

QUALIDADE DE SEMENTES DE MAMÃO: DETERMINAÇÕES
METODOLÓGICAS E DE COMPONENTES GENÉTICOS

GABRIELA NEVES MARTINS

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE

DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
MARÇO - 2007

QUALIDADE DE SEMENTES DE MAMÃO: DETERMINAÇÕES
METODOLÓGICAS E DE COMPONENTES GENÉTICOS

GABRIELA NEVES MARTINS

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

Orientador: Prof. Roberto Ferreira da Silva

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

MARÇO – 2007

QUALIDADE DE SEMENTES DE MAMÃO: DETERMINAÇÕES
METODOLÓGICAS E DE COMPONENTES GENÉTICOS

GABRIELA NEVES MARTINS

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

Aprovada em 22 de Março de 2007.

Comissão Examinadora:

Prof^a. Franceli da Silva (D.Sc., Engenharia Agrícola) – UFRB

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

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

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

*Se não houver frutos
Valeu pela beleza das flores*

*Se não houver flores
Valeu pela sombra das folhas*

*Se não houver folhas
Valeu pela intenção da semente...*

Henfil

A Deus,

Aos meus pais, minha irmã e meu sobrinho

Aos amigos sempre presentes

Por todo incentivo, dedicação e apoio durante este período.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- A Deus, por mais esta vitória, direcionando meus caminhos, e por todas as oportunidades que já tive (e ainda vou ter).
- A UENF, pela oportunidade de realizar o doutorado e conceder toda sua estrutura de pesquisa na área de sementes.
- Ao CNPq, pela concessão da bolsa de pesquisa e por todo suporte durante a realização deste trabalho.
- Ao Professor Roberto Ferreira da Silva, pela orientação, por acreditar e confiar em mim, pela oportunidade de aprendizado e desenvolvimento.
- Ao Professor Messias Gonzaga Pereira, pelo grande apoio, constante incentivo, por compartilhar dificuldades e comemorar conquistas durante a condução deste trabalho.
- À Empresa Caliman Agrícola, pelo fornecimento dos frutos.
- A Moninha e Gabriel, pela importância que eles têm em minha vida.
- Aos Meus pais, por terem feito de mim uma pessoa responsável e persistente.
- As amigas Fran e Érica, com as quais aprendi o verdadeiro significado da palavra amizade.
- A Chris, minha pupila querida, sempre disposta a aprender e ajudar, e que muito contribuiu para que esse trabalho se concretizasse, além de sua amizade e carinho.
- A Tia Lena e Tio Jorge, pelo carinho e incentivo ao longo da minha vida.

- A Tia Celina e ao Tio Francisco, tios adotados pelo coração, pelo carinho que sempre me acolheram e exemplo de vida.

- Ao João César, que surgiu em minha vida em um momento crucial e que a cada dia demonstra que só tem a acrescentar.

- Aos amigos de laboratório, Sheilinha, Patrícia, Deisy, Sílvia, Robson, Graciana, Dimmy, Marcus Vinicius, Sônia e Débora, por partilhar conhecimentos, pela boa convivência e pela ajuda em vários momentos.

- A Nailza, por toda ajuda nos experimentos, além de seu incentivo e amizade que foram muito importantes.

- Ao Antônio Carlos, técnico do laboratório, pela cooperação e amizade.

- Ao amigo Gustavo, pelas contribuições nas análises estatísticas.

- A Silda, pela amizade, apoio e pelo agradável convívio.

- Aos amigos e colegas conquistados nessa fase da minha vida, em especial: Aline, Karina, Moema, Raquel, Leonardo, Chico, Vinicius e Lucilea.

- Aos funcionários: Dona Isa, Laila, André, Jô, Daniel, Patrícia, Luciana, Fatinha, Geovanna, Dona Conceição, Armando e Alberto, que sempre me trataram com muito carinho e respeito.

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

MUITO OBRIGADA!!!!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	04
2.1. Repouso pós-colheita de frutos.....	04
2.2. Fenômeno xênia.....	06
2.3. Potencial fisiológico das sementes.....	10
3. TRABALHOS.....	16
3.1. Influência do repouso pós-colheita dos frutos na qualidade fisiológica de sementes de mamão.....	16
3.2. Efeito do pólen (xênia) nas características físicas e fisiológicas de sementes de mamão.....	31
3.3. Avaliação do vigor de sementes de mamão pelo teste de envelhecimento acelerado.....	53
3.4. Teste de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de mamão.....	72
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	91
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93

RESUMO

MARTINS, Gabriela Neves; Eng^a Agrônoma, D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Março de 2007. Qualidade de sementes de mamão: determinações metodológicas e de componentes genéticos. Orientador: Roberto Ferreira da Silva. Prof^o. Conselheiro: Messias Gonzaga Pereira.

