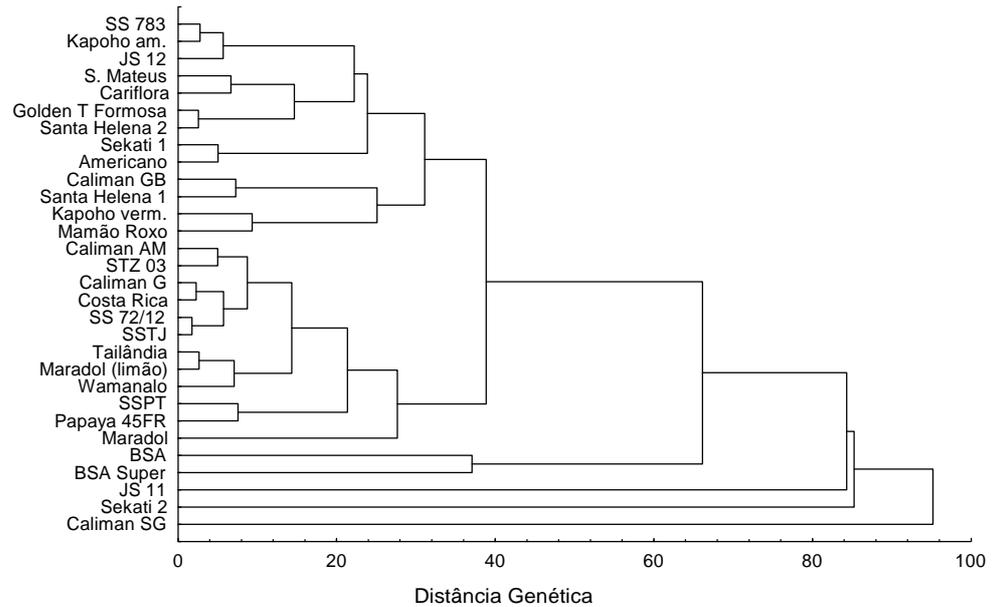


Figura 4 - Dendrograma de dissimilaridades genéticas entre 30 acessos de mamão *Carica papaya*, obtido pelo método do UPGMA, com base em sete características avaliadas, utilizando-se a distância generalizada de Mahalanobis. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008.

Observa-se a separação do genótipo Sekati 2, possivelmente em função do seu baixo desempenho durante a germinação que pode ser constatado no comprimento radicular, a velocidade de crescimento inicial da raiz primária correlaciona-se positivamente com o rendimento da cultura. O genótipo JS 11 também foi agrupado separado, porém apresentou um bom desempenho para as duas características de maior contribuição para a divergência genética. Os genótipos BSA e BSA super encontram-se bem próximos geneticamente, ambos apresentaram um comportamento bem similar, com baixos índices de germinação e pouco vigor.

A análise do dendrograma mostra uma redução da distância entre os demais genótipos, provavelmente por apresentarem um desempenho bem similar, podendo ser considerados próximos geneticamente para as características relacionadas à qualidade de sementes.

As três primeiras variáveis canônicas explicam acima de 80% da variação total, sendo sua utilização satisfatória no estudo da divergência genética por meio de avaliação da dispersão gráfica dos escores em relação (1ª VC, 2ª VC e 3ª VC) (Tabela 8). Com base nesse conceito, fez-se a dispersão gráfica tridimensional dos três primeiros escores, o que pode ser observada na Figura 5. Os grupos formados por esse método foram 11 e estão descritos a seguir, juntamente com a caracterização média dos grupos.

Tabela 8 – Estimativas dos autovalores (λ_j) associados às variáveis canônicas relativas a características estudadas em 30 genótipos de mamão (*Carica papaya* L.) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008

| VC ¹ | λ_j | λ_j (%) | Acumulado (%) |
|-----------------|-------------|-----------------|---------------|
| VC 1 | 10,61 | 46,64 | 46,64 |
| VC 2 | 6,04 | 26,58 | 73,23 |
| VC 3 | 2,51 | 11,03 | 84,27 |
| VC 4 | 2,32 | 10,21 | 94,49 |
| VC 5 | 0,76 | 3,35 | 97,84 |
| VC 6 | 0,27 | 1,21 | 99,06 |
| VC 7 | 0,21 | 0,93 | 100,0 |

¹ VC: Variável canônica.

No grupo I, apenas o genótipo 4 ficou agrupado, e suas características são: germinação (73,5%), germinação em casa de vegetação (83,5%), IVE (2,25), IVG (1,85), comprimento de radícula (4,79 cm/pl.), massa seca das plântulas (3,95 mg/pl.) e massa fresca das plântulas (78,85 mg/pl.).

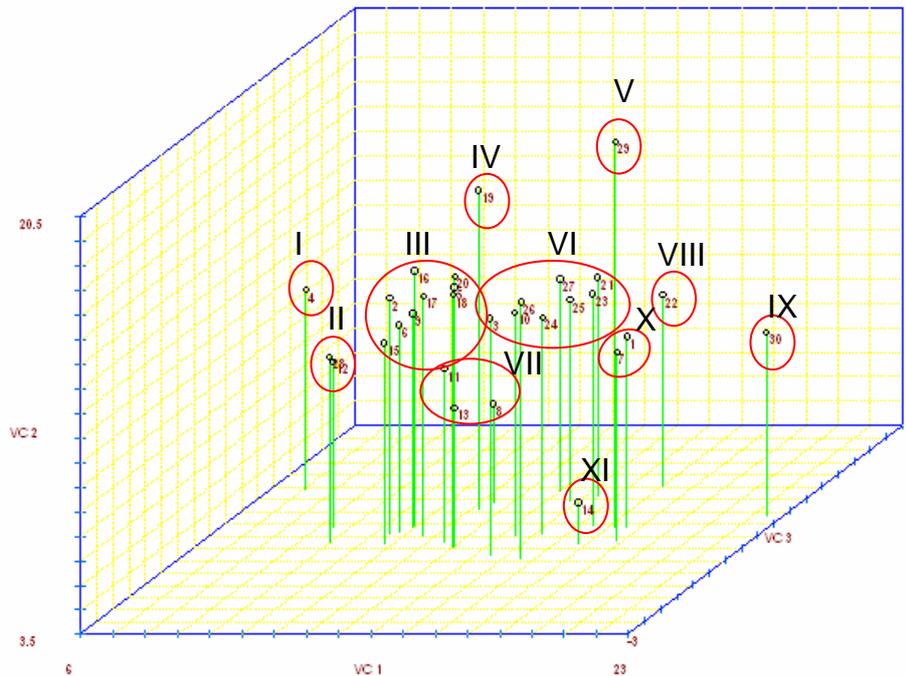


Figura 5 - Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos das variáveis canônicas (VC1 e VC2) relativos a sete características estudadas em mamão (*Carica papaya* L.), com base nas características de qualidade de sementes. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008.

As características médias do grupo II são: germinação (73,75%), germinação em casa de vegetação (85%), IVE (2,55), IVG (1,65), comprimento de radícula (4,02 cm/pl.), massa seca das plântulas (3,7 mg/pl.) e massa fresca das plântulas (94,075 mg/pl.); nota-se que os genótipos pertencentes a esse grupo Sunrise solo- programa Tainung (12) e Papaya 45 (28), apesar de serem um do grupo Solo e outro do Formosa, respectivamente, apresentaram características semelhantes para qualidade de sementes.

Os genótipos 2,5,6,9,15,16,17,18 e 20 foram reunidos no grupo III, sendo cinco do grupo Solo (2,5,6,9,15) e quatro do grupo Formosa (16,17,18, 20) e apresentaram as seguintes características: germinação (81,27%), germinação em

casa de vegetação (88%), IVE (2,57), IVG (2,11), comprimento de radícula (4,58 cm/pl.), massa seca das plântulas (4,36 mg/pl.) e massa fresca das plântulas (116,67 mg/pl.).

No grupo IV foi isolado apenas o genótipo Maradol: germinação (87%), germinação em casa de vegetação (87%), IVE (2,8), IVG (2,2), comprimento de radícula (5,79 cm/pl.), massa seca das plântulas (5,30 mg/pl.) e massa fresca das plântulas (132,35 mg/pl.). É oportuno salientar baseando-se nas primeiras observações, a diversidade genética entre os genótipos Maradol e Maradol Limão era mínima, no entanto, após análise dessa dispersão o genótipo Maradol apresentou uma pequena superioridade, para as características relacionadas à semente, quando comparado com o Maradol Limão.

O genótipo JS 11 (29), que teve o melhor desempenho para as características analisadas, fato esse que pode ser observado no gráfico de dispersão, foi agrupado no grupo V (Figura 4). As características desse grupo são: germinação (94%), germinação em casa de vegetação (90,5%), IVE (2,75), IVG (2,35), comprimento de radícula (6,28 cm/pl.), massa seca das plântulas (6,18 mg/pl.) e massa fresca das plântulas (169,20 mg/pl.).

