

WAGNER TOMPSON ESTANISLAU

CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE MAMÃO EM FUNÇÃO DA  
PRESENÇA DA SARCOTESTA, TEOR DE ÁGUA DAS SEMENTES E  
TIPO DE EMBALAGEM

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2007

WAGNER TOMPSON ESTANISLAU

CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE MAMÃO EM FUNÇÃO DA  
PRESENÇA DA SARCOTESTA, TEOR DE ÁGUA DAS SEMENTES E  
TIPO DE EMBALAGEM

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 19 de março de 2007.

---

Prof. Luiz Antônio dos Santos Dias  
(Co-Orientador)

---

Prof. Fernando Luiz Finger  
(Co-Orientador)

---

Dr. Fernando Antônio Pereira da Silva

---

Dr. Roberto Fontes Araújo

---

Prof<sup>a</sup>. Denise Cunha Fernandes dos Santos  
Dias  
(Orientadora)

A Deus por manifestar de forma  
especial em minha vida.

Aos meus pais Olympio Santanna Estanislau e  
Maria Ferreira Álvares Estanislau,  
pelo amor, pela dedicação, pelos ensinamentos e  
pelos braços sempre estendidos em  
todos os momentos de minha vida.

À minha esposa Márcia Ávila Morais,  
pela paciência, amizade e perseverança.

Ao meu filho Caio que a cada dia me renova  
com sua simples presença.

Aos meus irmãos Wilde, Wallace e  
Viviane, pela amizade, pelo apoio e estímulo.

À minha querida avó Maria das Virgens,  
“Dona Maricas”, *in memoriam*, pelos momentos de  
alegria e pelo exemplo de luta e dedicação.

Àqueles que acreditaram, torceram e confiaram.

A todos estes, dedico.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização do Curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

À Prof<sup>a</sup>. Denise Cunha F. S. Dias, pela confiança, paciência, amizade, pelo apoio e pelos ensinamentos imprescindíveis para a realização deste trabalho.

Ao Dr. Sérgio Lúcio David, pelo material cedido para execução do projeto.

Ao Prof. Luiz Antônio dos S. Dias, pela atenção, avaliação crítica do trabalho e pelas sugestões apresentadas.

À tia Solange, pela incansável e inesgotável vontade de ajudar.

A todos os funcionários do Departamento de Fitotecnia, Carminha, Mara, Caetano, José Eduardo, Marcos e outros mais, cujos serviços e amizade foram indispensáveis para a execução dos trabalhos.

Às amigadas conquistadas em Viçosa, Reinaldo, Daí, Davi, Aldo, Flávio, Maurício, Daniel, José Eduardo, Deborah, Fabiano, Silvano, que certamente jamais serão esquecidas e tantos outros.

Aos familiares que moram em Viçosa e Teixeiras, os quais me acompanharam nesse período.

Aos amigos que participaram direta ou indiretamente na execução do projeto, bem como aqueles que mesmo longe contribuíram não somente para minha formação, mas também para minha vida profissional e pessoal.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigado!

## **BIOGRAFIA**

WAGNER TOMPSON ESTANISLAU, filho de Olympio Santanna Estanislau e Maria Ferreira Álvares Estanislau, nasceu em 2 de agosto de 1972, em Coronel Fabriciano, Estado de Minas Gerais.

Realizou os cursos de 1º Grau no Instituto Educacional Mayrink Vieira e de 2º Grau na Escola Técnica Juscelino Kubitschek, ambos em Ipatinga, Minas Gerais.

Em 1999, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais.

Em Janeiro de 2002, concluiu seu curso de Mestrado em Fitotecnia, pela Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais.

Em março de 2002, iniciou o curso de Doutorado em Fitotecnia, pela Universidade Federal de Viçosa, defendendo a tese em março de 2007.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Armazenamento de sementes mamão.....	3
2.2. Deterioração de sementes.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1. Preparo das sementes.....	11
3.2. Embalagem e armazenamento de sementes.....	12
3.3. Avaliação da qualidade das sementes.....	13
3.3.1. Teor de água.....	13
3.3.2. Germinação.....	14
3.3.3. Envelhecimento acelerado.....	14
3.4. Análises eletroforéticas.....	14
3.5. Procedimento estatístico.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1. Teor de água das sementes.....	18
4.2. Qualidade fisiológica das sementes.....	21
4.3. Análises eletroforéticas.....	46
5. CONCLUSÕES.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

## RESUMO

ESTANISLAU, Wagner Tompson, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2007. **Conservação de sementes de mamão em função da presença da sarcotesta, teor de água das sementes e tipo de embalagem.** Orientadora: Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias. Co-Orientadores: Luiz Antônio dos Santos Dias e Fernando Luiz Finger.

O presente trabalho foi desenvolvido nos Laboratórios de Sementes e de Pós-Colheita de Hortaliças do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Viçosa, tendo como objetivo avaliar o efeito do tipo de embalagem, do teor de água das sementes e da presença da sarcotesta na conservação de sementes de mamão durante o armazenamento. Sementes de mamão do grupo Formosa, híbrido Tainung 01, foram extraídas de frutos no estágio 5 de maturação (casca com mais de 75% da superfície externa com coloração amarela). Parte das sementes foi colocada sobre papel toalha em condição de laboratório, a 25°C, obtendo-se, assim, uma amostra de sementes com a sarcotesta. O restante das sementes foi submetido à fricção em peneira de arame com auxílio de uma escova de cerdas plásticas, sob jato de água corrente, para a remoção da sarcotesta, sendo, em seguida, colocadas para secar nas mesmas condições descritas para as sementes com sarcotesta. Foram obtidas, então, sementes com e sem sarcotesta que foram submetidas à secagem até atingirem graus de umidade de, aproximadamente, 11, 8 e 5%. Em seguida, foram acondicionadas em quatro tipos de embalagens (papel multifoliado, saco de polietileno, papel aluminizado do tipo “pouch” e lata) e armazenadas em ambiente de laboratório por 15 meses, a partir de março de 2004. Antes do armazenamento e a cada três meses, as sementes foram submetidas à determinação do grau de umidade e aos testes de germinação, primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado. Determinou-se ainda, a atividade das enzimas fosfatase ácida e peroxidase utilizando-se eletroforese em gel de amido a 12%. Verificou-se que sementes de

mamão recém-colhidas apresentaram dormência que foi superada aos seis meses de armazenamento. Sementes com sarcotesta apresentaram menor qualidade fisiológica quando comparadas às sem sarcotesta, durante todo o período de armazenamento. Sementes com sarcotesta tiveram a viabilidade preservada até o nono mês de armazenamento, com redução drástica da qualidade a partir daí, independente do grau de umidade e do tipo de embalagem. A qualidade fisiológica das sementes sem sarcotesta, com 8 e 11% de umidade, foi mantida até o 12º mês de armazenamento em condição de ambiente, independente do tipo de embalagem utilizada. As embalagens impermeáveis não foram adequadas para o armazenamento de sementes sem sarcotesta com 5% de umidade. As avaliações eletroforéticas revelaram a ocorrência de alterações enzimáticas em função do teor de água nas sementes, embora não tenha sido constatada associação entre deterioração das sementes de mamão durante o armazenamento e alterações nos sistemas enzimáticos fosfatase ácida e malato desidrogenase.



## ABSTRACT

ESTANISLAU, Wagner Tompson, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2007. **Papaya (*Carica papaya* L.) seeds conservation in relation to sarcotesta presence, seed moisture content and kind of package.** Adviser: Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias. Co-Advisers: Luiz Antônio dos Santos Dias and Fernando Luiz Finger.

This work was carried out in the Laboratory of Seeds Analysis in the Department of Fitotecnia at Federal University of Viçosa from March 2004 to November 2005, in order to evaluate the effect of sarcotesta presence, seed moisture content and kind of packaging on papaya seed conservation during storage. Papaya seeds from Formosa group, hybrid Tainung 01, dried up to 5, 8 and 11% moisture content were packed in four different kinds of package (multifoliate kraft paper, aluminum foil - "pouch", tin container and polyethylene bag) and stored for 15 months at room laboratory condition. Before storage and at each three months, seed moisture content was determined and standard germination, first count and accelerated aging test were performed. Alterations in the enzyme systems alcohol dehydrogenase (ADH), malate dehydrogenase (MDH) and acid phosphatase (AP) were also assessed. It was verified that recém-harvested papaya seeds had dormancy, which was overcome by storage for six months. Seeds with sarcotesta showed lower physiological quality in relation to without sarcotesta ones, during all the storage time. Seeds with sarcotesta had the viability preserved until the ninth month storage, with drastic reduction on seed quality from then on, independent of seed moisture content and packing. The physiological quality of the seeds without sarcotesta, with 8 and 11% of moisture content, was kept until 12<sup>o</sup> month of storage under environment condition, independent of the packing. Impermeable package was not indicated for the storage of seeds without sarcotesta with 5% moisture content. There were enzymatic alterations related to seed moisture content, but there was no association between papaya seed deterioration during the storage and phosphatase acid and malate dehydrogenases enzymatic systems alterations.

## 1. INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma planta amplamente difundida nas regiões de clima tropical, encontrando no Brasil condições edafo-climáticas favoráveis à sua exploração econômica. O Brasil é o maior produtor mundial de mamão com 1,65 milhões de toneladas e uma área plantada de 36,5 mil hectares (FAO, 2005). Cerca de 49% dessa produção é oriunda do estado da Bahia e 36% do Espírito Santo (Agrianual, 2005).

Trata-se de uma cultura que, normalmente, é implantada por meio de sementes, ou seja, por via sexuada, uma vez que a propagação assexuada, por estaquia ou enxertia, não apresenta resultados economicamente satisfatórios. Neste contexto, a utilização de sementes de alta qualidade é fundamental para o estabelecimento de mudas vigorosas e sadias, pois como a maioria das sementes utilizadas para o plantio são importadas, o que onera o custo de produção.

No entanto, a qualidade fisiológica das sementes de mamão ainda se constitui em obstáculo para os viveiristas e agricultores, uma vez que a germinação é lenta e irregular, especialmente se a sarcotesta não for removida. As causas deste fraco desempenho ainda não estão bem elucidadas e atribui-se à dormência pós-colheita das sementes e, ou dificuldades na sua conservação durante o armazenamento.

As sementes de mamão foram classificadas como intermediárias, quanto à tolerância à dessecação, uma categoria que se situa entre as

ortodoxas e as recalcitrantes (Ellis et al., 1991). Considerando que a tolerância à dessecação está relacionada à longevidade da semente, aspectos relacionados ao comportamento das sementes de mamão durante o armazenamento necessitam de estudos detalhados para auxiliar no desenvolvimento de tecnologias adequadas para a sua conservação. Geralmente, sementes classificadas como intermediárias toleram a desidratação até 7,0 a 10,0% de água e não suportam baixas temperaturas durante o armazenamento (Ellis et al., 1990).

A longevidade da semente é função de sua constituição genética e das condições do ambiente de armazenamento, especialmente temperatura e umidade relativa do ar. Contudo, o teor de água da semente e o tipo de embalagem utilizada também têm papel decisivo na conservação durante o armazenamento.

As informações relacionadas à conservação de sementes de mamão são, muitas vezes, contraditórias e, a maioria dos estudos envolve o armazenamento de sementes sem a sarcotesta, sendo escassas as informações sobre o efeito da sarcotesta na conservação das sementes. Como se trata de uma espécie cujas sementes têm elevado valor comercial, cerca de US\$4.000/Kg de sementes, perdas devido ao armazenamento sob condições inadequadas são inaceitáveis.

Diante disso, o trabalho teve como objetivos avaliar o efeito do teor de água da semente e do tipo de embalagem na conservação de sementes de mamão com e sem sarcotesta.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Armazenamento de sementes de mamão**

Segundo Delouche et al. (1973), as sementes são armazenadas por duas razões: primeiro, porque existe um intervalo entre a colheita e a próxima semeadura, variável em função da espécie e do sistema de cultivo; a segunda e principal razão é preservar e manter o potencial fisiológico, minimizando a taxa de deterioração das sementes.

Durante o armazenamento, a velocidade do processo deteriorativo depende de fatores como longevidade da espécie, qualidade inicial das sementes e condições do ambiente. Como a longevidade é uma característica genética, inerente à espécie, somente a qualidade inicial das sementes e as condições do ambiente de armazenamento podem ser manipuladas (Carvalho e Nakagawa, 2000).

A temperatura e a umidade relativa do ar são os principais fatores físicos que afetam a manutenção da qualidade das sementes armazenadas, sendo a umidade relativa considerada mais importante, dada a sua relação direta com o teor de água das sementes. Entretanto, a temperatura também contribui significativamente, afetando a velocidade dos processos bioquímicos (Delouche et al., 1973). Conseqüentemente, o período de viabilidade da semente pode ser aumentado não somente pela redução do teor de água da semente, mas também pela redução da

temperatura e umidade relativa do ar do ambiente de armazenamento (Harrington, 1972).

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), além do teor de água das sementes e das condições do ambiente de armazenamento, o tipo de embalagem utilizado para o acondicionamento das sementes também exerce influência sobre a sua longevidade, afetando a velocidade dos processos bioquímicos relacionados à deterioração, pois as sementes armazenadas podem adquirir ou perder água dependendo do tipo de embalagem.

Roberts (1973) classificou as sementes, quanto ao comportamento no armazenamento, em duas categorias: ortodoxas e recalcitrantes. A longevidade das sementes ortodoxas aumenta de modo previsível com a redução do seu teor de água e da temperatura de armazenamento, enquanto as recalcitrantes, sensíveis à dessecação, perdem rapidamente viabilidade, mesmo com níveis de água reduzidos a valores ainda considerados altos, além de não tolerarem temperaturas baixas. Ellis et al. (1990) acrescentaram a esta classificação as sementes de comportamento intermediário entre o ortodoxo e o recalcitrante, que toleram desidratação até 7,0 a 10% de água e não suportam baixas temperaturas por período de tempo prolongado.

Os resultados referentes ao comportamento fisiológico das sementes de mamão no armazenamento têm sido contraditórios. Ellis et al. (1991) classificaram estas sementes como intermediárias, uma vez que exibiram sinais de sensibilidade à dessecação quando secas a teores de água inferiores a 8% e por sofrerem injúria a baixa temperatura (0 ou -20°C). Entretanto, Magill et al. (1994) verificaram que alguns lotes sobreviveram à dessecação a 5% de água. Também Althoff e Carmona (1999) afirmaram que sementes de mamão toleram a dessecação até 5% de água, sem perda do poder germinativo; porém, não suportam baixas temperaturas (5°C e -18°C). Constataram ainda que embalagens permeáveis foram apropriadas para a conservação das sementes em condição ambiente de Brasília-DF.

Por sua vez, Santos et al. (1999) obtiveram melhor conservação quando sementes de mamão com 7% de água foram mantidas em

refrigerador (2°C a 5°C), independente da embalagem utilizada. Estudos anteriores já haviam evidenciado que sementes de mamão com teor de água de 9,5 e 10,1% armazenadas a baixas temperaturas (15°C e 5°C) tiveram a viabilidade preservada por nove meses (Arumugam e Shanmugavelu, 1977). Bass (1975) detectou pequena perda de viabilidade ao armazenar seis lotes de sementes de mamão com 8% de água em embalagem hermética, por seis anos, a 5°C. Também Pérez et al. (1980) verificaram que as sementes sobreviveram por três anos quando armazenadas a 10±5°C e 40% UR, enquanto Becwar et al. (1983) reportaram que as sementes de mamão sobreviveram à dessecação a 10% de água e a um subsequente acondicionamento por 24 horas a -196°C. Para Singh e Singh (1981), a viabilidade das sementes de mamão pode ser mantida, por oito meses, em ambiente com temperatura entre 4 e 6°C e 40% UR, desde que se utilize como embalagem sacos de polietileno ou recipientes de plástico.

Mais recentemente, Salomão e Mundim (2000) verificaram que a desidratação das sementes a 5,3% ou 6,9% de água, seguida pela exposição a temperaturas subzero e tratamento com GA<sub>3</sub> foram as condições mais favoráveis para a conservação de germoplasma de mamão, sugerindo que tais sementes apresentam comportamento ortodoxo no armazenamento, permitindo sua conservação tanto pelo sistema convencional como em criopreservação nos bancos de germoplasma. Estes resultados, entretanto, discordam dos obtidos por Ellis et al. (1991), onde a capacidade de germinação das sementes foi afetada negativamente pelo armazenamento a -20°C. Estes autores verificaram que sementes armazenadas com 7,9 a 9,4% de água, a 15°C, mantiveram a germinação original (89%) por 12 meses. Por outro lado, quando armazenadas a 0 e -20°C ou quando secadas até 4,2 a 5,3% de água houve rápida perda de viabilidade, resultados estes compatíveis com um comportamento intermediário entre o ortodoxo e o recalcitrante.

Com o objetivo de estabelecer as condições mais adequadas para a conservação de sementes de mamão 'Sunrise Solo', Viggiano et al. (2000) não obtiveram resultados conclusivos ao armazenarem sementes com diferentes graus de umidade (7,2; 9,3 e 11,3%), em embalagens de

alumínio flexível, tipo “pouch”, e em saco de papel multifoliado, por oito meses, em ambiente de laboratório (27°C e 83% UR), em câmara fria (20°C e 69% UR; 10°C e 63% UR). Observaram apenas que a embalagem de alumínio flexível foi inadequada para a manutenção da qualidade das sementes em câmara fria a 10°C e 63% UR. Verificaram, ainda, que a dormência pós-colheita das sementes foi superada após dois meses de armazenamento e que houve redução na germinação e no vigor após o quarto mês de armazenamento. Martins et al. (2005) observaram, aos seis meses de armazenamento, decréscimo na germinação e no vigor de sementes acondicionadas em embalagem permeável e mantidas em condição de ambiente. Por outro lado, Araújo et al. (2005) afirmaram que o armazenamento de sementes de mamão do grupo Solo, cv. Golden, por um ano, em embalagem de polietileno em geladeira (8 a 10°C), não comprometeu a qualidade fisiológica das sementes.