A propagação do mamoeiro é feita comercialmente via sementes, o que potencializa a necessidade da utilização de sementes de alta qualidade. Objetivou-se com esse trabalho verificar a influência do repouso pós-colheita dos frutos de mamão na qualidade fisiológica das sementes dos genótipos Solo e Formosa; o efeito do pólen (xênia) nas características físicas e fisiológicas das sementes de mamão; avaliar o vigor das sementes de mamão dos genótipos Golden, Sunrise Solo 72/12 e o UENF/Caliman 01 pelo teste de envelhecimento acelerado e adequar a metodologia do teste de deterioração controlada para semente de mamão. Para todos os experimentos os frutos foram colhidos no estágio II de maturação. No primeiro experimento a extração das sementes foi realizada imediatamente após a colheita dos frutos e após 10 dias de repouso em ambiente controlado à temperatura de 10 e 25°C. Os resultados evidenciaram que o repouso dos frutos por 10 dias em temperatura de 25°C aumentou o percentual germinativo e melhorou o vigor das sementes de ambos genótipos. Para avaliar o efeito da xênia as sementes utilizadas foram provenientes de frutos oriundos de polinização manual, correspondente aos seguintes tratamentos: T1- Frutos do grupo Solo autofecundados; T2 - Frutos do grupo Formosa autofecundados; T3 –

Frutos provenientes do cruzamento Solo x Formosa (semente F₁); T4 - Frutos provenientes do cruzamento Formosa x Solo (semente F₁ recíproca); T5 – Frutos provenientes do T3 autofecundado (semente F₂); T6 - Frutos provenientes do T4 autofecundado (semente F₂ recíproca). Pelo resultado obtido, não se verificou efeito da origem do pólen nas características físicas e na germinação e vigor das sementes, podendo-se inferir que não se constatou efeito da xênia nas sementes de mamão. Para avaliar a eficiência do teste de envelhecimento acelerado foram testadas as temperaturas: 42°C, 44°C e 46°C e períodos de exposição: 24, 48, 72, 96 e 120 horas. As combinações mais adequadas foram 46°C por 96 horas para o genótipo Sunrise Solo 72/12, 44°C por 120 horas para o genótipo Golden e 46°C por 120 horas para o UENF/Caliman 01. No teste de deterioração controlada o teor de água das sementes foi ajustado para 15, 20 e 25%, pelo método de adição de quantidade de água preestabelecida, e foram avaliadas as combinações de temperatura: 41, 43 e 45°C e períodos de exposição das sementes: 24 e 48 horas. Os resultados indicaram que as condições do teste de deterioração controladas não foram suficientes para promover decréscimo na germinação das sementes de mamão dos genótipos Golden, Sunrise Solo 72/12 e UENF/Caliman 01.

ABSTRACT

MARTINS, Gabriela Neves; Agronomist Engineer, D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; March of 2007. Quality of papaya seeds: methodological determination and genetic components. Advisor: Roberto Ferreira da Silva. Co-Adivisor: Messias Gonzaga Pereira.

Seeds are used normally in the propagation of papaya, what reinforce the necessity of the use of high quality seeds. It was aimed in this work to verify the influence of the post-harvest period of the papaya fruits in the physiological quality of the seeds of Solo and Formosa genotypes; the effect of the pollen (xenia) in the physical and physiological characteristics of the papaya seeds; to evaluate the vigor of the papaya seeds of the Golden and Sunrise Solo 72/12 genotypes and the UENF/Caliman 01 hybrid through the test of accelerated aging and; to adjust the methodology of the test of controlled deterioration for papaya seed. The fruits had been harvested in the maturation stadium II for all the experiments. In the first experiment the extraction of the seeds was immediately carried after the harvest of the fruits and after 10 days of rest in controlled environment at temperature of 10 and 25°C. The results had evidenced that the rest of the fruits per 10 days at temperature of 25°C increased the germinative percentage and improved the vigor of the seeds of both genotypes. To evaluate the effect of the xenia, the used seeds had been derived of fruits of manual pollination, corresponding to the following treatments: T1 self-fecundation fruits of the Solo group; T2 - self-fecundation fruits of the Formosa group; T3 - Fruits proceeding from Solo x