O grupo VI compreende as seguintes características: germinação (80,6%), germinação em casa de vegetação (88,8%), IVE (2,5), IVG (1,93), comprimento de radícula (4,14 cm/pl.), massa seca das plântulas (5,37 mg/pl.) e massa fresca das plântulas (130,5 mg/pl.). Neste grupo foram agrupados os seguintes genótipos: 3,10,21,23,24,25,26 e 27; sendo os dois primeiros do grupo do grupo Solo e os demais do grupo Formosa.

As características médias do grupo VII são: germinação (75,3%), germinação em casa de vegetação (85,8%), IVE (2,3), IVG (1,91), comprimento de radícula (2,95 cm/pl.), massa seca das plântulas (4,43 mg/pl.) e massa fresca das plântulas (103,7 mg/pl.). Nesse grupo foram agrupados os seguintes genótipos: 8, 11, 13; todos pertencentes ao grupo Solo.

Apenas o genótipo Americano (22) forma o grupo VIII; neste genótipo foram observadas sementes germinadas no interior da cavidade ovariana, assim esperava-se melhor desempenho durante os testes de germinação e vigor, fato que não foi observado: germinação (82,5%), germinação em casa de vegetação (87,5%), IVE (2,4), IVG (2,05), comprimento de radícula (2,51 cm/pl.), massa seca das plântulas (6,53 mg/pl.) e massa fresca das plântulas (119,65 mg/pl.).

Germinação (70,5%), germinação em casa de vegetação (84%), IVE (2,1), IVG (1,7), comprimento de radícula (3,02 cm/pl.), massa seca das plântulas (6,95 mg/pl.) e massa fresca das plântulas (152,55 mg/pl.) são as características do genótipo Sekati 2 (30) agrupado no grupo IX.

Os genótipos 1 e 7 foram agrupados no grupo X, e apresentam as seguintes características médias: germinação (69,5%), germinação em casa de vegetação (91%), IVE (2,6), IVG (1,87), comprimento de radícula (3,4 cm/pl.), massa seca das plântulas (5,87 mg/pl.) e massa fresca das plântulas (141,3 mg/pl.).

O grupo XI compreende as seguintes características: germinação (49,5%), germinação em casa de vegetação (80%), IVE (1,9), IVG (1,2), comprimento de radícula (1,99 cm/pl.), massa seca das plântulas (5,06 mg/pl.) e massa fresca das plântulas (116,1 mg/pl.). Neste grupo apenas o genótipo BSA super (14) foi agrupado, sendo o genótipo com pior desempenho para características relacionadas à qualidade de sementes.

CONCLUSÕES

Observa-se elevada divergência genética para atributos relacionados à qualidade fisiológica de sementes, o que, em programas de melhoramento genético, pode subsidiar a escolha de progenitores visando à obtenção de genótipos superiores.

As variáveis com maior contribuição relativa para a diversidade foram: massa fresca das plântulas (32,68%) e comprimento de radícula (23,97%), as quais apresentaram herdabilidade de 92,48 e 86,18, respectivamente.

A utilização do genótipo Americano como progenitor feminino, deve ser considerada, uma vez que apresentou sementes germinadas dentro da cavidade ovariana, o que pode comprometer a produção de sementes.

Os genótipos mais divergentes são 19 (Maradol – origem México), 29 (Sta Helena III trat. 12A plt 07x), 8 (Baixinho Santa Amália) e 14 (Baixinho Super - + Baixoque BSA), sendo que os dois primeiros tiveram um desempenho superior

aos demais, e os dois últimos apresentaram um desempenho inferior. O cruzamento entre esses genótipos, possivelmente, proporcionará a obtenção de híbridos com maior efeito heterótico para qualidade de sementes.

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.
- Allard, R.W. (1971) *Princípios do melhoramento genético das plantas*. São Paulo: Edgard Blucher, 381p.
- Alvarenga, E.M., Silva, R.F., Araújo, E.F. (1991) Maturação fisiológica de sementes de abóbora italiana. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 11 (2):147-150.
- Amaral Júnior, A.T., Thiébaud, J.T.L. (1999) *Análise multivariada na avaliação da diversidade genética em recursos genéticos vegetais*. Apostila: CCTA – UENF, 55p.
- Battistin, A. (1981) *Estudo biossistemático de diferentes táxons do gênero Stylosanthes SW (Leguminosae-Papilionoideae)*. Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Piracicaba - SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ/USP, 106p.
- Bennett, M.A. (2001) Determination and standardization challenges of vigor tests of vegetable seeds. *Informativo Abrates*, Curitiba, 11 (3):58-62.
- Brasil. (1992) Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365p.
- 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. (eds.) *A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção*. Vitória: Incaper, p. 57-102.

- Cruz, C.D., Carneiro, P.C.S. (2003) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: UFV, v. 2, 585p.
- Cruz, C.D., Regazzi, A.J., Carneiro, P.C.S. (2004) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. v. 1, 3. ed. Viçosa: UFV, 480p.
- Falconer, D.S. (1987) *Introdução à genética quantitativa*. Tradução de Martinho de Almeida e Silva e José Carlos da Silva. Viçosa: UFV, 279p.
- Maguire, J.D. (1962) Speed of germination-aid seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, 2 (2):176-177.
- Martins, L.A.M. (1989) *Avaliação da variabilidade genética do caráter semente dura de linhagens melhoradas de soja (Glycine max (L.) Merrill)*. Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa - UFV, 119p.
- Martins, G.N., Silva, R.F., Araújo, E.F., Pereira, M.G., Vieira, H.D., Viana, A.P. (2005) Influência do tipo do fruto, peso específico das sementes e período de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão do grupo Formosa. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, 27 (2):12-17.
- Paterniani, M.L.S., Martins, P.S. (1979) *Variabilidade genética da dormência de sementes em populações de Stylosanthes guianensis (Aubl.) SW. (Leguminosae-Papilionoideae)*. In: ESALQ, Instituto de Genética. Relatório científico. Piracicaba, v. 13. p. 226-236.
- Pedrosa, J.F., Oliveria, G.M., Bezerra Neto, F., Monteiro, M.R. (1987) Influência da idade e armazenamento na produção e qualidade de sementes de Cucúrbita máxima x moschata. *Horticultura Brasileira*, Botucatu, 5 (2):15-17.
- 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.
- Reis, M.S. (1984) *Autoecologia de diferentes espécies de Stylosanthes SW.: análise de alocação de energia e estudos da biologia da semente*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Piracicaba - SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, 170p.
- Rolim, S.G., Couto, H.T.Z., Jesus, R.M. (1999) Mortalidade e recrutamento de árvores na Floresta Atlântica de Linhares (ES). *Scientia Forestalis*, 55:49-69.
- Singh, D. (1981) The relative importance of characters affecting genetic divergence. *Indian Journal of Genetic and Plant Breeding*, 41 (2):237-245.

Vieira, J.V., Cruz, C.D., Nascimento, W.M., Miranda, J. (2005). Seleção de progênies de meio-irmãos de cenoura baseada em características de sementes. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 23 (1):44-47.

3.2 MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE MAMÃO

RESUMO

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar diferentes metodologias do teste de deterioração controlada e averiguar a eficiência do teste de condutividade elétrica, visando avaliar o vigor de sementes de diferentes genótipos de mamão (*Carica papaya* L.). Para ambos os testes, foram utilizadas sementes dos genótipos Baixinho Santa Amália (BSA), Baixinho Super (BSA super), Maradol e Santa Helena I. Para o teste de deterioração controlada, a umidade das sementes foi ajustada para 20%, sendo avaliadas as combinações de temperaturas (45 e 50 °C) e períodos de incubação em banho-maria (24 e 48 horas). Os resultados indicaram que a temperatura de 50 °C ocasionou drástica redução da germinação, não sendo possível determinar, pelas condições testadas, o melhor tempo de exposição a esta temperatura. Para a temperatura de 45 °C, não foi possível detectar diferenças quanto aos níveis de potencial fisiológico das sementes. Para o teste de condutividade elétrica, foram utilizadas 50 sementes embebidas em 50 mL de água destilada, por 24 horas, à temperatura de 25 °C e, após este período, foi avaliada a condutividade elétrica da solução. Os resultados indicaram potencial para utilização do teste de condutividade na avaliação do vigor de sementes de diferentes genótipos. E entre os genótipos avaliados, o genótipo Maradol apresentou maior vigor.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate different test methodologies of controlled deterioration, and to evaluate the seed vigor of different papaya (*Carica papaya* L.) genotypes under stress conditions of high temperature and humidity. The efficiency of the electric conductivity test was also evaluated. The seeds of the genotypes Baixinho Santa Amália (BSA), Super Baixinho (super BSA), Maradol, and Santa Helena I were used in both experiments. For the controlled deterioration test, the seed moisture content was adjusted to 20% and the temperatures (45 and 50°C) and incubation periods (24 and 48 hours) were evaluated. Results indicated that a temperature of 50°C drastically reduced germination. Under the tested conditions, it was not possible to determine the best exposure period to this temperature. At 45°C, it was not possible to detect differences in the levels of physiological seed potential. For the electric conductivity test, 50 seeds were immersed in 50 mL distilled water for 24 hours at 25°C and the leached compounds quantified by a conductivity meter. Results indicated the potential of the conductivity test to evaluate seed vigor of different papaya genotypes. The seed vigor of the genotypes evaluated was highest for Maradol.