Verifica-se, portanto, pelo exame da literatura que não há indicações seguras referentes ao teor de água das sementes, tipo de embalagem e condições de ambiente mais adequadas para o armazenamento de sementes de mamão.

## **2.2. Deterioração de sementes**

O processo de deterioração das sementes, caracterizado pela queda progressiva e irreversível da qualidade, inicia-se a partir do ponto em que sua qualidade é máxima, ou seja, por ocasião da maturidade fisiológica (Delouche e Baskin, 1973). Tanto a intensidade como a velocidade deste processo dependem de fatores genéticos e ambientais, estando relacionadas ao manejo pós-colheita das sementes, especialmente período e condições de armazenamento (Bingham et al., 1994).

A deterioração das sementes envolve uma seqüência de eventos que se inicia com a desorganização de membranas e perda do controle de sua permeabilidade, seguida pela redução do potencial de armazenamento, da velocidade de germinação, da porcentagem de

emergência de plântulas em campo e aumento na ocorrência de anormalidades nas mesmas, culminando com a redução do poder germinativo e morte da semente (Delouche e Baskin, 1973). Segundo Roberts (1973), a carência de informações em relação às causas da deterioração está associada em grande parte, ao elevado número de mudanças metabólicas e citológicas que acontecem durante este processo. Para McDonald (1998), macromoléculas essenciais para a germinação das sementes degradam durante o envelhecimento, sendo diversas as mudanças bioquímicas que ocorrem durante o processo deteriorativo, o que dificulta discriminar quais são os eventos primários e os secundários.

Diversos autores têm apontado os danos na membrana como o fator chave no processo de deterioração das sementes (Delouche e Baskin, 1973; Koostra e Harrington, 1973, Wilson Jr. e McDonald Jr., 1986 e McDonald Jr., 1999).

As membranas celulares são constituídas de uma dupla camada de moléculas de lipídios às quais se associam, interna e externamente, moléculas de proteínas. A dupla camada age como uma barreira à difusão de materiais para o interior e o exterior das células e organelas, além de proporcionar um meio adequado para que proteínas mensageiras transmembranas funcionem. Essa camada é composta por ácidos graxos saturados e insaturados (Bewley, 1986). As membranas estão envolvidas na manutenção do controle do metabolismo dentro das células, na separação espacial dos componentes metabólicos e no funcionamento normal do aparato sintético. Também apresentam uma função vital na compartimentalização dos componentes celulares e enzimas atuantes em determinadas vias metabólicas que podem estar associadas ou integradas às suas estruturas. Desta maneira, a desestruturação das membranas pode levar a diversas mudanças metabólicas, as quais podem contribuir em diferentes intensidades para a perda da viabilidade e vigor das sementes (Halmer e Bewley, 1984).

De acordo com Koostra e Harrington (1973), o processo de deterioração teria como alteração bioquímica inicial a desestruturação do sistema de membranas em nível celular, por meio da ação de radicais



livres. O processo pelo qual estes radicais se formam é consequência da oxidação de lipídios estruturais, principalmente os polissaturados, razão pela qual esse processo é designado como peroxidação de lipídios. Assim, a peroxidação é um processo degradativo que ocorre quando o oxigênio molecular entra em contato com a molécula de triglicerídeo (Wilson Jr. e McDonald Jr., 1986). A peroxidação de lipídios é freqüentemente citada como a principal causa da perda da integridade da membrana e, conseqüentemente, da deterioração de sementes (McDonald Jr., 1999).

Os radicais livres podem agir sobre outros compostos além dos ácidos graxos. Segundo McDonald Jr. (1999), alterações na estrutura de proteínas de sementes têm sido atribuídas à ação desses radicais.

No entanto, existe nas células um complexo sistema de defesa antioxidante para se proteger dos danos causados pelo oxigênio ativo (McDonald Jr., 1999), que envolve várias enzimas removedoras de radicais livres e de peróxidos, como superóxido dismutase, catalase, peroxidase e ascorbato peroxidase (Harrington, 1973; Halmer e Bewley, 1984 e McDonald Jr., 1999).

Segundo Copeland e McDonald (1995), as enzimas desempenham importante papel na evolução da deterioração de sementes e alterações em sua atividade podem ser um indicativo de perda de qualidade. Assim, variações na atividade de proteínas e enzimas específicas podem se constituir em ferramenta eficiente e interessante na determinação de mudanças bioquímicas resultantes do processo deteriorativo (Chauhan et al., 1985; Carraro, 1990 e Vieira, 1996).

Além das enzimas envolvidas no processo de peroxidação dos lipídios e removedoras de radicais livres, enzimas relacionadas ao metabolismo respiratório das sementes também têm sido alvo de pesquisas relativas à deterioração, conforme demonstram trabalhos de Bettey e Finch-Savage (1996), Podestá e Plaxton (1994) e Shen e Odén (1999). A respiração envolve o ciclo da glicólise, o ciclo de Krebs e a fosforilação oxidativa, com a contribuição de enzimas na regulação de cada rota (Bewley e Black, 1996).

A enzima malato desidrogenase catalisa a conversão de malato à oxalacetato, tendo uma importante função dentro do ciclo de Krebs, além de participar do movimento de malato através da membrana mitocondrial e da fixação de CO<sub>2</sub> nas plantas (Taiz e Zeiger, 1994). A eficiência do uso deste sistema enzimático tem se mostrado bastante variável nas diferentes espécies. Segundo Shatters et al. (1994), a atividade da malato desidrogenase foi a menos afetada por diferentes tratamentos de envelhecimento em sementes de soja, enquanto Kalpana e Mandhava Rao (1997) observaram diminuição na atividade dessa enzima com o envelhecimento de sementes de guandu. Vieira (1996) encontrou aumento do número de bandas de malato desidrogenase em sementes de algodão com o envelhecimento. Este mesmo autor conclui que enzimas envolvidas na respiração podem apresentar alta atividade em sementes de qualidade reduzida e serem possíveis marcadores moleculares para nível de deterioração da semente.

Sung e Jeng (1994) observaram que o envelhecimento acelerado estimulou a peroxidação de lipídios e reduziu a atividade de enzimas removedoras de peróxido, como a peroxidase e a superóxido dismutase, motivo pelo qual, sementes envelhecidas acumulam mais peróxidos do que as não envelhecidas. Por sua vez, Basavarajappa al. (1991) verificaram decréscimo na atividade de peroxidase, fosfatase ácida, fosfomonoesterase e desidrogenases em sementes de milho envelhecidas. Também em milho, Brandão Jr. et al. (1999) verificaram que variações eletroforéticas de sorbitol desidrogenase e glutamato-oxaloacetato transaminase podem ser consideradas promissores marcadores bioquímicos para avaliação da qualidade de sementes em início de deterioração. Os autores verificaram ainda que houve diminuição do número e/ou da intensidade das bandas das enzimas álcool desidrogenase, glutamato desidrogenase, malato desidrogenase, sorbitol desidrogenase e peroxidase com o aumento da deterioração, provocada pelo envelhecimento acelerado.

Alterações das isoenzimas fosfatase ácida e peroxidase foram mais efetivas do que os testes de vigor para avaliar a qualidade das sementes de milho submetidas ao envelhecimento acelerado; já a malato

desidrogenase manteve seus padrões inalterados com o avanço do processo deteriorativo (Spinola et al., 2000).

As fosfatases ácidas (ortofosfato-monoéster: fosfo-hidrolase, EC 3.1.3.2) são um grupo de enzimas que catalizam a hidrólise de fosfato monoésteres. Segundo Plaxton (1996), citado por Aoyana et al. (2001), estas fosfatases geralmente estão presentes em múltiplas formas, exercendo diferentes propriedades bioquímicas e exibem uma maior atividade a pH ótimo abaixo de 6,0. Várias funções têm sido atribuídas à fosfatase ácida em plantas, incluindo participação na tradução de sinais. De acordo com Duff et al. (1994) elas participam da regulação do metabolismo por meio da desfosforilação de proteínas. O fósforo não somente exerce um papel vital na transferência de energia e regulação metabólica, mas é também um importante constituinte de fosfolipídios e ácidos nucléicos. Segundo Spinola et al. (2000), esta enzima atua sobre fosfolipídios de membrana, provocando a peroxidação desses lipídios.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi conduzido nos Laboratórios de Pesquisa em Sementes e de Fisiologia de Pós-colheita do Departamento de Fitotecnia da UFV, no período de Março de 2004 a Novembro de 2005. Foram utilizados frutos de mamão hermafroditas, do grupo Formosa, híbrido Tainung 01, produzidos pela empresa “Hidra e Hera Sementes”, localizada no município de Linhares, Espírito Santo.

#### **3.1. Preparo das sementes**

Os frutos foram colhidos no estágio 1 de maturação, apresentando a casca com até 15% da superfície externa com coloração amarela (Aroucha et al., 2004), em março/2004, permanecendo envolvidos em papel e armazenados em ambiente de laboratório até atingirem o estágio 5 de maturação (casca com mais de 75% da superfície externa com coloração amarela), conforme Aroucha et al. (2004). Em seguida, os frutos foram partidos ao meio e as sementes extraídas manualmente, lavadas em água corrente para a remoção dos resíduos de polpa. Parte das sementes foi colocada sobre papel toalha em condição de laboratório, obtendo-se, assim, uma amostra de sementes com a sarcotesta. O restante das sementes foi submetido à fricção em peneira de arame com auxílio de uma escova de cerdas plásticas, sob jato de água corrente, para a remoção da sarcotesta,

sendo, em seguida, colocadas para secar sobre papel toalha nas mesmas condições já descritas para as sementes com sarcotesta. Foram obtidas, então, sementes com e sem sarcotesta.

As sementes frescas, com e sem sarcotesta foram avaliadas quanto à germinação, obtendo-se valores de 13,5% e 16,5%, respectivamente. Determinou-se também o teor de água destas sementes, obtendo-se 84,10% de água para sementes com sarcotesta e 73,58% de água para sementes sem sarcotesta.

As sementes com e sem sarcotesta foram submetidas à secagem até atingirem graus de umidade de, aproximadamente, 11, 8 e 5%. Para tanto, a secagem se processou em duas etapas: inicialmente, as sementes foram colocadas sobre papel toalha, em condições de ambiente de laboratório, a 25° C, até atingirem o teor de água de cerca de 11%. Para a obtenção de sementes com 8 e 5% de água, realizou-se uma secagem adicional em estufa com circulação forçada de ar, a 40°C.

Para o monitoramento do teor de água das sementes durante a secagem, amostras com massa inicial e teor de água conhecidos foram acondicionadas em sacos de filó para pesagens em intervalos regulares. A massa final das amostras, correspondentes a cada um dos graus de umidade desejados, foi previamente determinada através da equação descrita por Cromarty et al. (1985):

$$M_f = M_i (100 - U_i) \times (100 - U_f)^{-1} \text{ onde:}$$

$M_f$  = massa da amostra após a secagem;

$M_i$  = massa da amostra antes da secagem;

$U_i$  = teor de água antes da secagem;

$U_f$  = teor de água desejado após a secagem.

### **3.2. Embalagem e armazenamento**

Uma vez atingido cada teor de água desejado, cerca de 5,0%, 8,0% e 11,0%, as sementes foram acondicionadas em quatro tipos de embalagens: - saco de papel multifoliado - tipo kraft trifoliado, gramatura 100,00 g/m<sup>2</sup>, capacidade 100g, altura 30cm e largura 12 cm.

- saco de polietileno – espessura 150  $\mu$ , capacidade 50g, altura 25 cm e largura 12 cm.
- saco de papel aluminizado – tipo ‘pouch’, gramatura 163,00 g/m<sup>2</sup>, capacidade 50g, altura 18 cm e largura 13 cm.
- lata - fabricada com folha de flandres, revestida com estanho, capacidade de 50g, diâmetro interno 7,2 cm e diâmetro externo 7,4 cm.

Os sacos de papel multifoliado foram fechados realizando-se duas dobras na abertura superior e grampeados. Os sacos de polietileno e os de papel aluminizado foram fechados utilizando máquina seladora, enquanto que as latas foram lacradas em máquina recravadora.

Para cada teor de água, as sementes acondicionadas nas respectivas embalagens foram armazenadas em condições de ambiente, no Laboratório de Pesquisa em Sementes do DFT/UFV por 15 meses, a partir de março de 2004 até junho de 2005. O monitoramento da temperatura e da umidade relativa do ar no ambiente de armazenamento foi realizado durante todo o período por meio de registro em um termohigrógrafo. Os dados de temperatura máxima e mínima e da umidade relativa do ar média estão apresentados na Figura 1 e Figura 2 respectivamente. A cada três meses, foram retiradas amostras de sementes para a realização de testes para avaliação da qualidade e análises bioquímicas das sementes.

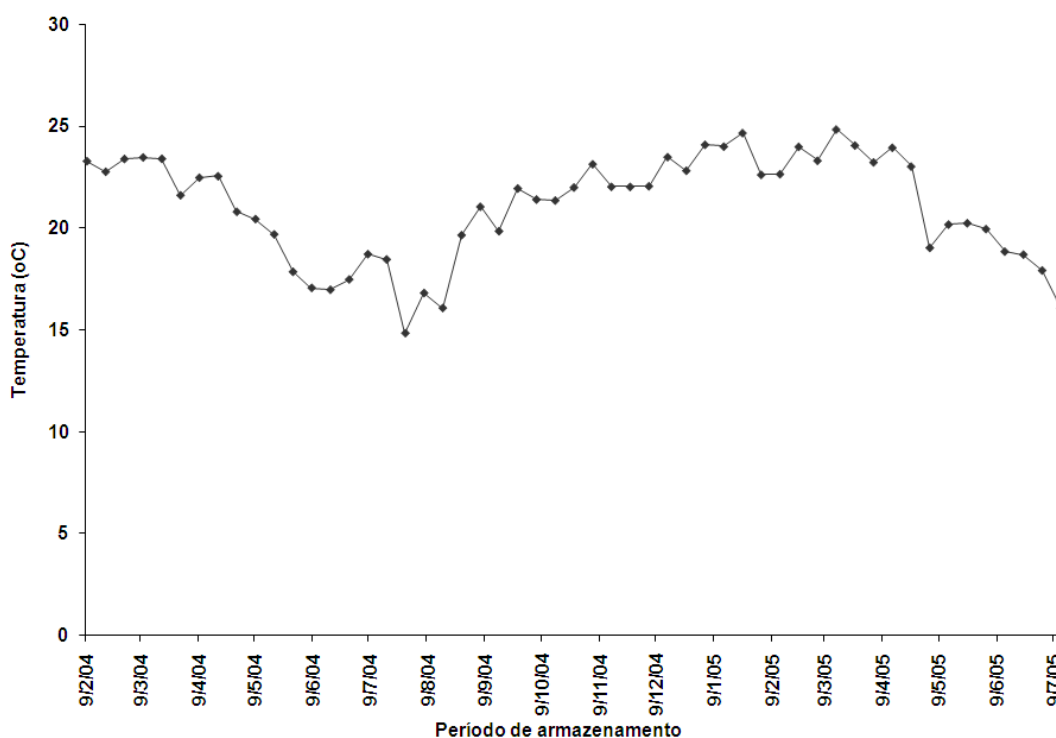


Figura 1 - Dados temperatura média, em decêndios, registrados no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, durante o período de armazenamento das sementes.

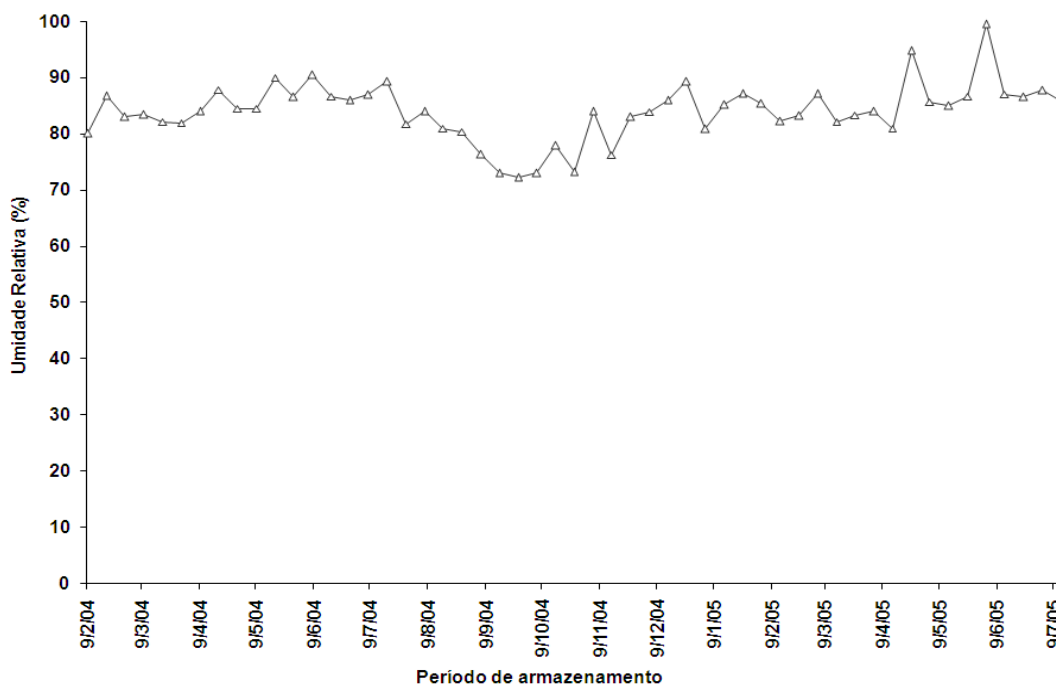


Figura 2 - Dados médios de umidade relativa do ar, em decêndios, registrados no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, durante o período de armazenamento das sementes.