Formosa crossing (F_1 seed); T4 - Fruits proceeding from the Formosa x Solo crossing (reciprocal F_1 seed); T5 - Fruits proceeding from the self-fecundation T3 (F_2 seed); T6 - Fruits proceeding from the self-fecundation T4 (reciprocal F_2 seed). It wasn't verified the effect of the pollen origin in the physical characteristics, germination and vigor of the seeds, being able to infer that the effect of the xenia in the papaya seeds was not evidenced. To evaluate the efficiency of the accelerated aging test the temperatures had been tested: 42°C, 44°C and 46°C and periods of exposition: 24, 48, 72, 96 and 120 hours. The temperature of 46°C for 96 hours for the Sunrise Solo 72/12 genotype, 44°C for 120 hours for the Golden genotype and 46°C for 120 hours for the UENF/Caliman 01 hybrid, showed the more adequate. In the controlled deterioration test the moisture content of the seeds was adjusted to 15, 20 and 25%, by the method of addition of amount of preset water, and had been evaluated the combinations of temperature: 41, 43 and 45°C and periods of exposition of the seeds: 24 and 48 hours. The results had indicated that the controlled conditions used of the deterioration test had not been enough to promote decrease in the germination of the papaya seeds of the Golden, Sunrise Solo 72/12 genotypes and UENF/Caliman 01 hybrid.

1 . INTRODUÇÃO

A semente é o principal material de propagação para muitas espécies vegetais de interesse comercial, com estimativa de que 80% das culturas sejam implantadas diretamente por meio dela. A qualidade das sementes exerce profunda influência sobre os resultados econômicos de culturas agrícolas de todas as espécies (Finch-Savage, 1994). Assim, o objetivo básico de todo sistema produtor de sementes moderno e organizado, é obter material de elevada qualidade genética, física, fisiológica e sanitária. Obtendo e comercializando sementes com estas características, os agricultores estarão recebendo material de propagação com as características superiores dos cultivares desenvolvidos pela pesquisa (Spinola et al., 2000). Destes fatores, o potencial fisiológico, definido como a capacidade da semente para desempenhar funções vitais, manifestada pela longevidade, germinação e vigor, é aquele diretamente responsável pelo desempenho das sementes no armazenamento e em campo (Rosseto & Marcos Filho, 1995; Rodo et al., 2000).

O mamoeiro pode ser propagado por meio de processos vegetativos, entretanto, a propagação por sementes continua sendo o meio tradicional para a formação de plantios comerciais no Brasil (Costa & Pacova, 2003).

As vantagens do uso de sementes com elevado potencial fisiológico, incluem germinação rápida e uniforme, obtenção de plântulas com maior tolerância a adversidades ambientais, obtenção de estandes adequados e maturidade mais uniforme da cultura, com conseqüente aumento na rentabilidade (Bennett, 2001).

Estudos com repouso pós-colheita dos frutos vêm fornecendo subsídios importantes para produtores de sementes, no intuito de obter sementes de alta qualidade. O emprego adequado deste repouso pode permitir colheitas precoces, evitando um maior desgaste destas plantas e diminuindo os riscos com possíveis condições desfavoráveis do campo de produção (Barbedo et al., 1994a), além de funcionar como um tratamento de superação de dormência para algumas espécies, como é o caso do mamão.

Um fenômeno ainda desconhecido para sementes de mamão, e que pode ser um outro fator a influenciar as características físicas e fisiológicas das sementes é a xênia, isto é, a manifestação do cruzamento na geração da planta mãe. Esse fenômeno é conhecido como sendo o efeito do pólen no embrião e endosperma, podendo alterar cor, tamanho, peso e composição química das sementes.

O potencial fisiológico deve ser mensurado avaliando-se não somente a germinação, mas também o vigor, uma vez que esse fornece informações sobre o desempenho das sementes ao longo do armazenamento, potencial de emergência, velocidade e uniformidade do crescimento das plântulas, sob ampla gama de condições ambientais.

O plantio de mamoeiros do grupo Formosa dependia da importação de sementes do híbrido Tainung 01, que além do custo elevado de importação, existe o risco de introdução de doenças exóticas. Dependência esta reduzida a partir do ano de 2004, quando a UENF junto a Caliman lançaram no mercado sementes de mamão do híbrido UENF/Caliman 01, do grupo Formosa.