INTRODUÇÃO

O vigor das sementes tende a declinar rapidamente antes de haver significativa redução na germinação. Assim, os testes de vigor geralmente permitem identificação de diferenças significativas entre lotes de sementes com poder germinativo semelhante. De acordo com a Association of Official Seed Analysts - AOSA (1983), vigor de sementes pode ser definido como “um conjunto de características da semente que determina o potencial para a emergência e o rápido desenvolvimento de plântulas normais, sob ampla diversidade de

condições de ambiente”. Os testes de vigor têm constituído ferramentas de uso cada vez mais rotineiro pelas indústrias de sementes, visando à determinação do potencial fisiológico.

Segundo Marcos Filho (2005), os objetivos básicos dos testes de vigor são: avaliar ou detectar diferenças significativas na qualidade de lotes com germinação semelhante, complementando as informações fornecidas pelo teste de germinação; distinguir, com segurança, lotes de alto e baixo vigor; classificar lotes em diferentes níveis de vigor, de maneira proporcional à emergência das plântulas em campo, à resistência ao transporte e ao potencial de armazenamento.

Os testes de deterioração controlada e condutividade elétrica têm sido usados com grande freqüência para determinar o vigor das sementes de inúmeras espécies. O teste de deterioração controlada baseia-se na premissa de que as sementes se deterioram rapidamente quando armazenadas em condições de umidade relativa do ar e temperatura elevada (Powell, 1995). Este teste requer o ajuste do teor de água das sementes, sendo esse ajuste realizado de maneira uniforme para todas as amostras, antes da exposição delas ao período de deterioração, utilizando-se alta temperatura. Isto permite que as condições responsáveis pelo estresse sejam mais uniformes durante o teste (Tekrony, 1995).

O teste de condutividade elétrica é baseado na menor velocidade de estruturação das membranas por sementes menos vigorosas, quando embebidas em água, tendo como conseqüência maior liberação de exsudatos para o exterior da célula e, portanto, maior condutividade elétrica que aquelas mais vigorosas (Marcos Filho, 2005). Os exsudatos comumente liberados na solução de embebição são: açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, enzimas e íons inorgânicos, como K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} e Na^+ (AOSA, 1983).

A organização das membranas é máxima por ocasião da maturação fisiológica (Abdul-Baki, 1980). A maturidade fisiológica identifica o momento em que cessa a transferência de matéria seca da planta para as sementes. Assim, a semente se desliga fisiologicamente da planta e passa a sofrer maior influência das condições ambientais. A partir desse momento, à medida em que as sementes perdem água, ocorre uma desorganização das membranas celulares. Desta maneira, após a maturação fisiológica, a semente atinge uma condição de

baixo teor de água, o qual é variável em função das condições ambientais, principalmente da umidade relativa do ar (Vieira et al., 1994), podendo-se inferir que, após a maturação da semente, seu sistema de membranas está sujeito às transformações em função das alterações do teor de água.

Assim, com a secagem das sementes, as suas membranas sofrem um processo de desorganização, verificando-se maior desorganização quanto menor é o seu grau de umidade, observando-se perdas da sua integridade (Bewley e Black, 1994). A integridade das membranas é função do grau de alterações bioquímicas deteriorativas e/ou danos físicos. O teste de condutividade avalia indiretamente o grau de estruturação das membranas celulares, por meio da determinação da quantidade de íons lixiviados em uma solução de embebição, inversamente relacionada à integridade das membranas celulares (Vieira et al., 1994).

Segundo Martins (2007), o teste de deterioração controlada, nas combinações de temperatura (41, 43 e 45 °C) e períodos de deterioração (24 e 48 horas), não foi suficiente para propiciar decréscimos na germinação das sementes de mamão dos genótipos Sunrise Solo 72/12, Golden e UENF/Caliman 01. Para Balbinot (2004), nas condições de 42 °C por 72 horas, aliadas à alta umidade (teste de envelhecimento acelerado), proporcionaram aumento de germinação, pela possível atuação na superação da dormência das sementes. Segundo este mesmo autor, o teste de condutividade elétrica (50 sementes, embebidas em 75 mL de água destilada, a 25 °C, por 24 horas) não foi adequado para avaliar o vigor das sementes de mamão.

Neste contexto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar combinações de temperatura e tempo de exposição das sementes a condições adversas, visando ajustar a metodologia do teste de deterioração controlada para avaliar o vigor de sementes de mamão. Paralelamente ao teste de deterioração controlada, também objetivou-se avaliar o vigor de diferentes genótipos pelo teste de condutividade elétrica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Produção e Tecnologia de Sementes, do Laboratório de Fitotecnia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), em Campos dos Goytacazes-RJ.

As sementes utilizadas foram provenientes de frutos hermafroditas de quatro genótipos: Baixinho Santa Amália (BSA), Baixinho Super (BSA super), Maradol e Santa Helena I, divergentes quanto ao potencial fisiológico; a divergência genética foi estimada pela distância generalizada de Mahalanobis, logo depois de aplicado o método de agrupamento do UPGMA e variáveis canônicas.

Os frutos foram colhidos nos estádios de maturação I (1/4 de fruto maduro) e a extração das sementes foi realizada após o amarelecimento completo dos frutos, tempo esse que corresponde a sete dias de repouso. As sementes foram extraídas manualmente, removeu-se a sarcotesta friccionando-as sobre uma peneira e utilizando-se água corrente, até a completa retirada da sarcotesta e, em seguida, secas em estufa de circulação de ar a 37 °C até atingirem teor de água em torno de 8%. Realizaram-se os seguintes testes para avaliar a qualidade das sementes:

A) Deterioração controlada - o teor de água das sementes foi ajustado para 20% pelo método de adição de quantidade de água preestabelecida; esse método consiste em adicionar volume conhecido de água a uma amostra de sementes, umedecendo-as até que atinja grau de umidade preestabelecido (Marcos Filho, 2005). Após atingir a umidade desejada, cada amostra de semente foi dividida em 4 sub-amostras de, aproximadamente, 500 sementes, que foram acondicionadas em embalagens de papel alumínio devidamente seladas em selador elétrico e colocadas em câmara a 10 °C por 24 horas, para uniformização do teor de água. A seguir, as embalagens, contendo as sementes correspondentes a cada genótipo, foram transferidas para o banho-maria. Os tratamentos constaram da combinação de dois períodos de deterioração (24 e 48 horas) e duas temperaturas (45 e 50 °C). Após submetidos aos tratamentos, as sementes foram submetidas ao teste de germinação.

O teste de germinação foi realizado de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), com modificações. Utilizaram-se 4 repetições de 50 sementes, que foram colocadas sobre duas folhas de papel germitest e cobertas com uma folha, em rolos, umedecidas com água destilada, na proporção de 2,5 partes de água por 1 parte do peso do papel. Os rolos foram colocados no interior de sacos de polietileno, para manter a umidade. Os germinadores do tipo BOD foram regulados para manter as temperaturas alternadas de 20-30 °C (16h de escuro e 8h de luz, respectivamente). A avaliação das sementes e plântulas foi realizada aos 14 e 28 dias após a instalação do teste, sendo os resultados expressos em percentagem de plântulas normais.

B) Condutividade elétrica – foram utilizadas quatro sub-amostras de 50 sementes por repetição, pesadas em balança de precisão de 0,0001 g e colocadas para embeber em copos plásticos contendo 50 mL de água destilada, a 25 °C (Martins, 2007). As leituras foram realizadas após 24 horas de embebição, e os resultados foram expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de sementes. A condutividade elétrica foi mensurada antes e após o estresse de temperatura e umidade, sendo essas condições as mesmas descritas para o teste de deterioração controlada.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições, em arranjo fatorial 4 x 2 x 2, sendo quatro genótipos, duas temperaturas e dois períodos de deterioração em banho-maria. As comparações entre as médias foram realizadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A) Deterioração controlada

Na Tabela 1, em que é apresentada a análise de variância para a variável germinação após as sementes serem submetidas ao teste de deterioração controlada, observa-se que houve efeito significativo para genótipo, temperatura, período de exposição e para todas as interações. O coeficiente de variação encontrado foi baixo (5,41%), o que indica boa precisão experimental.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para a variável germinação das sementes de quatro genótipos de mamoeiro, após submetidas ao teste de deterioração controlada. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008

| Fontes de variação | GL | Quadrados médios |
|--------------------|----|------------------|
| Genótipo (G) | 3 | 1833,06* |
| Temperatura (T) | 1 | 9702,25* |
| Período (P) | 1 | 7832,25* |
| GxT | 3 | 1619,41* |
| GxP | 3 | 1345,75* |
| TxP | 1 | 9457,56* |
| GxTxP | 3 | 1978,72* |
| Erro | 48 | 14,3542 |
| CV (%) = 5,41 | | |

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

Na Tabela 2, encontram-se os resultados de teor de água das sementes, após o ajuste da umidade e de germinação inicial, isto é, antes de as sementes dos quatros genótipos de mamão serem submetidas ao teste de deterioração controlada. Os genótipos BSA e BSA Super apresentaram baixo percentual de germinação, enquanto os genótipos Maradol e Santa Helena I apresentaram alta porcentagem de germinação.