### **3.3. Avaliação da qualidade das sementes**

Em cada época de amostragem, as sementes de cada tratamento foram submetidas aos seguintes testes e determinações:

#### **3.3.1. Teor de água**

Foi determinado pelo método da estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ , por 24 h, utilizando-se três subamostras, segundo as prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem na base úmida (bu).

#### **3.3.2. Germinação**

Foi realizado conforme descrito nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes semeadas em papel germitest, umedecido com volume de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Confeccionaram-se rolos que foram mantidos em germinador sob temperatura alternada de 20-35°C (16h/8h, respectivamente). As avaliações foram realizadas aos 15 e 30 dias após a semeadura, sendo os resultados expressos em porcentagem média de plântulas normais.

#### **3.3.3. Envelhecimento acelerado**

Foi adotada a metodologia proposta pela Association of Official Seed Analysts - AOSA (1983) e descrita por Marcos Filho (1999), utilizando-se o método do gerbox adaptado, onde as sementes foram distribuídas em camada única sobre bandeja de tela de alumínio acoplada à caixa gerbox contendo, ao fundo, 40 mL de água. As caixas foram tampadas, de modo a se obter 100% UR em seu interior, e mantidas em incubadora tipo BOD, a 42°C, por 48 horas. Em seguida, foi instalado o teste de germinação conforme descrito acima, sendo as avaliações



realizadas no 15<sup>o</sup> dia após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais.

### **3.4. Análises eletroforéticas**

Foram utilizadas amostras de 500 mg de sementes, por tratamento, que foram maceradas com auxílio de almofariz e pistilo de porcelana, ambos previamente resfriados e mantidos à baixa temperatura para evitar desnaturação das enzimas. Em seguida, adicionou-se ao macerado a solução extratora modificada de Alfenas et al. (1991) para extração das enzimas. A relação volume de solução de extração para peso da amostra foi de 4:1. Adicionaram-se 30 mg de PVPP (polivinilpolipirrolidona) e mercaptoetanol para remover compostos fenólicos e aumentar a estabilidade das enzimas (Alfenas et al., 1991). Após homogeneizar o extrato, este foi filtrado. Pequenos retângulos de papel cromatográfico Whatman 3M (1,5 x 0,8 cm) foram colocados sobre o homogeneizado, servindo para a transferência da amostra para o gel.

#### **- Preparo do gel**

Os géis de amido foram preparados a 12% de concentração, com 60 g de amido de milho em 500 mL de solução-tampão do gel adequado a cada sistema enzimático. Os géis foram mantidos a 4°C por, aproximadamente, uma hora, para resfriamento antes da aplicação das amostras.

#### **- Aplicação das amostras no gel**

Após a retirada dos géis da geladeira, foi feito um corte transversal, com o auxílio de um bisturi, a 4 cm da extremidade catodal, originando duas partes diferentes. A porção menor do gel era afastada para facilitar a aplicação das amostras, e, com o auxílio de uma pinça cirúrgica, aplicavam-se os papéis embebidos com extratos da amostra, seqüencialmente, num total de sete amostras para cada gel. Nas

extremidades do gel foram inseridas tiras de papel cromatográfico, contendo azul-de-bromofenol, com o objetivo de visualizar a frente de migração e o término da corrida. Em seguida, procedeu-se à junção das partes cortadas, e iniciou-se a corrida eletroforética.

#### - Eletroforese

As corridas foram realizadas em refrigerador com porta frontal transparente, à temperatura de 4° C, em cubas horizontais apropriadas (Alfenas et al., 1991). As formas de acrílico com os géis foram colocadas entre duas cubas com eletrodos, contendo 100 mL de tampão eletrodo apropriado. Para conexão dos géis às cubas dos eletrodos, utilizou-se uma ponte de pano dobrado previamente embebido na solução-tampão apropriada (Conkle et al., 1982). Cobriu-se a forma de acrílico com o gel com um plástico transparente na ocasião da corrida eletroforética, para evitar ressecamento superficial do gel.

Foi feita uma pré-corrida inicial de 30 minutos, utilizando-se fonte de corrente elétrica a 100V, com o propósito de liberar as enzimas das amostras, uniformizando a partida de todas as amostras. Após esse período, a fonte foi desligada e as tiras de papel foram retiradas com o auxílio de uma pinça. As duas partes do gel foram, então, reconectadas e reiniciou a corrida eletroforética, a 4° C, com voltagem de 180 V, por um período de 5 a 6 horas, quando a coluna do azul-de-bromofenol atingiu 9,5 cm a partir da origem.

Finalizada a corrida eletroforética, o gel foi colocado sobre uma placa de vidro e fatiado longitudinalmente com o auxílio de um fio de nylon fino, deslizando-se sobre régua de vidro de 2 mm de espessura superpostas servindo de guias. Descartou-se a primeira e a última fatia restando apenas três fatias de aproximadamente 2 mm de espessura cada. Em seguida, essas fatias foram colocadas em bandejas refratárias de vidro umedecidas com um pouco de água, e receberam a solução reveladora específica para cada enzima.

A revelação do sistema malato desidrogenase foi feita conforme Acquah (1992), no escuro, a 30°C. A revelação do sistema fosfatase

ácida foi realizada de acordo com Soltis et al. (1983), em temperatura ambiente (25°C) e no escuro até o aparecimento das bandas.

Após a revelação, a solução foi descartada e os géis foram lavados em água corrente e, em seguida, foi feita a fixação destes em glicerina 10%, por 12 horas, em refrigerador a 4°C. Para secagem do gel, umedeceu-se, primeiramente, uma placa de vidro, onde, sobre esta, colocou-se o gel e em seguida, essa placa foi coberta com papel celofane úmido. Pequenas perfurações foram feitas nas extremidades para facilitar a secagem dos géis. Para facilitar a perda de água, o conjunto gel-placa foi mantido em posição vertical, em temperatura ambiente até a eliminação do excesso de água. A secagem foi complementada em estufa a 50° C por 24 horas. Depois desse processo, removeu-se da placa de vidro o celofane-gel, procedendo a devida identificação e arquivamento para posterior análise dos resultados (Alfenas et al., 1991).

A avaliação das bandas foi feita de acordo com a sua intensidade, utilizando-se a superfície de um diafanoscópio.

### **3.5. Procedimento estatístico**

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, e analisado em esquema de parcelas subdivididas. As sementes com e sem sarcotesta, os três teores de água (5, 8 e 11%) e as quatro embalagens (papel multifoliado, polietileno, papel aluminizado e lata) foram alocados em esquema fatorial nas parcelas (2 x 3 x 4) e os seis períodos de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 meses) nas subparcelas.

Os dados foram submetidos a testes de normalidade, os quais evidenciaram um ajuste adequado à distribuição normal, dispensando a transformação. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância em esquema de parcelas subdivididas. Sempre que a interação foi significativa foi feito o desdobramento. A fonte de variação referente à interação dos quatro fatores (sarcotesta, teor de água, embalagem e período de armazenamento) foi inserida no erro b.

Para os períodos de armazenamento, foram aplicadas análises de regressão. Todas as análises foram processadas com o uso do programa SAS (SAS, 1989), procedimento GLM.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Teor de água das sementes

Nas Tabelas 1 e 2 encontram-se os valores dos teores de água das sementes sem e com sarcotesta, respectivamente, determinados no decorrer do armazenamento. Verifica-se que o teor de água inicial das sementes sem e com sarcotesta era de, aproximadamente, 5, 8 e 11%. Já aos três meses de armazenamento, observa-se que as embalagens de papel multifoliado e polietileno permitiram a troca de umidade, pois tanto sementes sem sarcotesta como com sarcotesta absorveram água entrando em equilíbrio higroscópico com o ambiente. Padilha et al. (1998a), trabalhando com sementes de soja, verificaram que a embalagem de polietileno se mostrou eficiente para evitar trocas gasosas com o ambiente, o que não foi constatado no presente trabalho. Nas embalagens impermeáveis (papel aluminizado e lata), o teor de água das sementes foi praticamente mantido próximo aos valores iniciais, ao longo de todo o período de armazenamento, indicando que houve restrição à troca de vapor d'água entre as sementes e o ambiente. Apenas as sementes com 5% de água, acondicionadas em papel aluminizado, tiveram um pequeno acréscimo no teor de água aos 12 e 15 meses de armazenamento, atingindo valores de cerca de 6%.

Tabela 1 – Teores médios de água (bu) determinados durante o armazenamento de sementes de mamão, sem sarcotesta, acondicionadas em diferentes tipos de embalagens com diferentes teores de água iniciais.

Embalagem	Teor de água inicial (%)	Período de armazenamento (meses)				
		3	6	9	12	15
Papel multifoliado	5,0	9,0	9,4	9,6	9,6	10,4
	7,9	9,4	10,6	10,1	9,7	10,2
	11,1	10,2	10,9	10,5	9,2	10,5
Saco de polietileno	5,0	8,8	9,5	8,7	10,2	11,0
	7,9	9,6	10,4	8,7	10,2	11,4
	11,1	11,7	10,6	9,5	11,0	11,3
Papel aluminizado “pouch”	5,0	4,9	5,5	5,6	6,0	6,1
	7,9	8,0	8,3	8,5	8,4	8,3
	11,1	11,1	11,4	10,9	11,2	11,6
Lata	5,0	5,4	5,5	5,3	6,2	6,4
	7,9	8,1	8,3	8,0	8,3	8,1
	11,1	11,6	11,1	11,3	11,5	11,4

Resultados semelhantes foram obtidos por Viggiano et al. (2000a), verificando que a embalagem tipo “pouch” restringiu as trocas gasosas entre as sementes e o ambiente, o que não ocorreu quando foi utilizado papel multifoliado.

Tabela 2 – Teores médios de água (bu) determinados durante o armazenamento de sementes de mamão, com sarcotesta, acondicionadas em diferentes tipos de embalagens e com diferentes teores de água iniciais.

Embalagem	Teor de água inicial (%)	Período de armazenamento (meses)				
		3	6	9	12	15
Papel multifoliado	4,9	11,8	11,1	11,0	10,7	11,5
	8,0	11,3	10,6	10,4	10,6	12,8
	10,9	11,7	11,2	11,1	11,0	11,1
Saco de polietileno	4,9	10,9	10,0	9,9	12,6	12,1
	8,0	11,6	11,2	10,7	12,4	12,4
	10,9	11,9	11,8	11,0	12,5	12,4
Papel aluminizado “pouch”	4,9	5,1	5,0	5,5	5,8	6,1
	8,0	9,0	9,2	9,3	9,3	8,3
	10,9	11,4	11,6	11,6	11,3	10,6
Lata	4,9	5,4	5,2	5,5	6,2	6,2
	8,0	8,3	8,3	8,7	9,5	9,3
	10,9	11,1	11,5	11,1	11,2	12,0

## 4.2. Qualidade fisiológica das sementes

Na Tabela 3, encontram-se as médias e o resumo da análise de variância dos dados obtidos nos testes de germinação, primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado realizados durante o armazenamento das sementes. Para as três variáveis estudadas, houve efeitos altamente significativos ( $P < 0,0001$ ) para todos os fatores, bem como para a interação entre eles, evidenciando o efeito simultâneo destes fatores sobre a germinação e o vigor das sementes.

Na Figura 3 encontram-se os valores de germinação obtidos a cada três meses de armazenamento, para as sementes sem e com sarcotesta, com teores de água de 5, 8 e 11%, nas diferentes embalagens. Observa-se que no início do armazenamento (época 0) não houve diferença significativa na germinação das sementes sem e com sarcotesta acondicionadas com diferentes teores de água em diferentes embalagens. Aos três meses de armazenamento, em papel multifoliado e papel aluminizado, nota-se maior germinação para as sementes sem sarcotesta com teor de água de 8% em relação às sementes com sarcotesta com 11% de água, as quais não diferiram estatisticamente das demais. Aos 6 e 9 meses de armazenamento, utilizando-se como embalagem papel multifoliado, saco de polietileno e papel aluminizado verificou-se que a germinação das sementes sem e com sarcotesta foi semelhante, independente do teor de água, o que também ocorreu para as sementes acondicionadas em saco de polietileno aos três meses de armazenamento. A partir do 12º mês de armazenamento, observa-se, em geral, maior germinação para as sementes sem sarcotesta em relação às com sarcotesta, independente do teor de água e do tipo de embalagem. Althoff e Carmona (1999), aos seis meses de armazenamento, não detectaram efeitos significativos do ambiente e de diferentes embalagens na qualidade fisiológica de sementes de mamão, mas verificaram que a embalagem de papel kraft mostrou-se apropriada para a conservação das sementes por um período de dois anos à temperatura ambiente e que nas embalagens impermeáveis houve perda significativa da viabilidade a partir do 12º mês de armazenamento.



Tabela 3 – Resumo da análise de variância dos dados obtidos nos testes de germinação, primeira contagem de germinação (PC) e envelhecimento acelerado (EA) de sementes de mamão, com e sem sarcotesta, com diferentes teores de água (TA), submetidas ao armazenamento em diferentes embalagens e períodos.

FV	GL	F		
		Germinação	PC	EA
Sarcotesta (S)	1	2498,81**	6945,23**	2710,39**
Teor de água (TA)	2	42,66**	99,16**	41,77**
Embalagem (E)	3	26,08**	30,92**	19,05**
TA x S	2	20,40**	33,78**	17,66**
TA x S1	2	4,16**	6,18**	4,06**
TA x S2	2	7,76**	4,57**	4,82**
S x E	3	1,77**	24,23**	10,22**
S x E1	1	4,80**	4,34**	5,20**
S x E2	1	6,97**	7,50**	4,06**
S x E3	1	5,52**	5,28**	4,73**
S x E4	1	6,93**	5,18**	4,05**
E x TA	6	17,18**	27,85**	9,00**
E x TA1	3	9,00**	13,27**	9,07**
E x TA2	3	9,85**	19,01**	8,51**
E x TA3	3	11,77**	19,95**	9,95**
S x TA x E	6	9,88**	20,32**	19,28**
Erro (a)	72			
Período (P)	5	296,62**	231,84**	81,83**
S x P	5	104,31**	49,52**	51,77**
TA x P	10	7,23**	16,44**	2,70**
E x P	15	8,42**	12,08**	22,18**
S x TA x P	10	7,60**	8,57**	6,47**
S x E x P	15	4,93**	8,92**	10,29**
TA x E x P	30	4,40**	3,97**	5,63**
Erro (b)	390			
Média (%)	575	55,60	38,83	35,17
CV (%)		13,13	16,33	21,22

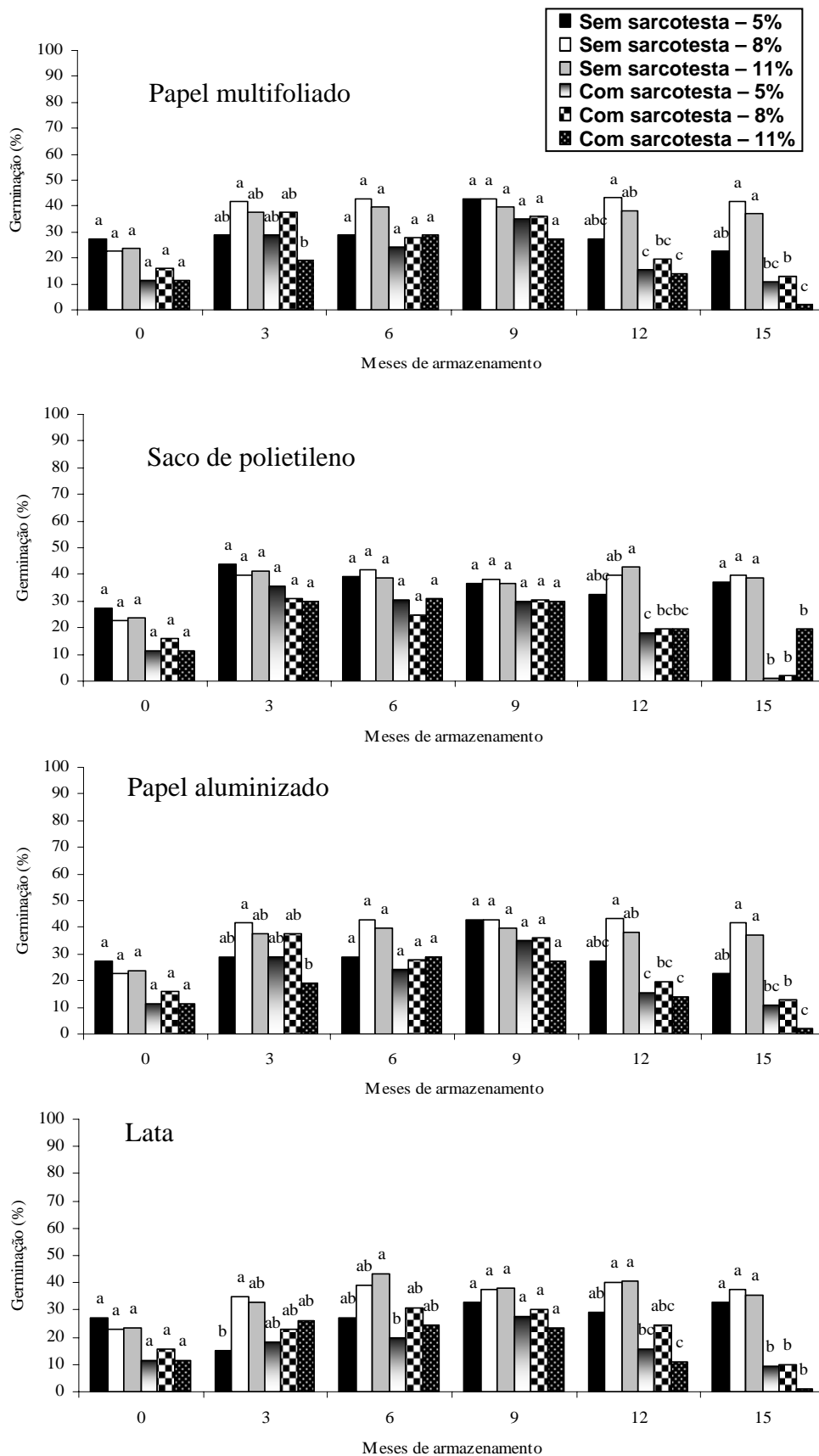


Figura 3 - Germinação (%) de sementes de mamão sem e com sarcotesta acondicionadas com 5,0; 8,0 e 11,0% de água em quatro tipos de embalagens e armazenadas por 15 meses em condição de ambiente de laboratório. Em cada época, médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

No início do armazenamento (mês 0), a velocidade de germinação das sementes, avaliada pela primeira contagem de germinação (Figura 4), foi significativamente maior para as sementes sem sarcotesta com 5, 8 e 11% de água que não diferiram apenas das sementes com sarcotesta com 8% de água.

Quando se utilizou papel multifoliado, verificou-se, em geral, aos três, seis e quinze meses de armazenamento, maior velocidade de germinação para as sementes sem sarcotesta com 5, 8% e 11% de água em relação às sementes com sarcotesta, enquanto aos 9 e 12 meses não houve diferença entre o desempenho de sementes sem e com sarcotesta acondicionadas em papel multifoliado.

Sementes sem sarcotesta acondicionadas em saco de polietileno (Figura 4) tiveram velocidade de germinação semelhante às com sarcotesta aos três e nove meses de armazenamento. Já aos 6, 12 e 15 meses, de modo geral, a velocidade de germinação das sementes com sarcotesta foi inferior, com valores próximos a zero a partir dos 12 meses.

Quando se utilizou papel aluminizado (Figura 4), em geral, aos 3, 6 e 15 meses de armazenamento verificou-se maior velocidade de germinação para as sementes sem sarcotesta com 8% de teor de água, que não diferiram significativamente das sementes com 5 e 11% de água que, por sua vez, tiveram, de modo geral, desempenho semelhante às sementes com sarcotesta. É importante ressaltar que, a partir do 12º mês de armazenamento, a velocidade de germinação das sementes com sarcotesta com 11% de água foi praticamente nula.

Sementes sem sarcotesta acondicionadas em lata tiveram, em geral, maior velocidade de germinação que sementes com sarcotesta, principalmente quando comparadas àquelas com sarcotesta com teor de água de 5%. Nota-se, a partir dos nove meses de armazenamento, uma tendência de maior velocidade de germinação para as sementes sem sarcotesta com teor de água de 8 e 11%, já que o desempenho das sementes sem sarcotesta com 5% de água foi semelhante ao das sementes com sarcotesta.

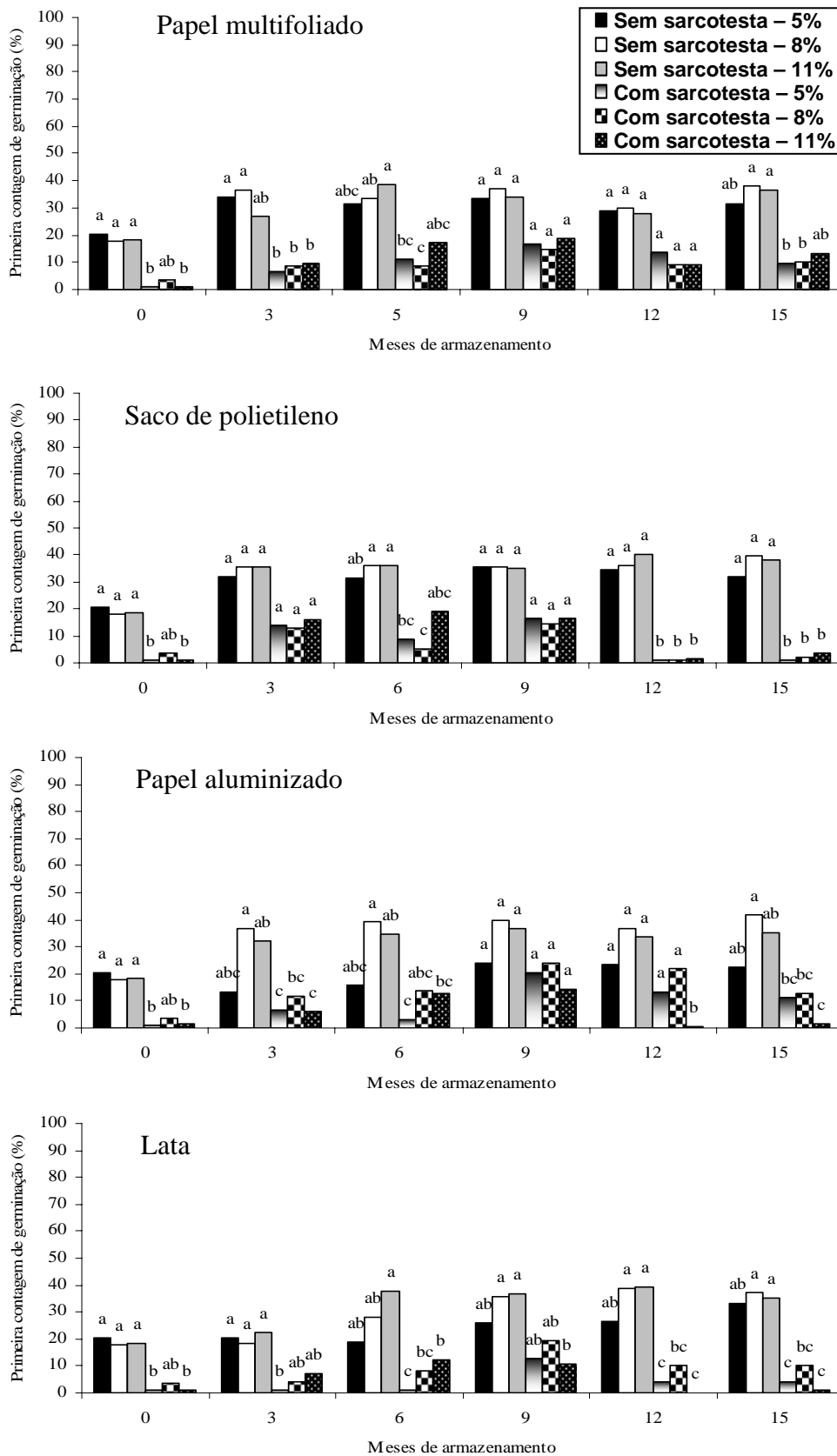


Figura 4 - Primeira contagem de germinação (%) de sementes de mamão com e sem sarcotesta acondicionadas com 5, 8 e 11% de água em quatro tipos de embalagens e armazenadas por 15 meses em condição de ambiente.

Ao se avaliar o vigor pelo teste de envelhecimento acelerado (Figura 5), verifica-se, já no início do armazenamento (mês 0) que não houve diferença significativa entre o vigor das sementes sem sarcotesta com 5, 8 e 11% de água. No entanto, é importante destacar que sementes com 5% de água tiveram desempenho semelhante às sementes com sarcotesta com 8 e 11% de água, de modo que sementes sem sarcotesta com 5% de água só foram superiores às sem sarcotesta também com 5% de água. Quando acondicionadas em papel multifoliado (Figura 5), sementes sem sarcotesta não diferiram significativamente das com sarcotesta, independente do teor de água, aos 3, 9 12 e 15 meses de armazenamento. Apenas aos 6 meses de armazenamento que sementes sem sarcotesta com 5 e 8% de água foram superiores às sem sarcotesta.

Na embalagem de polietileno, sementes sem sarcotesta, independente do seu teor de água, tiveram maior vigor do que as com sarcotesta. Já aos 6 meses, verificou-se desempenho superior apenas para as sementes sem sarcotesta com 8% de água em relação às com sarcotesta. Aos 15 meses, o vigor das sementes sem sarcotesta com 11% de água foi superior ao das sementes com sarcotesta com 5% de água (Figura 5).

Ainda na Figura 5, verifica-se na embalagem papel aluminizado que, em geral, sementes sem sarcotesta com 5 e 11% de água, aos 3 meses de armazenamento tiveram maior vigor que sementes com sarcotesta com 5% de água, enquanto que aos 6 meses, sementes sem sarcotesta com 11% de água foram superiores às com sarcotesta com 5 e 8% de água. Aos 12 meses de armazenamento, sementes sem sarcotesta com 5% de água tiveram melhor desempenho que sementes com 11% de água armazenadas com sarcotesta. Já aos 15 meses, apenas sementes com sarcotesta armazenadas com 11% de água foram significativamente inferiores às demais. Em geral, sementes sem sarcotesta com 5, 8 e 11% de água não diferiram entre si durante todo o período de armazenamento, o que também foi observado nas demais embalagens.

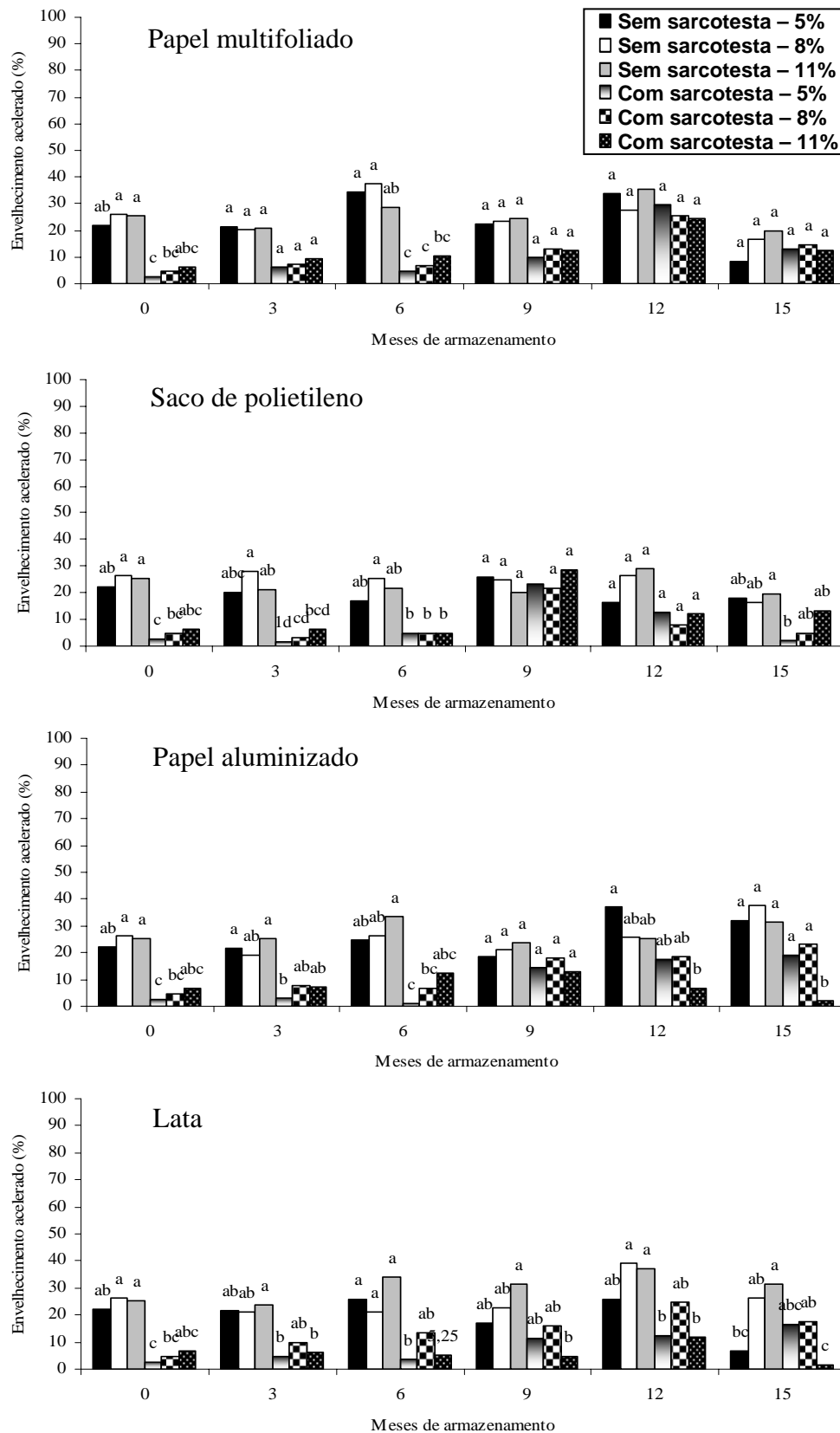


Figura 5 - Germinação após o envelhecimento acelerado (%) de sementes de mamão com e sem sarcotesta acondicionadas com 5, 8 e 11% de água em quatro tipos de embalagens e armazenadas por 15 meses em condição de ambiente de laboratório.

Quando as sementes foram acondicionadas em lata (Figura 5), aos três meses de armazenamento, verificou-se que sementes sem sarcotesta com 11% de água tiveram maior vigor que as sementes com sarcotesta com 5 e 11% de água, não ocorrendo diferença significativa no vigor das sementes com sarcotesta com 5, 8 e 11% de água, o que também foi constatado aos 6, 9 e 12 meses de armazenamento. Apenas no 15º mês de armazenamento é que sementes sem sarcotesta diferiram quanto ao teor de água, com maior vigor para as sementes com 11% de água em relação àquelas com 5% de água. Nota-se, nesta época (15º mês), para as sementes com sarcotesta, menor vigor para aquelas armazenadas com 11% de água, o que não havia sido constatado nas demais épocas, onde não houve diferença significativa no vigor das sementes armazenadas com sarcotesta com diferentes teores de água.

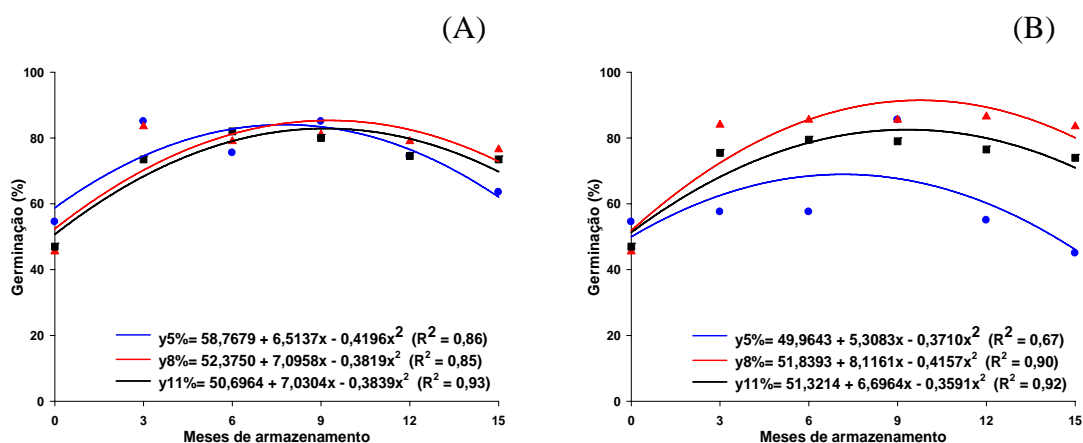
Uma análise geral dos resultados obtidos durante todo o período experimental permite afirmar que a remoção da sarcotesta das sementes foi benéfica à germinação e ao vigor (Tabela 4), uma vez que durante todo o período de armazenamento sementes sem sarcotesta tiveram desempenho superior às com sarcotesta. Diversos autores têm relatado que a sarcotesta pode impedir ou atrasar a germinação devido à presença de inibidores (Gherardi e Valio, 1976; Reyes et al., 1980; Manica, 1982; Chow e Lin, 1991). Sendo assim, alguns trabalhos têm mostrado que a redução do tempo médio de germinação pode ser obtida pela simples remoção da sarcotesta das sementes (Pérez et al., 1980; Gherardi e Valio, 1976).

Tabela 4 – Plântulas normais (%) obtidas nos testes de germinação, primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado de sementes de mamão, híbrido Tainung 01, sem e com sarcotesta, durante o armazenamento por 15 meses em condição de ambiente de laboratório.