Na Tabela 3, encontram-se os resultados referentes à germinação das sementes dos quatros genótipos de mamoeiro, após serem submetidas ao teste de deterioração controlada, sendo essas sementes expostas a temperaturas de 45 °C e 50 °C por um período de incubação de 24 e 48 horas.

Após a deterioração a 45 °C (24 e 48 horas) e 50 °C (24 horas), houve um acréscimo na porcentagem de germinação dos genótipos BSA e BSA Super, quando comparada com a germinação inicial (Tabela 2). Já a germinação dos genótipos Maradol e Santa Helena I permaneceu praticamente inalterada, no tratamento 45 °C/24 horas, havendo redução nos tratamentos 45 °C/48 horas e 50 °C/24 horas. O acréscimo da germinação poderia ser atribuído à provável

dormência pós-colheita das sementes, a qual pode ter sido superada pela exposição das sementes à alta temperatura.

Tabela 2 – Teor de água (%) das sementes após a adição de água e germinação inicial (%) das sementes dos quatro genótipos de mamoeiro. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008

| Genótipos | Teor de água (%) | Germinação (%) |
|--------------------------|------------------|----------------|
| BSA | 20,2 | 62,0 |
| BSA Super | 20,0 | 52,0 |
| Maradol | 19,8 | 88,0 |
| St ^a Helena I | 20,1 | 89,0 |

Tabela 3 – Germinação de sementes de quatro genótipos de mamoeiro após serem submetidas ao teste de deterioração controlada, a 45 e 50 °C, por período de incubação de 24 e 48 horas. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008

| Genótipos | Deterioração Controlada | | | |
|----------------------------|-------------------------|---------|------------------|---------|
| | Temperatura 45°C | | Temperatura 50°C | |
| | 24 h | 48h | 24 h | 48h |
| BSA | 81,75 b | 76,25 b | 79,00 b | 00,00 c |
| BSA super | 74,00 c | 71,25 b | 68,50 c | 60,25 b |
| Maradol | 88,50 ab | 76,25 a | 89,00 a | 74,5 a |
| St ^a . Helena I | 92,00 a | 74,00 a | 85,00 ab | 3,00 c |

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Lange (1961) constatou que a temperatura interfere na germinação de sementes de mamão e pode atuar na superação da dormência. Este mesmo autor verificou que temperaturas noturnas de 23 °C e diurnas de 40 °C foram benéficas

à germinação. Já Viggiano et al. (2000) obtiveram germinação máxima ao utilizarem temperaturas alternadas de 20/35 °C.

Segundo Nascimento et al. (1998), genótipos de alface termotolerantes produziram mais etileno durante a germinação sob temperaturas altas do que os termosensíveis. Esses autores reportaram ainda uma relação entre a germinação em temperaturas altas, produção de etileno e aumento na enzima endo- β -mananase antes da emissão da radícula. Em algumas espécies, o etileno pode estimular a germinação e superar a dormência (Esashi, 1991; Abeles et al., 1992).

O comportamento dos genótipos em resposta ao estresse de alta temperatura e umidade, deterioração controlada, evidencia a existência de considerável variabilidade genética. Assim, quando os genótipos foram expostos à temperatura de 50 °C por 48 horas, Maradol e BSAs uper apresentaram uma germinação bem próxima da inicial (Tabela 2); quanto aos genótipos BSA e Santa Helena I, a exposição à alta temperatura prejudicou consideravelmente sua capacidade de germinação; ficando evidente que os genótipos respondem diferencialmente à alta temperatura. Avaliando sementes de quatro genótipos de cebola, Ward e Powell (1983), observaram diferenças entre os genótipos quanto ao reparo de membranas, após submetidas a estresses de umidade, e concluíram que essa diferença era em função de diferenças genéticas existentes entre os genótipos.

Segundo Corbineau et al. (2002), para deterioração de sementes de girassol, a temperatura de incubação em banho-maria de 45 °C foi suficiente para que as sementes perdessem progressivamente a habilidade de germinar e apresentassem maior porcentagem de plântulas anormais; assim, com o decorrer da incubação, há uma perda de vigor, seguida da morte das sementes. A deterioração de sementes de melão, à temperatura de 45 °C por 24 horas, mostrou que, nesta condição, as sementes apresentam sensibilidade suficiente para avaliação do seu potencial fisiológico (Torres e Marcos Filho, 2005). No teste de deterioração controlada, para sementes de soja, a combinação de 24% de teor de água, durante 24 horas em banho-maria, a 45 °C foi eficiente para detectar diferenças de vigor entre os lotes (Panobianco et al., 1999).

Para sementes de mamão dos quatro genótipos estudados à temperatura de 45 °C, independente do tempo de exposição, não foi adequada

para detectar diferenças de vigor entre genótipos. Observa-se que a temperatura de 50 °C propiciou maior discriminação dos genótipos quanto ao vigor.

No entanto, a exposição das sementes durante 24 horas não foi suficiente para discriminar o vigor delas entre genótipos que, inicialmente, estavam com alta e baixa germinação. E, de maneira geral, a temperatura de 50 °C no tempo de 48 horas revelou-se mais severa, causando uma redução acentuada da germinação das sementes, provavelmente, por prejudicar suas atividades metabólicas. Verifica-se a necessidade de continuidade das pesquisas para definir a melhor combinação do binômio temperatura/tempo, com o intuito de ajustar o teste de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de genótipos de mamão.

B) Condutividade elétrica

O resumo da análise de variância dos dados do teste de condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) das sementes dos quatro genótipos de mamoeiro, após serem submetidas à deterioração controlada, encontra-se na Tabela 4. Observou efeito significativo do genótipo, temperatura e período de incubação, bem como de todas as interações. O coeficiente de variação de 6,49 (%) expressa uma boa precisão experimental.

Na Tabela 5, são apresentados os dados de teor de água das sementes após ajuste da umidade, e os valores médios de germinação e condutividade elétrica das sementes, antes de serem submetidas ao estresse de temperatura e umidade (teste de condutividade). O teste de condutividade avalia indiretamente o grau de estruturação das membranas em decorrência da deterioração das sementes, por meio da determinação da quantidade de íons lixiviados em uma solução de embebição (Vieira et al., 2002). Assim, quanto maior for a condutividade, menor o vigor das sementes. Pelos resultados do teste de condutividade elétrica, observa-se que as sementes que apresentaram menor germinação (BSA e BSA super) foram as que apresentaram maiores valores de condutividade.

Tabela 4 – Resumo da análise de variância para a variável condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) das sementes de quatro genótipos de mamoeiro, após submetidas ao teste de deterioração controlada. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008

| Fontes de variação | GL | Quadrados médios |
|--------------------|----|------------------|
| Genótipo (G) | 3 | 1833,0625* |
| Temperatura (T) | 1 | 9702,2500* |
| Período (P) | 1 | 7832,2500* |
| GxT | 3 | 1619,4166* |
| GxP | 3 | 1345,7500* |
| TxP | 1 | 9457,5625* |
| GxTxP | 3 | 1978,7291* |
| Erro | 48 | 71,9749 |
| CV (%) = 6,49 | | |

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

Tabela 5 – Teor de água das sementes após a adição de água e valores da germinação e condutividade elétrica inicial das sementes de quatro genótipos de mamão. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008

| Genótipos | Teor de água (%) | Germinação (%) | Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) |
|--------------------------|------------------|----------------|--|
| BSA | 20,2 | 62,0 | 134,627 |
| BSA super | 20,0 | 52,0 | 129,037 |
| Maradol | 19,8 | 88,0 | 87,576 |
| St ^a Helena I | 20,1 | 89,0 | 118,580 |

Na Tabela 6, são apresentados os dados médios de condutividade elétrica das sementes submetidas à condição estressante de alta temperatura (45 e 50 °C) e umidade (20%), por um período de exposição de 24 e 48 horas. Em geral, para todos os genótipos, houve aumento da condutividade elétrica em função da temperatura a que as sementes foram expostas, quando comparadas com a condutividade inicial. O aumento da condutividade, possivelmente, foi devido à organização parcial da membrana após a embebição e conseqüente perda da sua integridade.

Tabela 6 – Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de quatro genótipos de mamoeiro após serem submetidos ao teste de deterioração controlada, a 45 e 50°C, por período de incubação de 24 e 48 horas. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008

| Genótipos | Condutividade Elétrica | | | |
|----------------------------|------------------------|---------|-------------------|---------|
| | Temperatura 45 °C | | Temperatura 50 °C | |
| | 24h | 48h | 24h | 48h |
| BSA | 152,95c | 152,55c | 144,57c | 169,84c |
| BSA super | 148,43c | 153,96c | 150,13c | 162,69c |
| Maradol | 89,72a | 93,06a | 91,73 a | 93,83a |
| St ^a . Helena I | 123,13b | 128,41b | 113,73b | 121,41b |

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Pela avaliação da quantidade de líquidos liberados internamente da semente para a solução de embebição, em função do grau de deterioração em que ela se encontra, pode-se inferir sobre o nível de vigor das sementes. Assim, maiores valores de liberação correspondem à maior liberação de exudados, indicando baixo potencial fisiológico (Vieira et al., 1994). No entanto, foi observado que, com o aumento do valor da condutividade, houve também um aumento da germinação, fato este inesperado e que contraria o princípio de teste de condutividade elétrica, em que os maiores valores de condutividade indicam baixo potencial fisiológico.