Tratamento	Germinação (%)	PC (%)	EA (%)
sem sarcotesta	70 a	60 a	50 a
com sarcotesta	41 b	17 b	20 b
CV (%)	13,13	16,32	21,22

Médias seguidas por letras iguais, em cada coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Figura 6 observam-se as porcentagens de germinação obtidas para as sementes sem sarcotesta, acondicionadas com diferentes graus de umidade em diferentes embalagens, durante o armazenamento. Verificou-se que as sementes acondicionadas com 5, 8 e 11% de água em sacos de papel multifoliado (Figura 6A) apresentaram comportamento semelhante durante os 15 meses de armazenamento, quando foram observados os valores máximos de 84, 85 e 83 % de germinação, aos 7,8, 9,3 e 9,1 meses de armazenamento para sementes com 5, 8 e 11% de água respectivamente, ocorrendo redução a partir daí. Martins et al. (2005) observaram, aos seis meses de armazenamento, decréscimo na germinação e no vigor de sementes de mamão acondicionadas em embalagem permeável e mantidas em condição de ambiente. O aumento da germinação das sementes a partir do início do armazenamento até seus respectivos valores máximos (Figura 6A) pode ser atribuído à superação da dormência pós-colheita. Existem controvérsias quanto à ocorrência de dormência pós-colheita em sementes de mamão. Singh e Singh (1981) e Santos et al. (1999) constataram germinação máxima em sementes de mamão recém-colhidas, mas a qualidade decresceu rapidamente durante o armazenamento. Por outro lado, Yahiro e Oryoji (1980) e Viggiano et al. (2000a) verificaram baixa percentagem de germinação nas sementes devido à dormência pós-colheita, o que





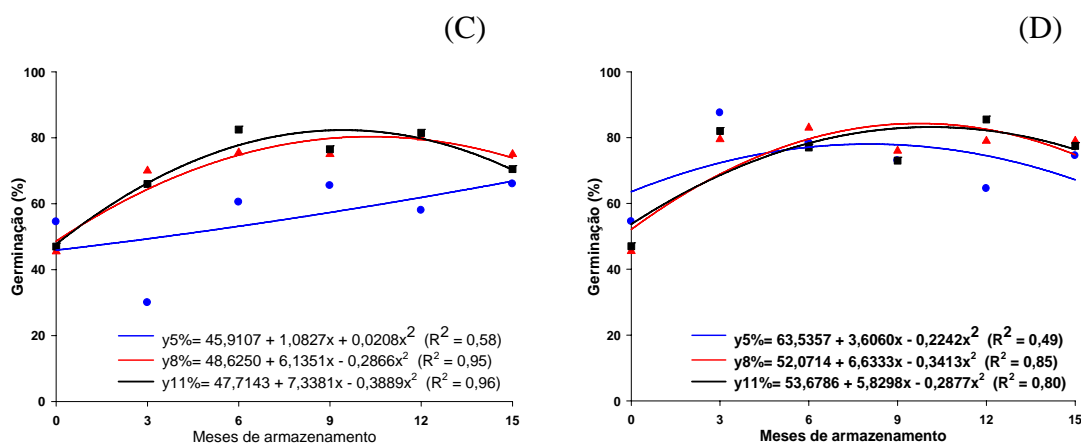


Figura 6 – Estimativa da germinação (%) de sementes de mamão, sem sarcotesta, acondicionadas com teores de água de 5% (●), 8% (▲) e 11% (■) em papel multifoliado (A), saco de polietileno (B), papel aluminizado (C) e lata (D) e armazenadas por 15 meses em condição de ambiente de laboratório.

também foi confirmado por Aroucha et al. (2004) em sementes da cv. Golden e do híbrido Tainung 01, independente do estágio de maturação do fruto, sendo necessário um período de 8 a 16 meses de armazenamento, respectivamente, para se obter cerca de 80% de germinação. Os autores constataram ainda que as sementes do híbrido Tainung 01 tinham dormência mais intensa. Por sua vez, Viggiano et al. (2000) observaram que sementes embaladas em papel multifoliado apresentaram apenas 9% de germinação no início do armazenamento, devido à dormência, que foi superada a partir do segundo mês de armazenamento, quando os valores de germinação atingiram 62%; a partir do quarto mês de armazenamento, houve redução significativa na germinação.

É importante ressaltar que na embalagem de papel multifoliado, classificada como permeável, houve trocas de vapor d'água entre as sementes e o ambiente, o que pode ser constatado pelos dados da Tabela 1. Observa-se que as sementes com teor de água inicial de 5%, acondicionadas nesta embalagem, apresentaram 9% de água no terceiro mês de armazenamento, mantendo valores próximos a esse até o final do período de armazenamento, o que também ocorreu com as sementes

com teor de água inicial de 8% em embalagem permeável. Este tipo de embalagem foi apropriado para a conservação das sementes de mamão, por dois anos, em condição ambiente de Brasília-DF (Althoff e Carmona, 1999).

Quando acondicionadas em embalagem de polietileno (Figura 6B), a germinação inicial (mês 0) das sementes sem sarcotesta foi semelhante para os três teores de água, ocorrendo aumento até os 9,8 e 9,3 meses de armazenamento, com valores máximos de germinação de 91,5 e 82,5 % nas sementes com 8 e 11% de água respectivamente, verificando-se redução nos valores de germinação a partir daí. Nota-se que sementes com 5% de água exibiram redução na germinação um pouco antes, ou seja, a partir do 7,1 meses de armazenamento. Estas sementes apresentaram menor germinação do que aquelas com 8 e 11% de água praticamente durante todo o período de armazenagem. Já as sementes com teor de água de 8 e 11% apresentaram comportamento semelhante durante todo o período de armazenamento, mantendo valores de 80 e 71% respectivamente, ao final do armazenamento (15 meses), enquanto sementes com 5% de água apresentaram germinação de 46%. Embora utilizando o armazenamento em geladeira (8 a 10°C), Araújo et al. (2005) obtiveram resultados semelhantes com sementes de mamão grupo Solo, cv. Golden, acondicionadas em embalagem de polietileno.

Nota-se ainda, pela Tabela 1, que na embalagem de polietileno, conforme já comentado para as sementes acondicionadas em papel multifoliado, houve alteração no teor de água das sementes com o decorrer do armazenamento, especialmente nas sementes com 5% de água, o que pode ter contribuído para a redução da germinação destas sementes ao longo do armazenamento, devido ao aumento na atividade respiratória.

Sementes sem sarcotesta acondicionadas com 5% de água apresentaram aumento linear na germinação ao longo do armazenamento quando acondicionadas em embalagens de papel aluminizado ('pouch'), exibindo valores inferiores aos observados naquelas armazenadas com 8 e 11% de água até o 12º mês (Figura 6C); ao final do armazenamento (15º mês) a germinação das sementes foi semelhante, independente do

teor de água. Já as sementes com 8 e 11% de água apresentaram germinação crescente até o 10,7 e 9,4 meses de armazenamento, com valores máximos de 81,5 e 82,3 % de germinação respectivamente, verificando-se redução nos valores de germinação a partir daí, semelhantemente ao que foi observado para as sementes acondicionadas em papel multifoliado (figura 6A) e em lata (Figura 6D). Em lata, sementes com 5% de água tiveram germinação superior às sementes com 8 e 11% de água até o sexto mês. A partir do 8 mês, houve redução na germinação das sementes com 5% de água, o que não ocorreu para as sementes com 8 e 11% de água, cuja germinação aumentou até o 9,7 e 10,1 meses respectivamente, verificando-se redução a partir daí. Viggiano et al. (2000) constataram que sementes de mamão com 11,3% de água acondicionadas em embalagem de alumínio flexível ('pouch') apresentaram queda significativa na germinação a partir do quarto mês de armazenamento em condição de ambiente. Já sementes com 7,2% e 9,3% de água, acondicionadas nestas embalagens, conservaram-se melhor.

Para Toole (1956) e Carvalho e Nakagawa (2000), sementes armazenadas em embalagens impermeáveis devem ser secas a níveis mais baixos de umidade, pois nestas condições, a atividade respiratória é reduzida e, conseqüentemente, a deterioração é mais lenta. O teor de água das sementes para o acondicionamento em embalagens impermeáveis deve oscilar entre 5% e 9% (Carvalho e Nakagawa, 2000). No presente trabalho, sementes com 8 e 11% de água, em embalagem impermeável, tiveram melhor conservação durante o armazenamento quando comparadas às sementes com teor de água de 5% (Figura 6D). Neste caso, a redução do teor de água das sementes para 5% pode ter ocasionado injúrias às sementes com reflexos na sua qualidade fisiológica e no seu potencial de armazenamento. Sementes de mamão toleram a dessecação até 5% de água sem perda do poder germinativo; porém, não suportam baixas temperaturas (5°C e -18°C) durante o armazenamento (Althoff e Carmona, 1999). Por outro lado, Santos et al. (1999) obtiveram melhor conservação quando sementes com 7% de água foram mantidas em refrigerador (2 a 5°C), independente da embalagem utilizada.

Na Figura 7 encontram-se os valores médios obtidos na primeira contagem do teste de germinação das sementes sem sarcotesta durante o armazenamento. Segundo Nakagawa (1999) este teste pode ser utilizado para se obter informações sobre a velocidade de germinação das sementes de um lote, sendo um indicativo do vigor. Verifica-se para a embalagem papel multifoliado (Figura 7A) comportamento semelhante ao constatado no teste de germinação (Figura 6A) para os três teores de água testados, ou seja, aumento dos valores até os 9,3, 10,4 e 10,6 meses de armazenamento, para sementes com 5, 8 e 11% de água respectivamente, o que pode ser atribuído à superação da dormência pós-

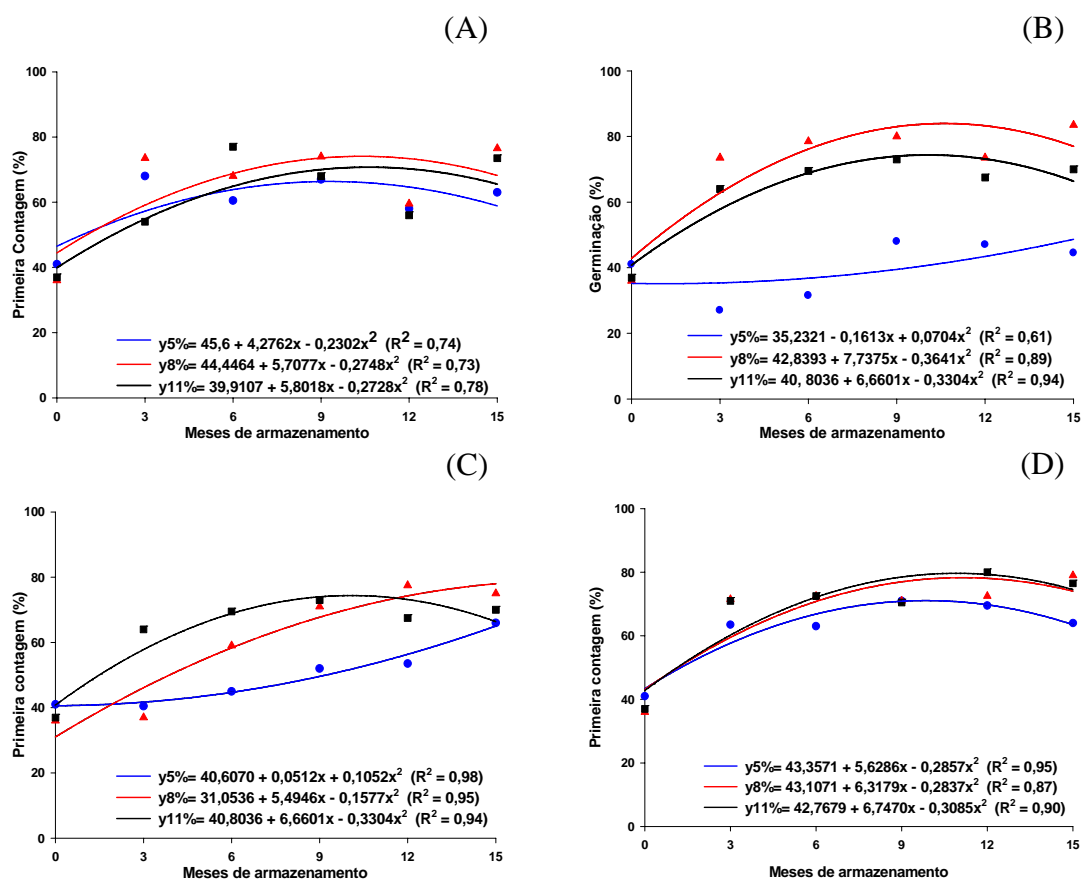


Figura 7 – Estimativa da primeira contagem de germinação (%) de sementes de mamão, sem sarcotesta, acondicionadas com teores de água de 5% (—), 8% (—) e 11% (—) em papel multifoliado (A), saco de polietileno (B), papel aluminizado (C) e lata (D) e armazenadas em condição de ambiente por 15 meses.

colheita. Os resultados da primeira contagem de germinação (Figura 7B) das sementes sem sarcotesta acondicionadas em polietileno também foram semelhantes aos de germinação (Figura 6B), com melhor desempenho para as sementes com 8% de água, seguida pelas sementes com 11% de água, que por sua vez, foram superiores às sementes com 5% de água, durante todo o armazenamento. Nota-se que a velocidade de germinação das sementes com 8 e 11% de água aumentou até o décimo mês, sofrendo redução a partir daí, enquanto nas sementes com 5% de água os valores obtidos durante todo o armazenamento foram semelhantes, ocorrendo um ligeiro aumento no 15<sup>o</sup> mês. Segundo Viggiano et al. (2000), o baixo vigor das sementes de mamão, avaliado pela primeira contagem de germinação, foi atribuído à dormência. Estes autores também relataram aumento significativo no vigor das sementes a partir do segundo mês de armazenamento, atribuindo este comportamento à superação da dormência.

Na embalagem de papel aluminizado (Figura 7C), verifica-se melhor desempenho para as sementes com 11% de água com valores crescentes até o décimo mês de armazenamento, ocorrendo redução a partir daí. Já nas sementes com 8% de água houve aumento linear da velocidade de germinação até o final do armazenamento, devido à redução gradativa da dormência destas sementes, conforme já comentado anteriormente. Também nas sementes com 5% de água a velocidade de germinação foi crescente, principalmente a partir do 3<sup>o</sup> mês de armazenamento, embora os valores observados durante os 12 meses de armazenamento tenham sido inferiores aos obtidos para as demais sementes (8 e 11%), comportamento este similar ao verificado no teste de germinação (Figura 6C).

O comportamento verificado no teste de primeira contagem para as sementes acondicionadas em lata (Figura 7D) foi semelhante ao constatado no teste de germinação (Figura 6D) para os três teores de água testados. A velocidade de germinação aumentou gradativamente até o nono mês, ocorrendo redução mais nítida a partir do 12<sup>o</sup> mês.

Os resultados obtidos no teste de envelhecimento acelerado das sementes sem sarcotesta encontram-se na Figura 8. Na embalagem

papel multifoliado (Figura 8A), verifica-se que o vigor das sementes com 5, 8 e 11% de água foi semelhante até os 12 meses de armazenamento, mantendo-se entre 40 e 50%. A partir daí, houve redução no vigor, principalmente, para as sementes com teor de água de 5 e 8%. Portanto, em embalagem permeável, melhor conservação foi observada para as sementes armazenadas com 11% de água, que mantiveram ao final do período, vigor semelhante ao constatado no início do armazenamento. É importante ressaltar que os coeficientes de regressão obtidos nesta condição foram relativamente baixos. Pelos resultados de germinação (Figura 6A) e de primeira contagem de germinação (Figura 7A) não houve diferença na qualidade fisiológica das sementes com 5, 8 e 11% de água.

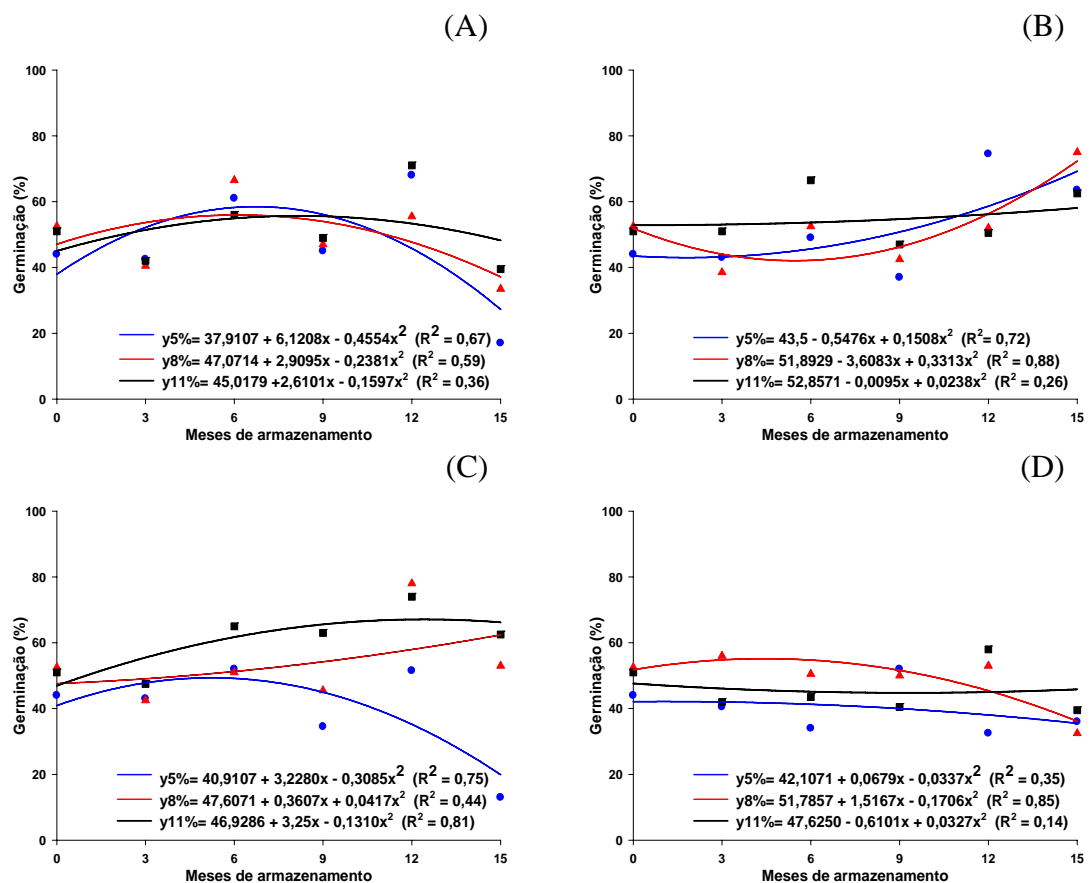


Figura 8 – Estimativa de germinação (%) após o envelhecimento acelerado de sementes de mamão, sem sarcotesta, acondicionadas com teores de água de 5% (—), 8% (—) e 11% (—) em papel multifoliado (A), saco de polietileno (B), papel aluminizado (C) e lata (D) e armazenadas em condição de ambiente por 15 meses.

O vigor das sementes sem sarcotesta acondicionadas com 11% de água em embalagem de polietileno (Figura 8B) praticamente não sofreu alterações durante o armazenamento, embora o coeficiente de determinação obtido tenha sido bastante reduzido ( $R^2=0,26$ ). Nesta embalagem, o vigor das sementes com 5 e 8% de água aumentou após 9 meses de armazenamento, o que pode ser devido à superação da dormência das sementes, atingindo valores máximos no 15º mês, comportamento este totalmente diferente ao observado nos testes de germinação (Figura 6B) e primeira contagem (Figura 7B). Já em papel aluminizado (Figura 8C), as sementes com 5% de água apresentaram redução acentuada do vigor a partir do nono mês de armazenamento, enquanto para sementes com 8 e 11% de água foi observado aumento no vigor com o decorrer do armazenamento, sendo que o vigor inicial que era de cerca de 50% foi elevado para aproximadamente 60% aos 15 meses de armazenamento, comportamento este semelhante ao constatado na primeira contagem de germinação (Figura 7C). Quando acondicionadas em lata (Figura 8D), menor e maior vigor foram observados para as sementes com 5% e 8% de água, respectivamente. O vigor destas sementes decresceu ao longo do armazenamento, obtendo-se os menores valores no 15º mês, diferentemente do que foi observado nos testes de germinação (Figura 6D) e primeira contagem (Figura 7D), onde houve melhoria do desempenho das sementes com o decorrer do armazenamento, o que foi atribuído à quebra da dormência pós-colheita.

Na Figura 9 encontram-se os valores de germinação obtidos para as sementes armazenadas com sarcotesta, com diferentes teores de água em diferentes embalagens. Observa-se que, independente do teor de água inicial, a germinação no início do armazenamento foi inferior a 40%, o que pode ser atribuído à presença da sarcotesta, já que sementes sem sarcotesta (Figura 6, Tabela 4) tiveram germinação superior. Para alguns autores, a presença da sarcotesta, material mucilaginoso que envolve a semente, pode resultar em germinação lenta e desuniforme (Schmidt et al., 1993). No entanto, não há consenso sobre os efeitos da remoção da sarcotesta na germinação e no vigor das sementes de mamão (Pérez et al., 1980; Reyes et al., 1980). Para Reyes et al. (1980) e

Chow e Lin (1991), a sarcotesta pode impedir a germinação devido à presença de inibidores, enquanto Viggiano et al. (2000a) observaram dormência em sementes desprovidas de sarcotesta. A falta de sincronismo na germinação destas sementes pode ser atribuída à presença de compostos inibidores principalmente compostos fenólicos, presentes na sarcotesta e esclerotesta (Reyes et al., 1980 e Chow e Lin, 1991). Segundo Gherardi e Valio (1976) e Manica (1982), tanto na sarcotesta como na esclerotesta existem substâncias inibidoras, que ainda não foram completamente identificadas pela pesquisa, as quais são, provavelmente, responsáveis pelo controle da germinação das sementes.

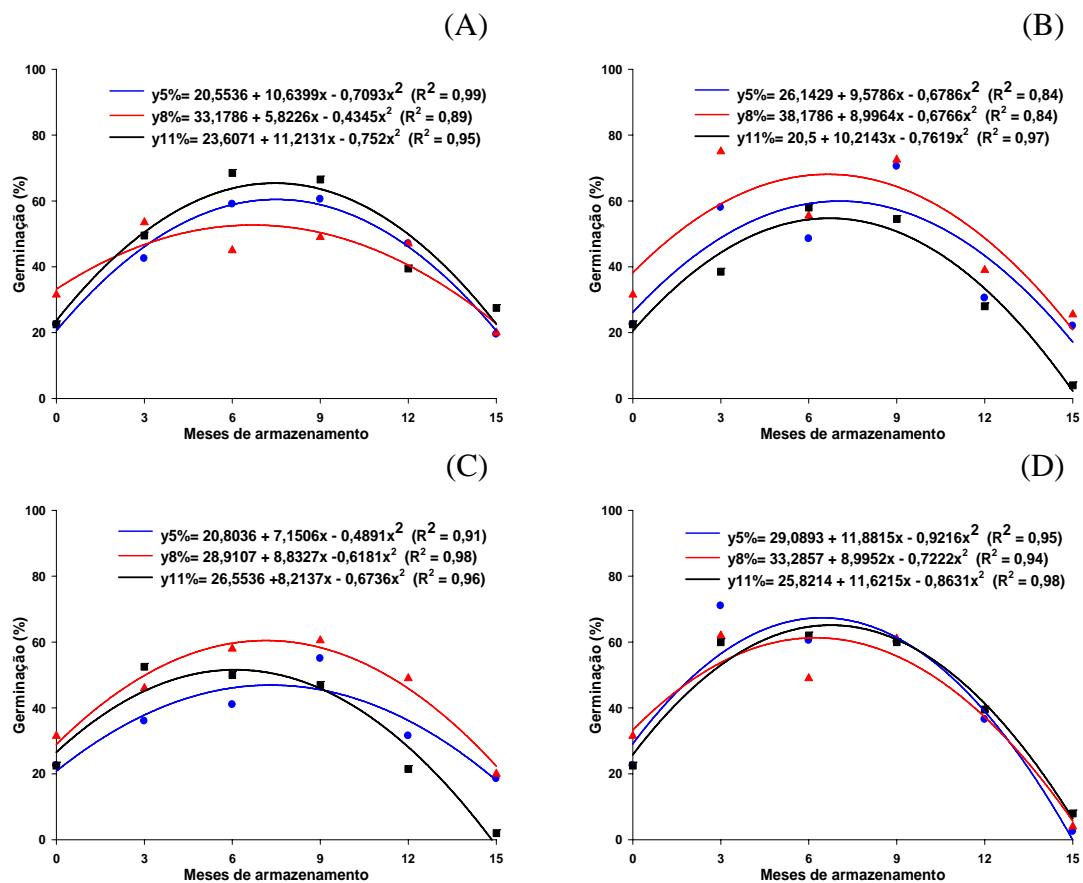


Figura 9 – Estimativa da germinação (%) de sementes de mamão, com sarcotesta, acondicionadas com teores de água de 5% (—), 8% (—) e 11% (—) em papel multifoliado (A), saco de polietileno (B), papel aluminizado (C) e lata (D) e armazenadas em condição de ambiente por 15 meses.



Verifica-se, para as sementes acondicionadas em papel multifoliado (Figura 9A), que houve aumento da capacidade de germinação até o 7,5, 6,7 e 7,4 meses de armazenamento, apresentando germinação máxima de 60, 58 e 65%, para sementes com 5, 8 e 11% de água respectivamente, decrescendo a partir daí. Nota-se ainda que maior germinação foi obtida para as sementes com teores de água de 5% e 11% quando comparadas àquelas com 8%, diferença esta que desapareceu no 15º mês de armazenamento, quando os valores de germinação foram semelhantes, independente do teor de água das sementes. O aumento da germinação observado pode ser atribuído à superação da dormência pós-colheita das sementes. A partir da máxima germinação observa-se que o processo de deterioração já se acentua, obtendo-se valores próximos a 20% de germinação aos 15 meses de armazenamento.

Quando as sementes foram acondicionadas em saco de polietileno (Figura 9B), a germinação foi semelhante durante todo o período de armazenamento, independente do teor de água das sementes, verificando-se aumento da germinação até o sétimo mês, com redução expressiva a partir do nono mês de armazenamento, sendo praticamente nula aos 15 meses. Nota-se, portanto, ao final do período de armazenamento, que o processo de deterioração nas sementes com sarcotesta foi bem mais acentuado em comparação ao constatado para as sementes sem sarcotesta no mesmo tipo de embalagem (Figura 6B). Provavelmente, a presença da sarcotesta pode ter restringido as trocas gasosas entre a semente e o ambiente ou afetado o processo respiratório das sementes. Segundo Daí et al. (2007) na sarcotesta e esclerotesta das sementes de mamão existem compostos fenólicos que retêm o O<sub>2</sub> impedindo ou restringindo a germinação. Na literatura são escassas as informações sobre o comportamento de sementes de mamão com sarcotesta no armazenamento. A maioria dos estudos avalia os efeitos da presença da sarcotesta na germinação e emergência das plântulas, havendo diversos relatos sobre os efeitos negativos desta estrutura na velocidade de germinação (Reyes et al., 1980; Chow e Lin, 1991).

Sementes com sarcotesta e teor de água de 8% acondicionadas em papel aluminizado (Figura 9C) tiveram maior germinação (60,5%), enquanto menores valores (51,6%) foram observados para as sementes com 11% de água, durante todo o período de armazenamento. Em geral, observa-se, que houve aumento gradativo da germinação até o 7,3, 7,1 e 6,1 mês de armazenamento, para os três teores de água testados respectivamente, com redução acentuada a partir deste ponto, sendo que nas sementes com 11% de água a germinação foi praticamente nula no 15º mês, o que não ocorreu nas sementes armazenadas sem sarcotesta. Embora o teor de água de 11% possa ser considerado alto para o armazenamento em embalagens impermeáveis, sendo suficiente para ativar a respiração da semente, acelerando o processo de deterioração, pode-se afirmar que este fator não foi decisivo para a redução da qualidade das sementes de mamão, uma vez que sementes sem sarcotesta tiveram sua viabilidade preservada mesmo quando acondicionadas com 11% de água em embalagens impermeáveis. Sementes de cebola com umidade inicial de 11% acondicionadas em embalagem impermeável perderam completamente a viabilidade após seis meses de armazenamento (Harrington, 1963). Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), durante a respiração a semente libera água de constituição, o que contribui para aumentar a umidade relativa do ar no interior da embalagem.

A germinação das sementes com sarcotesta acondicionadas em latas (Figura 9D) foi semelhante durante todo o período de armazenamento independentemente do teor de água, ocorrendo aumento da germinação até o sexto mês e redução acentuada a partir do nono mês de armazenamento, atingindo valores próximos a (5,0%) no 15º mês.

Os valores de primeira contagem de germinação das sementes com sarcotesta acondicionadas em papel multifoliado foram semelhantes para os três teores de água (Figura 10A), acompanhando o comportamento verificado no teste de germinação (Figura 9A). Nota-se melhor desempenho para as sementes com 11% de água em relação às sementes com 5 e 8% de água. Em geral, a velocidade de germinação aumentou até o nono mês, ocorrendo, em seguida, redução; este

comportamento também foi constatado nas embalagens polietileno e papel aluminizado (Figuras 10B e 10C, respectivamente). Nessas embalagens, sementes com 8% de água tiveram maior velocidade de germinação quando comparadas àquelas com 5 e 11%, à semelhança do que foi observado no teste de germinação (Figuras 9B e 9C, respectivamente). Em lata (Figura 10D), sementes com 11% de água tiveram maior velocidade de germinação que as sementes com 5 e 8% de água, diferença esta que não foi constatada na germinação (Figura 9D). Neste caso, a velocidade de germinação das sementes foi crescente até o sexto mês de armazenamento, com redução a partir daí, obtendo-se valores nulos no 15º mês, o que também foi observado em polietileno (Figura 10B) e em papel aluminizado (Figura 10C). Portanto, avaliando-se os resultados da primeira contagem de germinação das sementes com sarcotesta com 5, 8 e 11% de água, pode-se afirmar que apenas em papel multifoliado é que não houve redução drástica da velocidade de germinação com obtenção de valores próximos a zero.

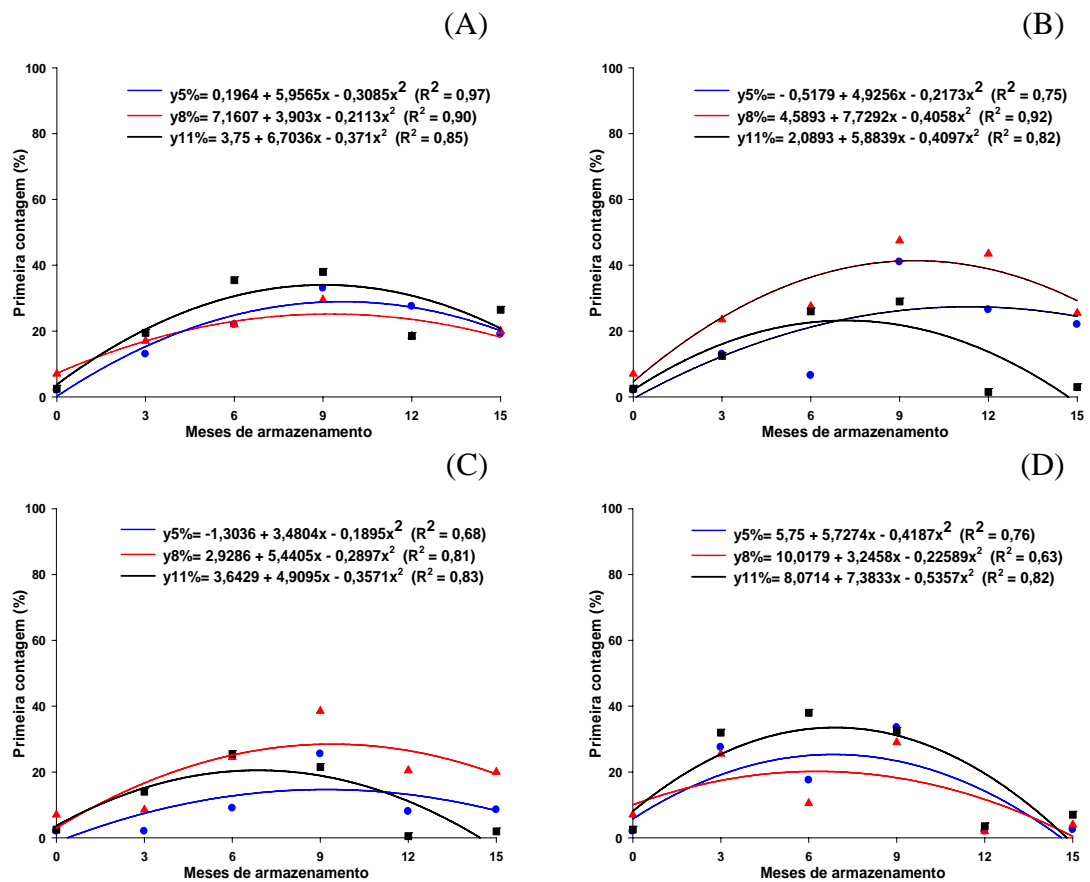


Figura 10 – Estimativa da primeira contagem de germinação (%) de sementes de mamão, com sarcotesta, acondicionadas com teores de água de 5% (—), 8% (—) e 11% (—) em papel multifoliado (A), saco de polietileno (B), papel aluminizado (C) e lata (D) e armazenadas em condição de ambiente por 15 meses.

Na Figura 11 encontram-se os resultados do teste de envelhecimento acelerado das sementes com sarcotesta. Para os três teores de água testados, o vigor inicial das sementes foi inferior a 20%, ocorrendo, em geral, um aumento com o decorrer do armazenamento. O vigor das sementes acondicionadas em papel multifoliado aumentou ao longo do armazenamento até o 15º mês (Figura 11A), não havendo diferenças entre o vigor das sementes com 5, 8 e 11% de água. Quando acondicionadas em polietileno (Figura 11B), sementes com 11% de água exibiram aumento no vigor até o sexto mês de armazenamento, decrescendo em seguida, atingindo valor próximo a zero aos 15 meses, comportamento este semelhante ao verificado na primeira contagem de

germinação (Figura 10B). Já o vigor das sementes com 5 e 8% de água aumentou ao longo do armazenamento atingindo valores máximos no 15º mês, contrariando os resultados de germinação (Figura 9B) e primeira contagem (Figura 10B). Viggiano et al. (2000) observaram que sementes de mamão exibiram aumento significativo no vigor, avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado, a partir do segundo mês de armazenamento, valores que se mantiveram inalterados até o final do armazenamento (oito meses).

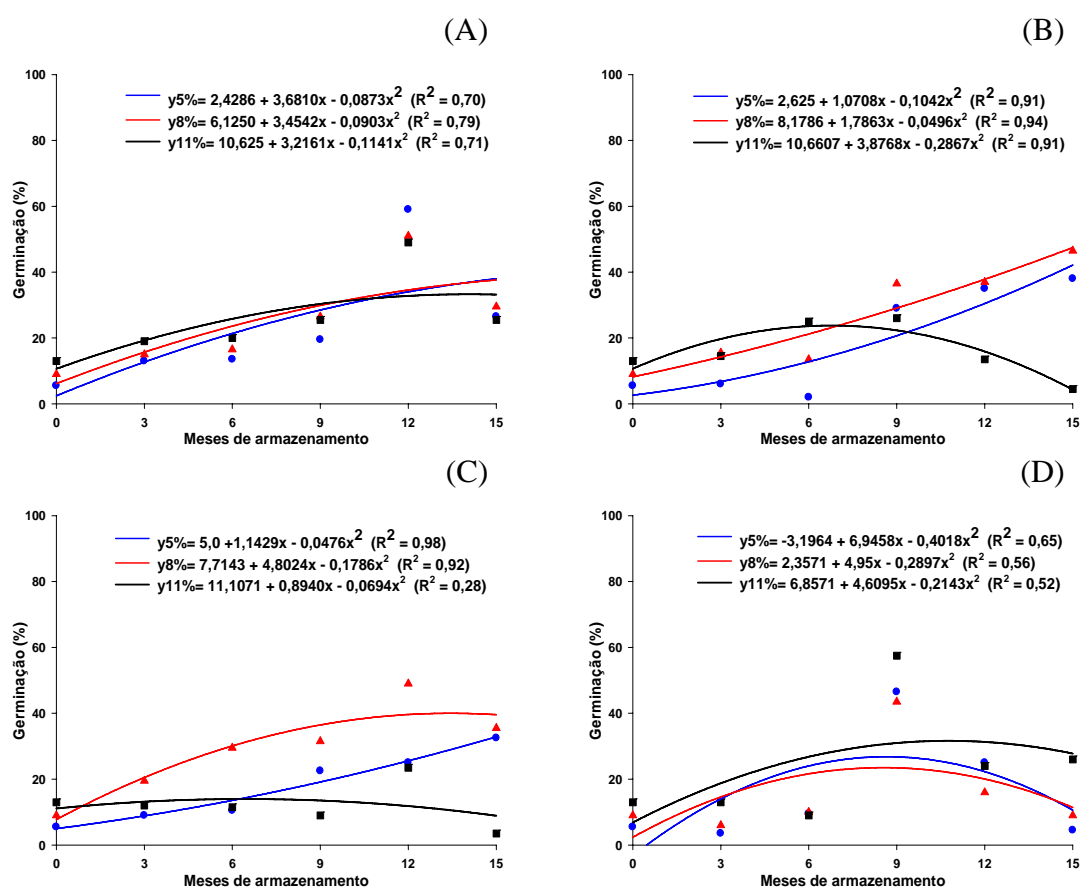


Figura 11 – Estimativa da germinação (%) após o envelhecimento acelerado de sementes de mamão, com sarcotesta, acondicionadas com teores de água de 5% (—), 8% (—) e 11% (—) em papel multifoliado (A), saco de polietileno (B), papel aluminizado (C) e lata (D) e armazenadas em condição de ambiente por 15 meses.