Avaliando sementes de mamão pelo teste de condutividade elétrica, Balbinot (2004) relatou que as sementes que apresentaram maior valor de condutividade elétrica também apresentaram os melhores resultados de germinação e vigor. Este mesmo autor concluiu que, provavelmente, a quantidade de eletrólitos lixiviados não foi suficiente para indicar o comprometimento do desenvolvimento do embrião, apesar de ter sido evidente que as membranas constituintes das sementes demonstraram maior permeabilidade.

Assim, a melhora no desempenho das sementes dos genótipos BSA e BSA super, que inicialmente mostraram baixos valores de germinação, poderia ser atribuída ao fato de que, durante o processo de deterioração, os danos verificados nas membranas proporcionaram a lixiviação de compostos fenólicos, fato este que poderia explicar o eventual aumento da germinação.

Apesar de ter ocorrido um acréscimo na germinação, o teste de condutividade elétrica mostrou-se eficiente para discriminar o vigor das sementes entre os genótipos: Maradol, alto vigor; Santa Helena I, vigor intermediário; BSA e BSA Super baixo vigor.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, constatou-se que, para o teste de deterioração controlada de sementes de mamão, a temperatura de 50 °C proporcionou maior poder discriminatório entre os genótipos; no entanto, com relação ao ajustamento do binômio tempo x temperatura há necessidade de outras pesquisas.

O teste de condutividade elétrica mostrou-se eficiente para discriminar o vigor de sementes de diferentes genótipos.

O genótipo Maradol apresentou sementes com maior vigor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abeles, F.B., Morgan, P.W., Saltveit Jr. M.E. (1992) *Ethylene and plant biology*. 2. ed. San Diego: Academic Press, 414p.
- Addul-Baki, A.A. (1980) Biochemical aspects of seed vigour. *HortScience*, 15:765-771.
- AOSA - Association of Official Seed Analysis (1983) *Seed Vigor test Committee*. Seed vigor testing handbook, Lincoln, 88p.
- Balbinot, E. (2004) *Importância do manejo dos frutos na secagem e armazenamento de sementes de mamão (Carica papaya L.)*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 52p.
- Bewley, J.D., Black, M. (1994) *Seeds: physiology of development and germination*. 2. ed. New York: Plenum Press, 445p.
- Brasil. (1992) Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise de sementes*. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365p.
- Corbineau, F., Gay-Mathieu, C., Vinel, D., Côme, D. (2002) Decrease in sunflower (*Helianthus annuus*) seed viability caused by high temperature as related to energy metabolism, membrane damage and lipid composition. *Physiologia Plantarum*, 116:489-496.
- Esashi, Y. (1991) Ethylene and seed germination. In: Mattoo, A.K., Suttle, J.C. (eds.) *The plant hormone ethylene*. Boca Raton: CRC Press, p. 133-157.
- Lange, A.H. (1961b) The effect of temperature and photoperiod on the growth of *Carica papaya*. *Ecology*, Durham, 42 (3):481-486.
- Marcos Filho, J. (2005) *Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 495p.
- 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.

- Nascimento, W.M., Cantliffe, D.J., Huber, D.J. (1998) Endo-b-mannanase activity and seed germination of thermosensitive lettuce genotype in response to temperature and seed priming. *HortScience*, 33:518-524.
- Panobianco, M., Vieira, R.D., Krzyzanowski, F.C., França Neto, J.B. (1999) Electrical conductivity of soybean seed and correlation with seed coat lignin content. *Seed Science and Technology*, 27 (3):945-949.
- Powell, A.A. (1995) The controlled deterioration test. *In*: Verter, H.A. van de (ed.) *Seed vigour testing seminar*. Zürich: ISTA, p. 73-87.
- Tekrony, D.M. (1995) Accelerated aging test. *In*: Hampton, J.G., Tekrony, D.M. (eds.) *Handbook of vigour test methods*. Zurich: International Seed Testing Association, p. 35-50.
- Torres, S.B., Marcos Filho, J. (2005) Physiological potential evaluation in melon seeds (*Cucumis melo* L.). *Seed Science and Technology*, Suíça, 33 (2):341-350.
- Vieira, R.D., Penariol, A.L., Perecin, D., Panobianco, M. (2002) Condutividade elétrica e o teor inicial das sementes de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 37 (9):1333-1338.
- Vieira, R.D. (1994) Testes de condutividade elétrica. *In*: Vieira, R.D., Carvalho, N.M. (eds.) *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP, p. 31-47.
- 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.
- Ward, F.H., Powell, A.A. (1983) Evidence for repair processes in onion seeds during storage at high seed moisture contents. *Journal Experimental Botanic*, 34 (140):277-282.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Esta pesquisa teve como principal objetivo identificar genótipos de mamão mais divergentes quanto à qualidade fisiológica de sementes e identificar metodologias que pudessem determinar diferenças no potencial fisiológico das sementes.

A pesquisa constou de dois experimentos. O primeiro foi realizado com o intuito de identificar variabilidade genética, e genótipos divergentes para as características relacionadas à qualidade de sementes; avaliaram-se 30 genótipos de mamão e foram mensuradas as seguintes características: massa de mil sementes, germinação, emergência em casa de vegetação, índice de velocidade de germinação, índice de velocidade de emergência, comprimento de radícula, massa seca das plântulas e massa fresca das plântulas. Os parâmetros genéticos estimados foram: variância fenotípica, variância ambiental, variância genotípica, coeficiente de variação genética, índice de variação, herdabilidade e correlação intraclasse. Estimou-se a contribuição relativa dos caracteres estudados para a diversidade genética entre genótipos pelo método de Singh.

Na segunda pesquisa, objetivou-se aperfeiçoar a metodologia do teste de deterioração controlada e teste de condutividade elétrica para avaliar o vigor de sementes de mamão. Para o teste de deterioração controlada, as sementes tiveram seu teor de água ajustado para 20%, utilizando-se dois períodos (24 e 48 horas) e duas temperaturas (45 e 50 °C). Para o teste de condutividade, foram

utilizadas 50 sementes embebidas em uma solução de 50 mL de água destilada por 24 horas a 25 °C.

A análise dos resultados permitiu obter as seguintes conclusões:

- Há elevada divergência genética para atributos relacionados à qualidade fisiológica de sementes;
- Há boas perspectivas para a seleção;
- Massa fresca das plântulas (32,68%) e comprimento de radícula (23,97%) foram as variáveis com maior contribuição relativa para a diversidade, e estas apresentam herdabilidade de 92,48 e 86,18, respectivamente;
- O genótipo Americano apresentou sementes germinadas dentro da cavidade ovariana, portanto a sua utilização como progenitor feminino deve ser reavaliada, uma vez que essa característica pode comprometer a produção de sementes;
- Os genótipos mais divergentes são 19 (Maradol – origem México), 29 (Sta Helena III trat. 12A plt 07x), 8 (Baixinho Santa Amália) e 14 (Baixinho Super - + Baixoque BSA). O cruzamento entre esses genótipos, possivelmente, proporcionará a obtenção de híbridos com maior efeito heterótico para qualidade de sementes;
- O teste de deterioração controlada de sementes de mamão, à temperatura de 50 °C, proporcionou maior poder discriminatório da qualidade dos lotes, no entanto, com relação ao tempo de incubação, necessita de outras pesquisas para ser definido;
- O teste de condutividade elétrica mostrou-se eficiente para discriminar o vigor de sementes de diferentes genótipos;
- O genótipo Maradol apresentou maior vigor.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL - *Anuário da agricultura brasileira* (2008) São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativos, 504p.
- 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*. São Paulo: Edgard Blucher, 381p.
- Alvarenga, E.M., Silva, R.F., Araújo, E.F. (1991) Maturação fisiológica de sementes de abóbora italiana. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 11 (2):147-150.
- Amaral Júnior, A.T., Thiébaud, J.T.L. (1999) *Análise multivariada na avaliação da diversidade genética em recursos genéticos vegetais*. Apostila: CCTA – UENF, 55p.
- AOSA - Association of Official Seed Analysis. (1983) *Seed Vigor test Committee*. Seed vigor testing handbook. Lincoln, 88p.
- Araújo, E.F., Corrêa, P.C., Silva, R.F. (2001) Comparação de modelos matemáticos para descrição das curvas de dessecamento de sementes de milho-doce. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, 36 (7):991-995.
- 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, 102p.
- Awada, M. (1953) *Effects of moisture on yield and sex expression of the papaya plants (Carica papaya L.)*. Hawaii Agricultural Experiment Station Progress, 4p. (Progress Notes, n. 97).
- Badillo, V.M. (1971) Monografía de la familia Caricaceae. Asociación de Profesores, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela.
- Badillo, V.M. (1993) Caricaceae. *Revista de la Facultad de Agronomía-Alcance*, 43:1-111.
- Badillo, V.M. (2002) Carica L. vs. Vasconcella St. Hil. (Caricaceae) con la Rehabilitación de este último. *Ernstia*, 10:70-72.
- Balbinot, E. (2004) *Importância do manejo dos frutos na secagem e armazenamento de sementes de mamão (Carica papaya L.)*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) -- Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 52p.
- Baker, K.D., Paulsen, M.R., Zweden, J. van (1991) Hybrid and drying rate effects on seed corn viability. *American Society of Agricultural Engineers*, 34 (2):499-506.
- Battistin, A. (1981) *Estudo biosistemático de diferentes táxons do gênero Stylosanthes SW (Leguminosae-Papilionoideae)*. Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Piracicaba - SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ/USP, 106p.
- Bell, R.D., Darrah, L.L., Zuber, M.S. (1983) Progress from mass selection for field emergence and seed weight in a sh-2 population of maize. *Crop Science*, 23 (3):461-464.
- Bewley, J.D., Black, M. (1994) *Seeds: physiology of development and germination*. 2. ed. New York: Plenum Press, 445p.
- Bhering, M.C., Dias, D.C.F.S., Tokuhisa, D., Dias, L.A.S. (2004) A Avaliação do vigor de sementes de melão pelo teste de deterioração controlada. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 26 (1):125-129.
- Borém, A., Miranda, G.V. (2005) *Melhoramento de plantas*. 4. ed. Viçosa: UFV, 525p.
- Bruce, A.B. (1910) The Mendelian theory of heredity and augmentation of vigor. *Science*, 32:627-628.