Na embalagem papel aluminizado (Figura 11C) houve melhoria do desempenho das sementes com 5 e 8% de água ao longo do

armazenamento, o que não ocorreu com as sementes com 11% de água, cujo vigor decresceu linearmente até o 15º mês. Não se pode afirmar que o teor de água de 11% pode ter sido relativamente alto para o armazenamento das sementes de mamão em embalagem impermeável, uma vez que, em lata (Figura 11D), verificou-se aumento gradativo do vigor durante o armazenamento das sementes até o 12º mês, com redução a partir daí. Comportamento semelhante foi constatado para as sementes com 5 e 8% de água, sendo que nestas a redução do vigor foi mais acentuada. Estes resultados foram, em geral, similares aos observados na primeira contagem de germinação (Figura 10D).

Uma análise geral durante todo período de armazenamento, permite constatar maior germinação e vigor, avaliado pela primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado, para as sementes sem sarcotesta quando comparadas às com sarcotesta, independente do teor de água da semente e do tipo de embalagem utilizada para o armazenamento (Tabelas 5 e 6), nota-se ainda que sementes com sarcotesta não diferiram quanto à germinação quando armazenadas com teor de água de 5%, 8% e 11%. Já o vigor das sementes com sarcotesta com 8% de água foi superior ao das sementes armazenadas com 5% de água, tanto pelo teste de envelhecimento acelerado como pela primeira contagem de germinação. Provavelmente, a redução do teor de água das sementes para valores próximos a 5% pode ter ocasionado alguma injúria às sementes.

Tabela 5 – Plântulas normais (%) obtidas nos testes de germinação, primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado de sementes de mamão, sem e com sarcotesta, armazenadas com teores de água de 5, 8 e 11%, por 15 meses, em condição de ambiente.

Tratamento	Teor de água da semente (%)			CV(%)
	5%	8%	11%	
	Germinação (%)			
sem sarcotesta	64 Ba	74 Aa	72 Aa	20,46
com sarcotesta	40 Ab	44 Ab	39 Ab	48,05
CV (%)	34,25	27,52	31,48	
	Primeira contagem de germinação (%)			
sem sarcotesta	52 Ba	66 Aa	62 Aa	25,72
com sarcotesta	15 Bb	20 Ab	16 ABb	78,50
CV (%)	40,36	35,90	36,46	
	Envelhecimento acelerado (%)			
sem sarcotesta	44 Ba	51 Aa	56 Aa	27,32
com sarcotesta	18 Bb	22 Ab	19 ABb	72,43
CV (%)	50,02	37,50	34,83	

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6 – Plântulas normais (%) obtidas nos testes de germinação, primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado de sementes de mamão, sem e com sarcotesta, armazenadas em diferentes tipos de embalagens por 15 meses, em condição de ambiente.

Tratamento	Tipo de Embalagem				CV (%)
	Papel multifoliado	Saco polietileno	Papel aluminizado	Lata	
o					
Germinação (%)					
sem sarcotesta	72 Aa	73 Aa	70 Aba	65 Ba	20,87
com sarcotesta	42 Ab	42 Ab	42 Ab	37 Ab	48,13
CV (%)	26,76	32,34	33,31	32,32	
Primeira contagem de germinação (%)					
sem sarcotesta	62 ABa	66 Aa	58 BCa	56 Ca	26,84
com sarcotesta	20 Ab	15 ABb	10 ABb	13 Bb	77,10
CV (%)	31,80	35,15	43,97	41,53	
Envelhecimento acelerado (%)					
sem sarcotesta	50 Aa	44 Aa	52 Aa	52 Aa	27,69
com sarcotesta	24 Ab	18 Ab	20 Ab	19 Ab	72,65
CV (%)	41,76	42,99	37,38	41,51	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ellis et al. (1991) classificaram as sementes de mamão como intermediárias, quanto ao comportamento no armazenamento, uma vez que exibiram sinais de sensibilidade à dessecação quando secas a teores de água inferiores a 8% e por sofrerem injúria a baixa temperatura (0 ou -20°C). Entretanto, Magill et al. (1994) verificaram que alguns lotes sobreviveram à dessecação a 5% de água. Também Althoff e Carmona (1999) afirmaram que sementes de mamão toleram a dessecação até 5% de água, sem perda do poder germinativo. Ellis et al. (1991) verificaram que sementes armazenadas com 7,9 a 9,4% de água, a 15°C, mantiveram a germinação original (89%) por 12 meses. Por outro lado, quando armazenadas a 0 e -20°C ou quando secas até 4,2 a 5,3% de água houve rápida perda de viabilidade, resultados estes compatíveis com um comportamento intermediário entre o ortodoxo e o recalcitrante.

Comportamento semelhante foi observado para as sementes sem sarcotesta armazenadas com teor de água de 5%, que além de redução na germinação também apresentaram queda significativa no vigor em



comparação às sementes com 8% e 11% de água que não diferiram entre si (Tabela 5). Portanto, a redução do teor de água das sementes interferiu na sua qualidade fisiológica, provavelmente devido à sensibilidade à dessecação relatada por Ellis et al. (1991).

Ao se comparar a qualidade das sementes acondicionadas nas diferentes embalagens durante o período de armazenamento (Tabela 6), observa-se, em geral, melhor germinação para as sementes sem sarcotesta acondicionadas em papel multifoliado e em saco plástico, e menor germinação quando se utilizou lata. Resultados semelhantes foram obtidos na primeira contagem de germinação, o que não foi constatado no teste de envelhecimento acelerado, onde não houve diferença significativa entre o vigor das sementes acondicionadas nas diferentes embalagens.

Na Tabela 7 verifica-se que não houve diferença na qualidade fisiológica das sementes com 8% e 11% de água acondicionadas nas diferentes embalagens. Verificou-se menor germinação para sementes com 5% de água acondicionadas em lata, que não diferiram significativamente daquelas acondicionadas também com 5% de água em embalagem de papel aluminizado. Nota-se, para este teor de água, que maiores valores de germinação foram obtidos nas embalagens papel multifoliado e saco de polietileno. Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), as embalagens de papel são classificadas como permeáveis à umidade, permitindo livre troca de vapor de água entre as sementes e o ambiente, enquanto materiais como o polietileno são semipermeáveis, permitindo alguma troca de vapor de água. É importante ressaltar que tanto o papel multifoliado como o polietileno, permitiram trocas gasosas entre as sementes e o ambiente, o que pode ser comprovado pelos graus de umidade atingidos (cerca de 9,0%) pelas sementes já no terceiro mês de armazenamento (Tabela 1), o que não ocorreu quando foram utilizados papel aluminizado e lata.

Essas embalagens, consideradas à prova de umidade, apesar de terem restringido as trocas gasosas entre as sementes e o ambiente (Tabelas 1 e 2) não foram eficientes para a manutenção da qualidade fisiológica das sementes com teor de água de 5%.

Tabela 7 - Plântulas normais (%) obtidas nos testes de germinação, primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado de sementes de mamão acondicionadas com 5, 8 e 11% de água em diferentes tipos de embalagens, durante 15 meses de armazenamento, em condição de ambiente.

Teor de água (%)	Tipo de Embalagem				CV (%)
	Papel multifoliado	Saco de polietileno	Papel aluminizado	Lata	
Germinação (%)					
5	58 Aa	57 Aa	50 ABb	44 Bb	40,38
8	57 Aa	58 Aa	64 Aa	58 Aa	37,49
11	59 Aa	58 Aa	53 Aa	52 Aab	43,73
CV (%)	37,44	42,58	40,44	41,55	
Primeira contagem de germinação (%)					
5	40 Aa	38 Aa	29 Ab	28 Aa	67,52
8	41 Aa	40 Aa	50 Aa	38 Aa	64,27
11	42 Aa	44 Aa	37 Ab	37 Aa	69,64
CV (%)	60,13	71,56	62,35	75,74	
Envelhecimento acelerado (%)					
5	34 Aa	27 Aa	35 Aa	28 Ab	64,40
8	37 Aa	32 Aa	39 Aa	41 Aa	52,40
11	38 Aa	34 Aa	35 Aa	36 Aab	58,74
CV (%)	54,82	59,77	57,80	60,47	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quando acondicionadas em lata, melhor conservação foi observada para sementes com 8% de água em relação às sementes com 5% de água, conforme pode ser constatado pelos valores obtidos nos testes de germinação e envelhecimento acelerado, o que também foi observado pelos resultados de primeira contagem de germinação das sementes com 8% de água acondicionadas em papel aluminizado. Portanto, de modo geral, melhor conservação foi obtida para as sementes com teores de água de 8 e 11%, independente do tipo de embalagem utilizada.

### 4.3. Análises eletroforéticas

Analisando o zimograma referente ao sistema fosfatase ácida (Figura 12), verifica-se que, em geral, ocorreram variações na atividade enzimática dependendo da embalagem, teor de água das sementes e período de armazenamento, dificultando estabelecer um comportamento padrão com o decorrer do armazenamento. Em geral, para as sementes armazenadas com teores de água de 5%, pode-se constatar bandas menos intensas quando comparadas com as bandas apresentadas pelas sementes armazenadas com 8 e 11% de água nas embalagens papel aluminizado e lata, durante todo o armazenamento, e em papel multifoliado até os seis meses de armazenamento. Apenas nas sementes acondicionadas em embalagem de polietileno e em papel multifoliado é que se detectou maior atividade enzimática semelhante à constatada nas sementes com 8 e 11% de água. Portanto, menor atividade desta enzima ocorreu nas sementes embaladas com 5% de água em papel aluminizado e em lata, ou seja, nas embalagens impermeáveis (Figura 12). Verifica-se nas Figuras 7 e 9 que nas embalagens de polietileno e papel aluminizado, estas sementes tiveram germinação inferior às sementes com 8 e 11% de água. Fica difícil, portanto, estabelecer uma relação entre a atividade desta enzima e o comportamento das sementes de mamão no armazenamento. Apenas é importante ressaltar que a atividade desta enzima foi, em geral, menor nas sementes com menor teor de água (5%).

A fosfatase ácida cataliza a hidrólise de monoésteres podendo atuar sobre os fosfolipídios de membrana (Ayoana et al., 2001). Segundo Roberts (1973) as enzimas hidrolíticas têm sua atividade incrementada com a perda de viabilidade das sementes, o que não foi constatado no presente trabalho. Alguns autores observaram redução na atividade da fosfatase ácida com o aumento do envelhecimento das sementes (Chauhan et al., 1985; Jeng e Sung, 1994). Decréscimo na atividade desta enzima durante o armazenamento de sementes de algodão foi constatado por Freitas et al. (2006), sugerindo uma correlação positiva entre baixa atividade desta enzima e redução no vigor das sementes, o que também já havia sido confirmado por Spinola et al. (2000) em

sementes de milho envelhecidas artificialmente por 72 horas. Por outro lado, Rajagopal e Sem-Mandi (1992) constataram elevada atividade desta enzima em embriões de sementes de arroz envelhecidas artificialmente, o que também foi confirmado por Brandão Jr. (1996) em sementes de milho a partir de 96 horas de envelhecimento artificial.

É importante ressaltar ainda que não houve diferença na intensidade das bandas de fosfatase ácida com o decorrer do armazenamento, principalmente para sementes acondicionadas com 8% de água em papel aluminizado e em papel multifoliado, o que também foi constatado para as sementes com 11% de água em papel multifoliado, dificultando estabelecer uma associação entre a atividade da enzima e o comportamento de sementes de mamão no armazenamento.

Os perfis eletroforéticos da enzima malato desidrogenase (Figura 13) revelam alta atividade desta enzima nas sementes frescas (recém-colhidas). Houve redução na atividade desta enzima em sementes com 5% de água acondicionadas em papel multifoliado a partir de nove meses de armazenamento. A atividade desta enzima foi semelhante em sementes com 5 e 8% de água acondicionadas em embalagem de polietileno, não ocorrendo alterações expressivas durante todo o período de armazenamento. Nesta embalagem, apenas para as sementes com 11% de água constatou-se redução na atividade da enzima aos seis e nove meses de armazenamento. Nas sementes acondicionadas em embalagens impermeáveis (papel aluminizado e lata) verificou-se alta atividade deste sistema enzimático durante todo o período de armazenamento, independente do teor de água das sementes, o que dificultou estabelecer uma relação com a qualidade fisiológica das sementes no armazenamento (Figuras 7 e 8). Também Spinola et al. (2000) não conseguiram estabelecer associação entre a atividade da MDH e o vigor de sementes de milho, uma vez que os padrões eletroforéticos da enzima permaneceram inalterados com o avanço do processo deteriorativo das sementes. Em sementes de soja, Shatters et al. (1994) verificaram que a atividade da MDH foi a menos afetada pelos tratamentos de envelhecimento artificial. Em contrapartida, Santos et al. (2004), trabalhando com sementes de feijão, concluíram que a atividade

das enzimas fosfatase ácida, malato desidrogenase, glutamato desidrogenase e esterase foram influenciadas pelo período de envelhecimento e pela qualidade inicial dos lotes de sementes.

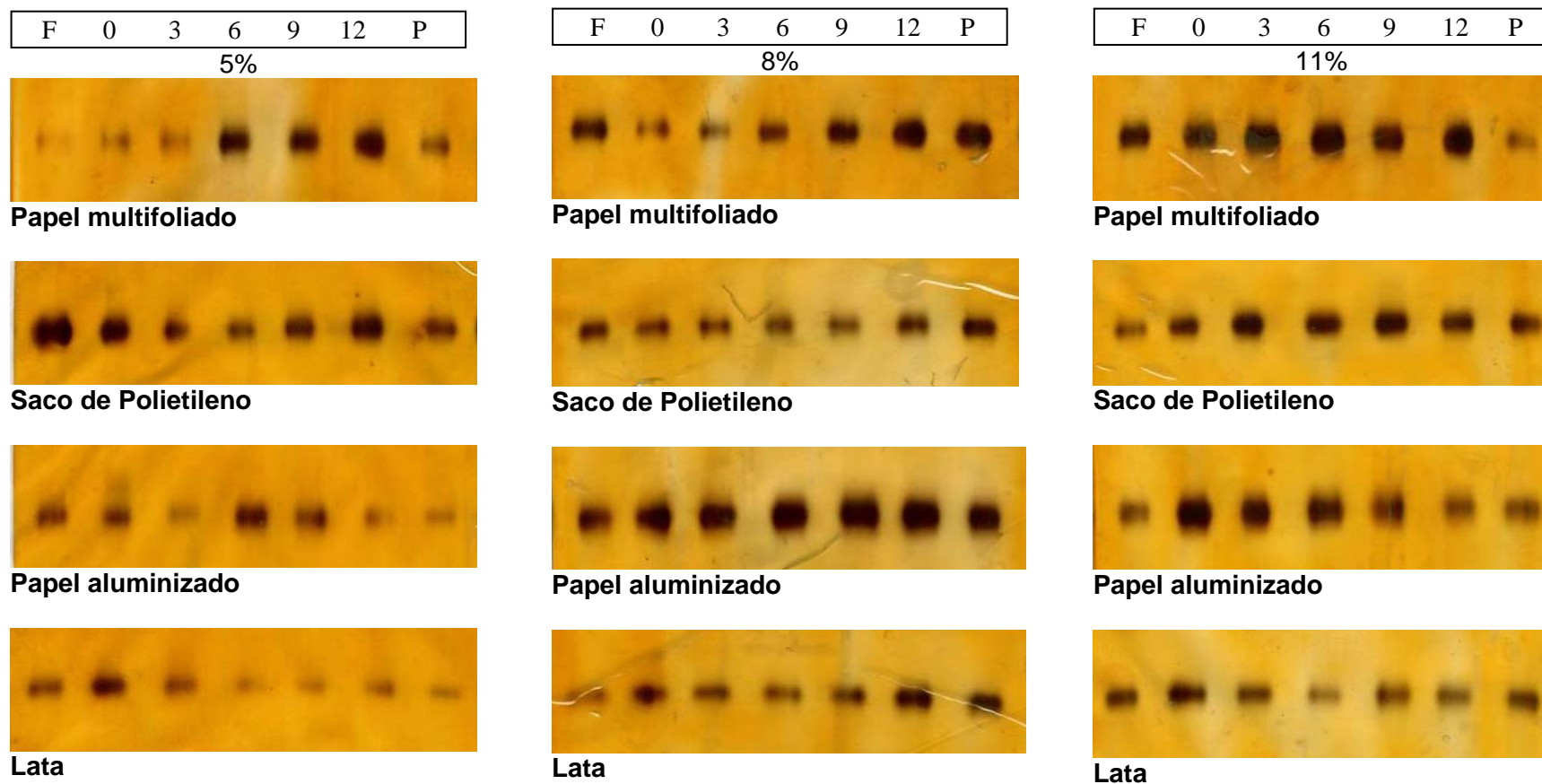


FIGURA 12: Padrão eletroforético da enzima fosfatase ácida (ACP) em sementes de mamão, armazenadas sem sarcotesta, com 5, 8 e 11% de água em papel multifoliado, saco de polietileno, papel aluminizado e lata durante 12 meses (0, 3, 6, 9 e 12 meses). F (material fresco) e P (padrão com presença da enzima).

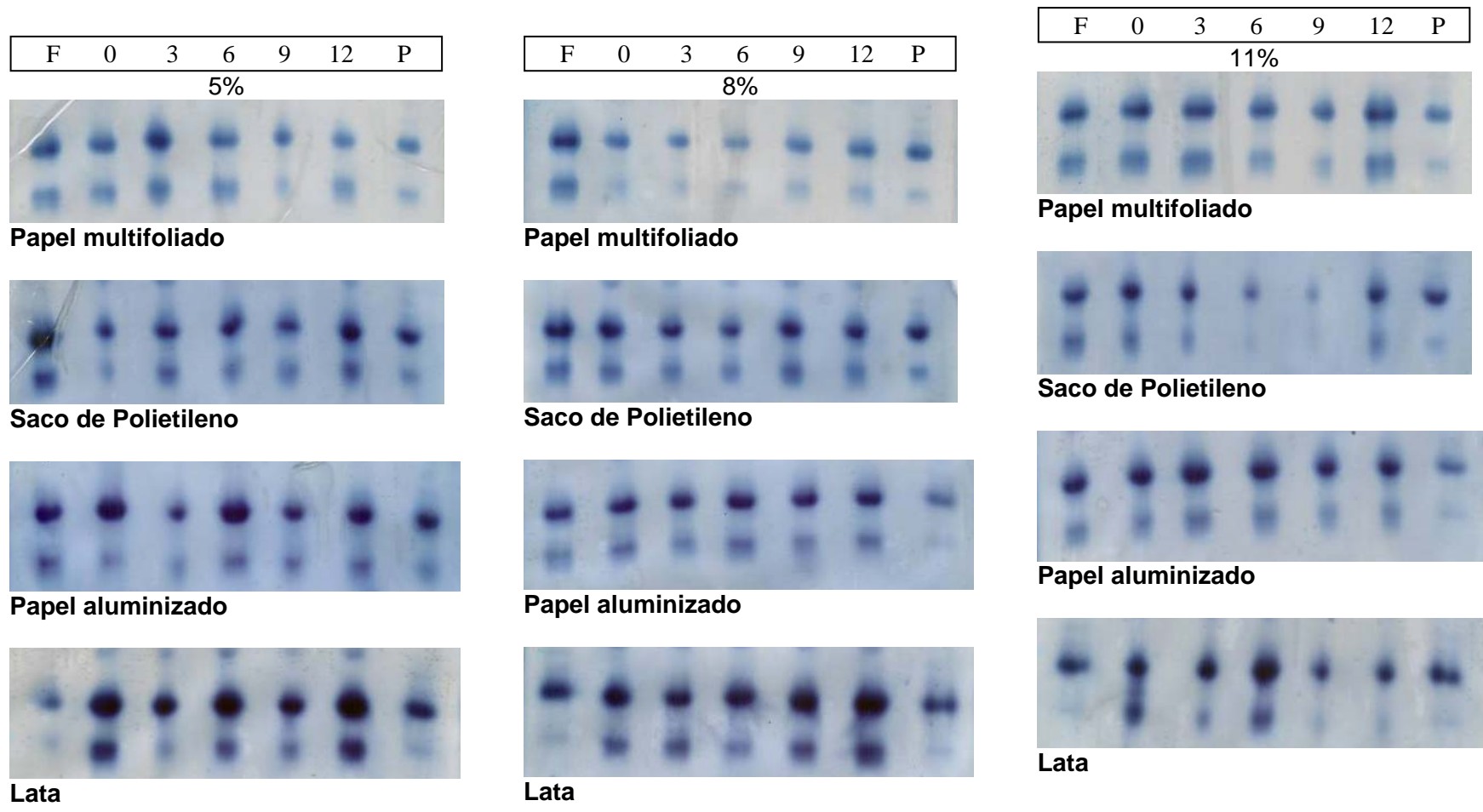


FIGURA 13: Padrão eletroforético da enzima malato desidrogenase (MDH) em sementes de mamão, armazenadas sem sarcotesta, com 5, 8 e 11% de água em papel multifoliado, saco de polietileno, papel aluminizado e lata durante 12 meses (0, 3, 6, 9 e 12 meses). F (material fresco) e P (padrão com presença da enzima).

## 5. CONCLUSÕES

Sementes de mamão recém-colhidas apresentaram dormência que foi superada aos seis meses de armazenamento.

Sementes com sarcotesta apresentaram menor qualidade fisiológica quando comparadas às sem sarcotesta, durante todo o período de armazenamento.

Sementes com sarcotesta tiveram a viabilidade preservada até o nono mês de armazenamento, com redução drástica da qualidade a partir daí, independente do teor de água e do tipo de embalagem.

A qualidade fisiológica das sementes sem sarcotesta, com 8 e 11% de água, foi mantida até o 12º mês de armazenamento em condição de ambiente, independente do tipo de embalagem utilizada.

As embalagens impermeáveis não foram adequadas para o armazenamento de sementes sem sarcotesta com 5% de umidade.

Não se verificou associação entre deterioração das sementes de mamão durante o armazenamento e alterações nos sistemas enzimáticos fosfatase ácida e malato desidrogenase.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACQUAAH, G. **Practical protein electrophoresis for genetic research.** Oregon: Dioscorides Press, 1992.131p.

AGRIANUAL: **Anuário da agricultura brasileira.** São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativos, 2005. p.241-250.

ALFENAS, A. C. PETERS, I.; BRUCE, W.; PASSADOS, G. C. **Eletroforese de proteínas e isoenzimas de fungos e essências florestais.** Viçosa: UFV, 1991. 242p.

ALTHOFF, M.A.; CARMONA, R. Conservação de sementes de mamão (*Carica papaya* L. – Caricaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, 1999, p.151-156.

AOYAMA, H.; CAVAGIS, A.D.M.; TAGA, E.M.; FERREIRA, C.V. Endogenous lectin as a possible regulator of the hydrolysis of physiological substrates by soybean seed acid phosphatase. **Phytochemistry**, v.58, p.221-225, 2001.

ARAÚJO, E.C.; BALBINOT, E.; MENDONÇA, A.V.R.; SILVA, R.F. Efeito do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão (*Carica papaya* L.) em função da posição no fruto. In: **Papaya Brasil – mercado e inovações tecnológicas para o mamão.** Vitória: INCAPER. 2005. p.270-272.

AROUCHA, E.M.M.; SILVA, R.F.; VIEIRA, R.F.; VIANA, A.P.; FREITAS, S.P. Influência do estágio de maturação dos frutos e período de armazenamento das sementes no vigor das sementes de mamão dos grupos Solo e Formosa. In: **Reunião de Pesquisa do Frutimamão, 2., 2004. Anais...** Campos de Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2004. p.71-75.

ARUMUGAM, S.; SHANMUGAVELU, K.G. Estudos on the viability of papaya seeds under different environments. **Seeds Research**, v.5, p.23-31, 1977.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - AOSA. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: 1983. 88p. (Handbook on seed testing. Contribution, 32).

BASAVARAJAPPA, B.S.; SHETTY, H.S.; PRAKASH, H.S. Membrane deterioration and other biochemical changes associated with accelerated ageing of maize seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.19, p.279-286, 1991.

BASS, L. N. Seed storage of *Carica papaya* L. **HortScience**, Alexandria, v.10, p.232, 1975.

BECWAR, M.R.; STANWOOD, P.C.; LEONHARDT, K.W. Dehydration effects on freezing characteristics and survival in liquid-nitrogen of desiccation-tolerant and desiccation-sensitive seeds. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.108, n.4, p.613-618, 1983.

BETTY, M.; FINCH-SAVAGE, W.E. Respiratory enzyme activities during germination in Brassica seed lots of differing vigour. **Seed Science Research**, Warwick, v.6, p.165-173, 1996.

BEWLEY, J.D. Membrane changes in seeds as related to germination and the perturbations resulting from deterioration in storage. In: McDONALD JR., M.B., NELSON, C.J. (Eds.) **Physiology of seed deterioration**. Madison: Crop Science Society of America, 1986. p.27-45

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BINGHAM, C.D.; HARRIS, A.; McDONALD, L. A comparative study of radicle and coleoptile extension in maize seedlings from age and unaged seed. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.22, p.127-139, 1994.

BRANDÃO JR., D.S.; CARVALHO, M.L.M.; VIEIRA, M.G.G.C. Variações eletroforéticas de proteínas e isoenzimas relativas à deterioração de sementes de milho envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.21, p.114-121, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

CARRARO, D.M. **Variação e herança dos padrões eletroforéticos em órgãos e estágios de desenvolvimento em milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba, 1990. 121p. Dissertação (Mestrado)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CHAUHAN, K.P.S.; GOPINATHAN, M.C.; BABU, C.R. Electrophoretic variations of proteins and enzymes in relation to seed quality. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.13, p.629-641, 1985.

CHOW, Y.J.; LIN, C.H. p-Hydroxibenzoic acid the major phenolic germination inhibitor of papaya seed. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.19, p.67-174, 1991.

CONKLE, M. T.; HODGSKISS, P. D.; NUNNALLY, L. B.; HUNTER, S. C. **Starch gel electrophoresis of conifer seeds: a laboratory manual**. Berkeley, USDA, Forest Service, 1982. 18p. (Gen. tech. rep., PSW-64).

COPELAND, L.O.; McDONALD JR., M.B. **Principles of seed science and technology**. New York: McMillan, 1995. 321p.

CROMARTY, A., ELLIS, R.H.; E.H. ROBERTS. 1982. The Design of Seed Storage Facilities for Genetic Conservation. **International Board for Plant Genetic Resources**, Rome, Revised 1985.

DELOUCHE, J.C.; MATTHES, R.K.; DOUGHERTY, G.M.; BOYD, A.H. Storage of seed in sub-tropical and tropical regions. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.1, p.671-700, 1973.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.1, p.427-452, 1973.

DUFF, S.M.G.; SARATH, G.; PLAXTON, W.C. The role of acid phosphatases in plant phosphorus metabolism. **Physiologia Plantarum**, v.90, p.791-800, 1994.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. An intermediate category of seed storage behaviour. I. Coffee. **Journal Experimental Botany**, London, v.41, n. 230, p.1167-1174, 1990.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. Effect of temperature and moisture on the germination of papaya seeds. **Seed Science Research**, v.1, p.69-72, 1991.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTATS). **Statistical Databases**. Agriculture.2005. <[http:// www.fao.org/faostat](http://www.fao.org/faostat)>

GHERARDI, E.; VALIO, I.F.M. Occurrence of promoting and inhibitory substances in the seed arils of *Carica papaya* L. **Journal of Horticultural Science**, v.51, p.1-14, 1976.

HALMER, P.; BEWLEY, J.D. A physiology perspective on seed vigour testing. **Seed Science and Technology**, v.12, p.561-575, 1984.

HARRINGTON, J.F. Biochemical basis of seed longevity. **Seed Science and Technology**, v.1, p.453-461, 1972.

HARRINGTON, J.F. **The value of moisture – resistant containers in vegetable seed packaging**. Bulletin 792, California Agric. Expt. Sta., 1963. 23p.

KALPANA, R.; MADHAVA RAO, K.V. Lipid changes during accelerated ageing of seeds of pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) cultivars. **Seed Science and Technology**, v.24, p.475-483, 1996.

KOOSTRA, P.; HARRINGTON, J. Biochemical effects of age on membranal lipids of *Cucumis sativus* L. seed. **Proceedings International Seed Testing Association**, v.34, p.329-340, 1973.

MAGILL, W.; DEIGHTON, N.; PRITCHARD, H.W. Physiological and biochemical-studies of seed storage parameters in carica-papaya. **Proceedings of the Royal Society of Edinburgh Section B-Biological Sciences**, v.102, p.439-442, 1994.

MANICA, I. **Fruticultura tropical 3 - Mamão**. São Paulo: Ceres, 1982, 255p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 1999. Cap.3.

MARTINS, G.N.; SILVA, R.F.; ARAÚJO, E.F.; PEREIRA, M.G.; VIEIRA, H.D.; VIANA, A.P. Influência do tipo de fruto, peso específico das sementes e período de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão do grupo Formosa. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.27, n.2, p.12-17, 2005.

McDONALD Jr.; M.B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Science and Technology**, v.27, p.177-237, 1999.

PADILHA, L.; REIS, M.S.; ARAÚJO, E.F.; SEDIYAMA, C.S.; ROCHA, V.S. Efeito de embalagens na viabilidade de sementes de soja armazenadas com diferentes graus de umidade inicial. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.277-281, 1998a.

PADILHA, L.; REIS, M.S.; ARAÚJO, E.F.; SEDIYAMA, C.S.; ROCHA, V.S. Efeito de embalagens no vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) armazenadas com diferentes graus de umidade inicial. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.120-125, 1998b.

PÉREZ, A.; REYES, M.N.; CUEVAS, J. Germination of two papaya varieties: effect of seed aeration, K-treatment, removing of the sarcotesta, high temperature, soaking in distilled water and age of seeds. **Journal Agriculture University of Puerto Rico**, v.64, n.2, p.173-180, 1980.

PLAXTON, W.C. The organization and regulation of plant glycolysis. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.47, p.185-214, 1996.

PODESTÁ, F.E.; PLAXTON, W.C. Regulation of cytosolic carbon metabolism in germinating **Ricinus communis** cotyledons .1. developmental profiles for the activity, concentration, and molecular-structure of the pyrophosphate-dependent and atp-dependent phosphofructokinases, phosphoenolpyruvate carboxylase and pyruvate-kinase. **Planta**, v.194, n.3, p.374-380, 1994.

PODESTÁ, F.E.; PLAXTON, W.C. Regulation of cytosolic carbon metabolism in germinating ricinus-communis cotyledons .2. properties of phosphoenolpyruvate carboxylase and cytosolic pyruvate-kinase associated with the regulation of glycolysis and nitrogen assimilation. **Planta**, v.194, n.3, p.381-387, 1994.

REYES, M.N.; PÉREZ, A.; CUEVAS, J. 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**, v.64, n.2, p.167-172, 1980.

ROBERTS, E.H. Loss of viability, ultrastructural and physiological aspects. **Seed Science and Technology**, v.1, p.529-545, 1973.

SALOMÃO, A.N.; MUNDIM, R.C. Germination of papaya seed in response to desiccation, exposure to subzero temperatures, and gibberellic acid. **HortScience**, v.35, n.5, p.904-906, 2000.

SANTOS, R.C.A.; SAMPAIO, L.S.V.; COSTA, J.A. Condição ambiental teor de água e embalagem na viabilidade e no vigor de sementes de mamão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, p.194-202, 1999.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L. VILLELA, F. A. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n.1, p.110-119, 2004.

SAS Institute. **Statistical user's guide**, version 6, fourth edition, volume 2 cary, NC: SAS Institute Inc, 1989. 846p.

SCHMILDT, E.R.; FRONZA, V.; DIAZ, J.L.S.; UNÊDA, S.H.; ALVARENGA, E.M. Comparação de métodos físicos de remoção da

sarcotesta e de métodos de secagem de sementes de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.15, n.2, p.147-151, 1993.

SHATTERS, R.G.JR.; ABDELGHANY, A.; ELBAGOURY, O.; WEST, S.H. Soybean seed deterioration and response to priming: changes in specific enzyme activities in extracts from dry and germinating seeds. **Seed Science Research**, v.4, p.33-41, 1994.

SHEN, T.Y.; ODEN, P.C. Activity of sucrose synthase, soluble acid invertase and fumarase in germinating seeds of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) of different quality. **Seed Science and Technology**, v.27, n.3, p.825-838, 1999.

SINGH, R.M.; SINGH, I.D. Effects methods and duration of storage on seed germination and seedling vigour in papaya. **Seed Research**, v.9, p.67-72, 1981.

SOLTIS, D.E.; HAUFLE, C.H.; DARROW, D.C. Starch-gel electrophoresis of ferns - a compilation of grinding buffers, gel and electrode buffers, and staining schedules. **American Fern Journal**, v.73, n.1, p.9-27, 1983.

SPINOLA, M.C.M.; CÍCERO, S.M.; MELO, M. Alterações bioquímicas e fisiológicas em sementes de milho causadas pelo envelhecimento acelerado. **Scientia Agricola**, v.57, p.263-270, 2000.

SUNG, J.M.; JENG, T.L. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes associated with accelerated ageing of peanut seed. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.91, n.1, p.51-55, 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 3ªed. Porto Alegre: Artmed, 720p. 1994.

TOOLE, E.H.; HENDRIKS, S.B.; BORTHWICK, H.A.; TOOLE, V.K. Physiology of seed germination. **Plant Physiology**, v.7, p.299-324, 1956.

VIEIRA, M.G.G.C. **Utilização de marcadores moleculares no monitoramento da qualidade sanitária e nível de deterioração de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. Lavras, 1996. 114p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras.

VIGGIANO, J.R.; VIEIRA, H.D.; SILVA, R.F.; ARAUJO, E.F.; VIANA, A.P. Conservação de sementes de mamão (*Carica papaya* L.) em função do teor de água, tipo de embalagem e ambiente de armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.279-287, 2000.

VIGGIANO, J.R.; SILVA, R.F.; VIEIRA, H.D. Ocorrência de dormência em sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Sementes Online**, v.1, n.1, p.6-10, 2000a.

WILSON Jr., D.O.; McDONALD JR., M.B. The lipid peroxidation model of seed ageing. **Seed Science and Technology**, v.14, p.269-300, 1986.

YAHIRO, M.; ORYOJI, Y. Effects of gibberellin and cytokinin treatments on the promotion of germination in papaya, *Carica papaya* L. seeds. **Mem. Fac. Agric. Kogoshima Univ.**, v.16, p.45-51, 1980.