- Bustamante, L., Seddon, M.G., Don, R., Rennie, W.J. (1984) Pea seed quality and seedling emergence in the field. *Seed Science and Technology*, Zürich, 12 (2):551-558.
- Cardoso, D.L. (2006) *Qualidade fisiológica de sementes de alho na presença de bioestimulantes*. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônômica) – Lavras - MG, Universidade Federal de Lavras - UFLA, 33p.
- Carvalho, N.M., Nakagawa, J. (2000) *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. Campinas: Fundação Cargil, 588p.
- Chen, Y., Burris, J.S. (1990) Role of carbohydrates in desiccation tolerance and membrane behavior in maturing maize seed. *Crop Science*, 30:971-975.
- Cockerham, C.C. (1956) Effects of linkage on the covariances between relatives. *Genetics*, Bethesda, 41:138-141.
- Couto, F.A.D'araújo, Nacif, S.R. (1999) Hibridação em mamão. *In: Borém, A. (ed.) Hibridação artificial de plantas*. Viçosa: UFV, p. 307-329.
- Cruz, C.D., Carneiro, P.C.S. (2003) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. v. 2, Viçosa: UFV, 585p.
- Cruz, C.D., Regazzi, A.J., Carneiro, P.C.S. (2004) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 3. ed. Viçosa: UFV, 480p.
- Daniell, J.W., Chappell, W.E., Couch, H.B. (1969) Effect of sublethal and lethal temperatures on plant cells. *Plant Physiology*, 44:1684-1689.
- Dantas, J.L.L., Morales, C.F.G. (1996) Melhoramento genético do mamoeiro. *In: Mendes, L.G., Dantas, J.L.L., Morales, C.F.G. Mamão no Brasil*. Cruz das Almas: EUFBA/EMBRAPA-CNPMF, p. 121-143.
- Darlington, C.D., Amaral, E.J.K. (1945) *Chromosome atlas of cultivated plants*. George Allen and Unwin Ltd., London.
- Delouche, J.C., Baskin, C.C. (1973) Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology*, Zürich, 1 (2):427-452.
- Delouche, J.C. (1976) Seed maturation. *In: Short Course for Seedsmen*, Mississippi State: Mississippi State University, v.18, p. 25-33.
- Denney, J.O. (1992) Xenia includes metaxenia. *HortScience*, California, 27 (7):722-728.
- Donnelly, E.D., Watson, J.E., McGuire, J.A. (1972) Inheritance of hard seed *Vicia*. *The J. Hered.* 63 (6):361-365.

- East, E.M. (1936) Heterosis. *Genetics*, 21:375-397.
- Egli, D.B., White, G.M., Tekrony, D.M. (1979) Relationship between seed vigor and the storability of soybean seed. *Journal of Seed Technology*, Fort Collins, 3:1-11.
- Falconer, D.S. (1987) *Introdução à genética quantitativa*. Viçosa: UFV, 219p.
- Forbes, I., Wells, H.D. (1968) Hard and soft seedness in blue lupone, *Lupinus angustifolius* L. inheritance and phenotype classifications. *Crop Sci.* 8 (2):195-197.
- Gabrovskaja, I., Valdiviesco, A.S., Becquer, A., Saenz, B. (1967) Las enfermedades virosas de la fruta bomba (*Carica papaya* L.) en Cuba. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, 1:1-21.
- Gladstone, J.S. (1970) *Lupinus* as crop plants. *Fld. Crop Abstr.* 23 (2):123-148.
- Gardener, C.J. (1975) Mechanisms regulating germination in seeds of *Stylosanthes*. *Aust. J. Agric. Res.* 26 (2):281-294.
- Gherardi, E., Valio, I.F.M. (1976) Occurrence of promoting and inhibitory substances in the seed arils of *Carica papaya* L. *Journal of Horticultural Science*, Kent, 51:1-14.
- Gerson, R., Honma, S. (1978) Emergence response of the pepper at low soil temperature. *Euphytica*, 27:151-156.
- Gutierrez-Marcos, J.F., Costa, L.M., Biderre-Petit, C., Khbaya, B., O'Sullivan, D., Wormald, M., Perez, P., Dickinson, H.G. (2004) *Meg1* is a novel maize gene with a transient maternal parent-of-origin pattern of expression in the basal endosperm transfer region. *The Plant Cell*, 16:1288-1301.
- 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*, Brasília, 22 (1):7-17.
- Grossniklaus, U., Spillane, C., Page, D.R., Köhler, C. (2001) Genomic imprinting and seed development: Endosperm formation with and without sex. *Curr. Opin. Plant Biol.* 4:21-27.
- Hampton, J.G., Tekrony, D.N. (1995) Controlled deterioration test. *In: Handbook of vigour test methods*. Zürich: International Seed Testing Association, p. 70-78.
- Harkness, R.W. (1967) Papaya growing in Florida. *Fla. Agr. Ext. Serv.* Florida.
- Hofmeyer, J.D.J. (1938) Genetical studies of *Carica papaya* L. *African Dept. Agric. For Sci. Bull.* 187:1-64.

- Horovitz, S. (1954) Determinación del sexo en *Carica papaya* L. Estructura hipotética de los cromosomas sexuales. *Agronómica Tropical*, 17:323-343.
- Ishii, Y., Holtzmann, O.W. (1963) Papaya mosaic disease in Hawaii. *Plant Disease Reporter*, Beltsville, 47:947-951.
- Instituto Agrônomo de Campinas (1988) *Cultivar de soja IAC-14*. Campinas, 2p.
- Ketchie, D.O., Fairchild, E.D., Drake, F.R. (1996) Viability of different pear pollen and the effect on fruit set of "Anjou" pear (*Pyrus communis* L.). *Fruit Varieties Journal*, Ohio, 50 (2):118-124.
- Lange, A.H. (1961) Effect of the sarcotesta on germination of *Carica papaya*. *Botanical Gazette*, Chicago, 122 (4):305-311.
- Lemos, M.A., Gama, E.E.G., Menezes, D., Santos, V.F., Tabosa, J.N., Morais, M. S.L. (2002) Emergência em campo de híbridos simples de milho superdoce de um cruzamento dialélico. *Hortic. Bras.* Brasília, 20 (2):158-162.
- McDaniel, R.G. (1986) Biochemical and physiological basis of heterosis. *Critical Reviews of Plant Science*, Boca Raton, 30 (1):227-246.
- Marcos Filho, J. (2005) *Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 495p.
- Marin, S.L.D., Gomes, I.D., Alves, F.L. (1989) *Introdução, avaliação e seleção do mamoeiro cv. Improved Sunrise Solo Line 72/12 no Estado do Espírito Santo*. Vitória: EMCAPA, 9p. (Série Documentos).
- 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, 117p.
- Martins, L.A.M. (1989) *Avaliação da variabilidade genética do caráter semente dura de linhagens melhorada de soja (Glycine max (L.) Merrill)*. Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa - UFV, 119p.
- 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 mamão. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, 28 (2):142-146.
- 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.
- Matthews, S. (1980) Controlled deterioration: a new vigour test for crop seeds. *In*: Hebblethwaite, P.D. (ed.). *Seed production*. London: Butterworths, p. 647-660.
- Matthews, S., Powell, A.A. (1987) Controlled deterioration test. *In*: Perry, D.A. (ed.) *Handbook of vigour test methods*. Zürich: ISTA, p. 49-56.
- 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.
- Mendonça, E.A.F., Ramos, N.P., Fessel, S.A., Sader, R. (2000) Teste de deterioração controlada em sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L.) var. Itálica. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, 22 (1):280-287.
- Mino, M., Inoue, M. (1980) RNA and protein synthesis during germination process of F1 hybrid and its parental inbred lines of maize. *Plant Science Letters*, Limerick, 20:7-13.
- Mino, M., Inoue, M. (1994) Analysis of glucose metabolism in the heterotic viability in seedling growth of maize F1 hybrid. *Japan Journal Crop Science*, Toquio, 63 (4):682-689.
- 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.
- Mizrahi, Y., Mouyal, J., Nerd, A., Sitrit, Y. (2004) Metaxenia in the vine cacti *Hylocereus polyrhizus* and *Selenicere* spp. *Annals of Botany*, Oxford, 93 (4):469-472.
- Nakasone, Y.H., Crozier Junior, J.A., Ikehara, D.K. (1972) Evaluation of 'Waimanalo', a new papaya strain. *Hawaii Agr. Exp. Sta. Tech. Bul.* .79:1-12.
- Nakasone, Y.H. (1980) A situação do vírus do mamão no Havaí. *In*: *Cultura do Mamoeiro*, São Paulo: Livrocercos, p. 199-209.
- Nakasone, H.Y., Paull, R.E. (1998) *Tropical fruits. Crop production Science in Horticulture*. New York: Cab International, 445p.

- Paterniani, M.L.S., Martins, P.S. (1979) *Variabilidade genética da dormência de sementes em populações de Stylosanthes guianensis (Aubl.) SW. (Leguminosae-Papilionoideae)*. In: ESALQ, Instituto de Genética. Relatório científico. Piracicaba, v. 13. p. 226-236.
- Pérez, E.G. (2004) Melhoria do mamoeiro. Toda Fruta; <http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostraconteudo.asp?conteudo=6062> em 23/08/2007.
- 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*. Brasília: AGIPLAN. 89p.
- Pola, J.N. (1979) *Efeito do retardamento de colheita sobre a germinação, vigor e sanidade de semente de soja*. Dissertação (Mestrado) – Pelotas – RS, Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”/Universidade Federal de Pelotas, 144p.
- Powell, A.A., Matthews, S. (1984) Application of the controlled deterioration vigour test to defect seed lots of Brussels sprouts with low potential for storage under commercial conditions. *Seed Science and Technology*, Zürich, 12 (2):421-427.
- Powell, A.A. (1995) The controlled deterioration test. In: Verter, H.A. van de. (ed.) *Seed vigour testing seminar*. Zürich: ISTA, p. 73-87.
- Ramalho, M.A.P., Santos, J.B. (2000) *Genética na agropecuária*. Lavras: UFLA, 472p.
- Ramos, H.C.C. (2007) *Melhoria populacional do mamoeiro (Carica papaya L.) assistido por marcadores microssatélites*. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoria de Plantas) - Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 136p.
- Reis, M.S. (1984) *Autoecologia de diferentes espécies de Stylosanthes SW.: análise de alocação de energia e estudos da biologia da semente*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoria de Plantas) - Piracicaba -SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, 170p.
- Reyes, M.N., Pérez, A., Cuevas, J. (1980) Detecting endogenous growth regulators on the sarcotesta, sclerotesta, endosperm and embryo by paper

- chromatography on fresh and old seeds of two Papaya's varieties. *Journal Agriculture University of Puerto Rico*, Río Piedras, 64 (2):167-172.
- Rickey, F.D. (1946) Hybrid vigor and corn breeding. *J. Am. Soc. Agron.* 38:833-841.
- Robinson, H.F., Cockerham, C.C. (1965) Estimación y significado de los parâmetros genéticos. *Fitotecnia latinoamericana*, Caracas, 2:23-28.
- Rood, S.B., Blake, T.J., Pharis, R.P. (1983) Gibberellins and heterosis in maize. II. Response to gibberellic acid and metabolism of [³H]GA20. *Plant Physiology*, Maryland, 71 (3):645-651.
- Rood, S.B., Larsen, K.M. (1988) Gibberellins, amylase, and the onset of heterosis in maize seedlings. *J. exp. Bot.* 39:223–233.
- Rood, S.B., Buzzell, R.I., Major, D.J. (1990) Gibberellins and heterosis in maize: quantitative relationships. *Crop Science*, Madison, 30 (2):281-286.
- Sampaio, H.S.V., 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*, Cruz das Almas, 1:36-45.
- Scapim, C.A. (1994) *Cruzamentos dialélicos entre sete variedades de milho doce e correlações entre caracteres agronômicos*. Tese (Mestrado Genética e Melhoramento de Plantas) – Viçosa - MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 96p.
- 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*, Brasília, 15 (2):147-151.
- Shull, G.H. (1908) The composition of a field of maize. *American Breeders Association Report*, Washington, 5 (1):296-301.
- Silva, F.F., Pereira, M.G., Damasceno Junior, P.C., Daher, R.F., Pereira, T.N.S., Souza Filho, G.A., Viana, A.P., Ferregueti, G.A. (2007) Monitoring of the genetic variability in papaya parent 'Formosa' of 'UENF/CALIMAN 01' hybrid via RAPD. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 7:1-7.
- 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, 64p.

- Souza, F.C.A. (1979) Classificação da semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) na mesa de gravidade e sua relação com a qualidade fisiológica e a produtividade. *Trigo e Soja*, 40:2-19.
- Spielman, M., Vinkenoog, R., Dickinson, H.G., Scott, R.J. (2001) The epigenetic basis of gender in flowering plants and mammals. *Trends Genet.* 17:705–711.
- Spillane, C., MacDougall, C., Stock, C., Koehler, C., Vielle-Calzada, J. P., Nunes, S.M., Grossniklaus, U., Goodrich, J. (2000) Interaction of the Arabidopsis polycomb group proteins FIE and MEA mediates their common phenotypes. *Curr. Biol.* 10:1535–1538.
- Spillane, C., Vielle-Calzadab, J., Grossniklaus, U. (2001) A sexy apomixer in como. *The Plant Cell*, 13:1480-1491.
- Storey, W.B. (1938) The primary flower types of papaya and the fruit types that develop from them. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 35:83-85.
- Storey, W.B. (1941) The botany and sex relationships of the papaya. *In: Papaya production in the Hawaiian Islands*. Hawaii Agricultural Experiment Station, Bulletin, 87:5-22.
- Storey, W.B. (1953) Genetics of the papaya. *J. Hered.* Washington, 44:70-78.
- Surani, M.A. (2001) Reprogramming of genome function through epigenetic inheritance. *Nature*, 414:122–128.
- Tafari, F. (1966) IAA determination in the kernels of four lines of corn and their hybrids. *Phytochemistry*, Oxford, 5 (4):999-1003.
- Tracy, W.F. (2001) Sweet corn. *In: Hallauer, A.R. (ed.) Specialty corn*. Boca Raton, p. 155-198.
- Vazquez, R.M. (1969) Efecto de diversos tratamientos aplicados a la semilla de papaya, sobre su poder germinativo. *Agricultura Técnica*, México, 2 (11):487-491.
- Vencovsky, R. (1969) Genética quantitativa. *In: Kerr, W.E. Melhoramento e genética*. São Paulo: Melhoramentos, p. 17-37.
- Vencovsky, R. (1978) Herança quantitativa. *In: Paterniani, E. (coord.) Melhoramento e produção de milho no Brasil*. Piracicaba: ESALQ/USP, p. 122-201.

- Vieira, R.D., Carvalho, N.M., Sader, R. (1994) Testes de vigor e suas possibilidades de uso. *In: Vieira, R.D., Carvalho, N.M. (eds.) Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP, p. 31-47.
- Vieira, R.D., Krzyzanowski, F.C. (1999) Teste de condutividade elétrica. *In: Krzyzanowski, F.C., Vieira, R.D., França Neto, J.B. (eds.) Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, p. 103-132.
- 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.)*. Dissertação (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.
- Wilkins, J.F., Haig, D. (2003) What Good is Genomic Imprinting: The Function of Parent-Specific Gene Expression. *Nature Reviews*, 4:359-368.

6. APÊNDICE

Apêndice 1 – Dados climatológicos fornecidos pela Estação da PESAGRO - Campos dos Goytacazes, RJ (21°19'23" de latitude sul e 41°19'40" de longitude oeste), dos meses de maio e junho de 2007. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008

Mês de maio de 2007

| Data | ETo | Precip | Tmédia | Tmáx | Tmín | URméd | URmáx | URmín |
|--------------|------------|---------------|---------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 1.05.07 | 2.60 | 0.0 | 22.5 | 27.2 | 18.1 | 72.1 | 96.3 | 47.3 |
| 2.05.07 | 2.38 | 0.0 | 22.0 | 28.8 | 17.1 | 74.1 | 99.9 | 35.6 |
| 3.05.07 | 3.05 | 0.0 | 21.6 | 28.0 | 15.9 | 77.5 | 99.9 | 36.3 |
| 4.05.07 | 3.17 | 2.5 | 22.6 | 27.0 | 18.9 | 75.7 | 99.9 | 38.6 |
| 5.05.07 | 2.08 | 0.6 | 20.9 | 26.8 | 18.0 | 87.8 | 99.9 | 51.6 |
| 6.05.07 | 2.96 | 0.0 | 22.3 | 29.7 | 16.7 | 81.9 | 99.9 | 42.2 |
| 7.05.07 | 3.21 | 0.0 | 23.5 | 30.2 | 18.0 | 78.1 | 99.9 | 41.2 |
| 8.05.07 | 2.63 | 0.0 | 24.2 | 32.4 | 17.7 | 76.7 | 99.9 | 36.2 |
| 9.05.07 | 2.93 | 0.4 | 21.3 | 27.7 | 18.7 | 84.0 | 99.9 | 54.4 |
| 10.05.07 | 3.28 | 0.0 | 20.2 | 24.4 | 17.6 | 62.6 | 81.7 | 42.3 |
| 11.05.07 | 2.22 | 0.0 | 19.6 | 25.7 | 15.4 | 70.4 | 99.9 | 38.3 |
| 12.05.07 | 2.77 | 0.0 | 20.3 | 28.0 | 13.7 | 75.1 | 99.9 | 32.8 |
| 13.05.07 | 2.64 | 0.0 | 21.1 | 27.7 | 15.1 | 78.1 | 99.9 | 37.8 |
| 14.05.07 | 3.05 | 0.0 | 22.4 | 29.9 | 15.8 | 75.7 | 99.9 | 35.5 |
| 15.05.07 | 2.12 | 0.1 | 22.3 | 25.9 | 20.5 | 79.6 | 94.7 | 57.7 |
| 16.05.07 | 2.00 | 0.0 | 22.4 | 26.9 | 18.7 | 85.0 | 99.9 | 58.3 |
| 17.05.07 | 3.31 | 0.0 | 23.5 | 32.6 | 17.9 | 80.5 | 99.9 | 32.9 |
| 18.05.07 | 2.86 | 0.0 | 23.7 | 30.8 | 20.0 | 83.8 | 100.0 | 39.7 |
| 19.05.07 | 2.67 | 1.6 | 23.2 | 29.7 | 19.8 | 83.7 | 99.9 | 45.1 |
| 20.05.07 | 0.81 | 84.0 | 20.8 | 23.5 | 19.3 | 99.0 | 100.0 | 85.7 |
| 21.05.07 | 1.41 | 35.8 | 21.6 | 24.8 | 19.9 | 97.6 | 100.0 | 82.0 |
| 22.05.07 | 1.74 | 0.0 | 22.6 | 27.6 | 20.0 | 87.6 | 100.0 | 57.9 |
| 23.05.07 | 2.89 | 5.7 | 22.5 | 30.1 | 18.2 | 82.4 | 99.9 | 46.2 |
| 24.05.07 | 1.71 | 0.4 | 19.2 | 21.7 | 17.4 | 80.2 | 100.0 | 62.7 |
| 25.05.07 | 2.41 | 0.0 | 18.5 | 23.2 | 14.0 | 69.8 | 99.9 | 45.6 |
| 26.05.07 | 2.05 | 0.0 | 18.3 | 25.8 | 12.4 | 76.5 | 99.9 | 34.0 |
| 27.05.07 | 1.94 | 1.0 | 19.5 | 26.2 | 12.7 | 80.0 | 99.9 | 42.6 |
| 28.05.07 | 1.90 | 0.1 | 20.8 | 25.8 | 16.5 | 78.3 | 99.9 | 43.7 |
| 29.05.07 | 1.97 | 2.8 | 20.7 | 26.9 | 17.0 | 84.5 | 99.9 | 50.4 |
| 30.05.07 | 2.79 | 0.0 | 18.1 | 22.1 | 15.5 | 66.2 | 93.2 | 45.0 |
| 31.05.07 | 1.24 | 0.0 | 17.5 | 21.0 | 14.2 | 79.1 | 96.7 | 60.6 |
| Média | 2.41 | | 21.3 | 27.0 | 17.1 | 79.5 | 98.7 | 47.1 |
| Total | 74.8 | 135.0 | | | | | | |

ETo - Evapotranspiração de referência (mm); **Precip.** - Precipitação (mm); **Tmédia** - temperatura média diária (°C); **Tmáx.** - temperatura máxima diária (°C); **Tmín.** - temperatura mínima diária (°C); **URmédia** - umidade relativa média diária (%); **URmáx.** - umidade relativa máxima diária (%); **URmín.** - umidade relativa mínima diária (%).

Apêndice 1, Cont.;

Mês de junho de 2007

| Data | ETo | Precip | Tmédia | Tmáx | Tmín | URméd | URmáx | URmín |
|--------------|------------|---------------|---------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 1.06.07 | 2.35 | 0.0 | 19.3 | 25.9 | 13.2 | 79.3 | 99.9 | 42.1 |
| 2.06.07 | 3.32 | 0.1 | 21.9 | 28.6 | 17.1 | 73.3 | 99.6 | 40.0 |
| 3.06.07 | 1.76 | 9.4 | 20.5 | 26.2 | 18.3 | 92.7 | 99.9 | 61.6 |
| 4.06.07 | 2.93 | 0.0 | 18.9 | 23.1 | 15.2 | 64.3 | 94.4 | 36.6 |
| 5.06.07 | 2.08 | 0.0 | 17.1 | 24.5 | 11.4 | 80.0 | 99.9 | 44.0 |
| 6.06.07 | 2.00 | 0.0 | 19.2 | 26.4 | 13.8 | 81.9 | 99.9 | 41.9 |
| 7.06.07 | 2.19 | 0.0 | 20.3 | 28.0 | 15.1 | 83.4 | 99.9 | 36.1 |
| 8.06.07 | 2.75 | 0.1 | 21.4 | 29.3 | 17.0 | 82.6 | 99.9 | 40.5 |
| 9.06.07 | 1.84 | 0.0 | 20.7 | 27.6 | 16.7 | 87.2 | 99.9 | 49.5 |
| 10.06.07 | 2.15 | 0.0 | 20.3 | 27.2 | 15.0 | 84.1 | 99.9 | 48.1 |
| 11.06.07 | 1.91 | 0.0 | 20.0 | 26.9 | 14.9 | 84.8 | 99.9 | 52.2 |
| 12.06.07 | 2.67 | 0.0 | 21.0 | 28.5 | 16.5 | 80.0 | 99.9 | 35.5 |
| 13.06.07 | 2.71 | 0.1 | 20.6 | 28.7 | 13.7 | 82.7 | 99.9 | 35.6 |
| 14.06.07 | 2.63 | 0.2 | 21.2 | 29.5 | 14.9 | 80.1 | 99.9 | 38.8 |
| 15.06.07 | 2.81 | 0.0 | 21.5 | 29.7 | 15.2 | 79.9 | 99.9 | 38.2 |
| 16.06.07 | 4.53 | 0.0 | 23.2 | 33.0 | 17.3 | 72.2 | 99.9 | 29.5 |
| 17.06.07 | 1.84 | 0.0 | 21.5 | 27.1 | 18.3 | 84.5 | 99.9 | 46.2 |
| 18.06.07 | 2.97 | 0.1 | 22.0 | 29.5 | 17.5 | 79.0 | 99.9 | 32.4 |
| 19.06.07 | 1.92 | 0.0 | 20.6 | 26.4 | 16.3 | 84.5 | 99.9 | 49.8 |
| 20.06.07 | 1.89 | 0.0 | 20.3 | 25.7 | 15.7 | 85.9 | 99.9 | 55.6 |
| 21.06.07 | 2.31 | 0.0 | 21.1 | 28.1 | 16.1 | 81.3 | 99.9 | 37.7 |
| 22.06.07 | 2.40 | 0.0 | 21.2 | 27.7 | 16.1 | 82.7 | 99.9 | 42.7 |
| 23.06.07 | 2.92 | 0.0 | 21.3 | 28.3 | 16.3 | 78.9 | 99.9 | 35.2 |
| 24.06.07 | 2.52 | 0.0 | 21.6 | 29.9 | 15.7 | 74.6 | 99.9 | 34.3 |
| 25.06.07 | 1.98 | 0.0 | 20.9 | 25.2 | 18.3 | 81.9 | 99.9 | 52.5 |
| 26.06.07 | 1.38 | 0.0 | 20.3 | 25.0 | 17.2 | 86.1 | 99.9 | 55.8 |
| 27.06.07 | 2.14 | 0.0 | 20.9 | 27.5 | 16.1 | 82.9 | 99.9 | 45.3 |
| 28.06.07 | 2.76 | 0.0 | 20.9 | 29.4 | 15.8 | 78.2 | 99.9 | 34.0 |
| 29.06.07 | 1.81 | 0.0 | 20.7 | 25.5 | 16.1 | 88.8 | 99.9 | 60.5 |
| 30.06.07 | 1.65 | 0.0 | 21.6 | 26.5 | 18.5 | 85.0 | 99.9 | 52.1 |
| Média | 2.37 | | 20.7 | 27.5 | 16.0 | 81.4 | 99.7 | 43.5 |
| Total | 71.1 | 10.0 | | | | | | |

ETo - Evapotranspiração de referência (mm); **Precip.** - Precipitação (mm); **Tmédia** - temperatura média diária (°C); **Tmáx.** - temperatura máxima diária (°C); **Tmín.** - temperatura mínima diária (°C); **URmédia** - umidade relativa média diária (%); **URmáx.** - umidade relativa máxima diária (%); **URmín.** - umidade relativa mínima diária (%).