A disponibilização de sementes deste híbrido requer o desenvolvimento de tecnologias para a sua produção, processamento e controle de qualidade, de forma a garantir para o produtor a qualidade das sementes comercializadas.

Apesar de estabelecida na Universidade uma linha de pesquisa com sementes de mamão, na tentativa de elucidar os problemas que possam dificultar o processo de produção de sementes de alta qualidade, ainda pairam muitas dúvidas em relação ao comportamento germinativo das sementes, desde que, resultados contraditórios e inesperados têm sido verificados ao longo das investigações com sementes de mamão. A própria constituição genética das cultivares e dos híbridos, influenciando este comportamento germinativo, precisa ser melhor entendido, além de estabelecer metodologias para um protocolo

eficiente de extração de sementes e para avaliação do vigor. A proposta deste projeto visou, portanto, acrescentar ao acervo de conhecimentos já obtidos novas informações, às quais, julgamos imprescindíveis para planejarmos com maior segurança a implantação de programas de produção de sementes competentes, para atender as necessidades do nosso mercado, buscando notadamente, a auto-suficiência da produção de sementes no país.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. REPOUSO PÓS-COLHEITA DOS FRUTOS

As plantas da espécie *Carica papaya* L. geralmente apresentam produção contínua, proporcionando a colheita dos frutos com diferentes estádios de maturação. Isso, conseqüentemente, exerce influência na qualidade fisiológica das sementes, pois, aquelas imaturas têm baixo vigor e baixo poder germinativo. Mesmo sendo capaz de germinar antes de alcançar a maturação, o vigor máximo da semente é atingido com o máximo de peso da matéria seca, ponto este considerado por Popinigis (1985) e Carvalho (1979) como sendo o de maturação fisiológica da semente.

O desenvolvimento e a maturação das sementes são aspectos importantes a serem considerados na tecnologia de produção de sementes, pois entre os fatores que determinam a qualidade das sementes estão as condições de ambiente predominantes na fase de florescimento/frutificação e a colheita na época adequada (Dias, 2001).

O estudo da maturação das sementes vem sendo desenvolvido em várias espécies, acrescentando dados e informações importantes para produção de sementes de alta qualidade.

Estudos com repouso pós-colheita dos frutos vêm fornecendo subsídios importantes para produtores de sementes. O emprego adequado deste repouso pode permitir colheitas precoces de frutos, diminuindo o tempo de permanência do fruto na planta-matriz e no campo, evitando um maior desgaste destas plantas e diminuindo os riscos com possíveis condições desfavoráveis do campo de

produção (Barbedo et al., 1994a). As espécies de frutos carnosos têm constituído em bons exemplos dos benefícios deste repouso pós-colheita dos frutos, quando se visa a produção de sementes.

Além de reduzir os riscos no campo, em alguns casos, o repouso dos frutos pode propiciar quebra de dormência das sementes. De acordo com Yahiro (1979), Yahiro e Oryoji (1980), Viggiano et al. (2000a) e Viggiano et al. (2000b), sementes de mamão recém-colhidas mostram baixa germinação.

Segundo Aroucha et al. (2005), sementes de mamão do cultivar Golden, após o armazenamento dos frutos por 10 dias, não apresentaram dormência.

Aroucha (2004) verificou que o repouso dos frutos de mamão durante 12 dias a 25° C propiciou aumento significativo na germinação e vigor das sementes. Resultado semelhante foi observado por Balbinot (2004), quando armazenou os frutos sob a temperatura de 10° C.

Luna e Caldas (1979), trabalhando com mamão em diferentes estádios de maturação, concluíram que sementes de fruto maduro apresentam maior germinação e maior coeficiente de velocidade.

Mantovani et al. (1980) observaram que o repouso dos frutos de pimentão por 3 dias promoveu um aumento na germinação e vigor das sementes.

Ikuta (1981) relata que obteve sementes de berinjela, cultivar Campineira, de alta qualidade em frutos com 50 dias de idade e 20 dias de repouso.

Araujo et al. (1982), estudando sementes de abóbora, afirmam que a maturação da semente pode ser completada dentro do fruto, mesmo depois deste removido da planta, indicando que há uma continuidade no fluxo de nutrientes do fruto para a semente após a colheita. Os autores encontraram que para um período de 2 a 5 semanas de armazenamento sob condições ambientais, em *C. moschata* Duch. houve acréscimo no peso seco das sementes dos frutos colhidos com idade variando de 15 a 65 dias. Pedrosa et al. (1987), com *C. máxima* x *moschata*, observaram o vigor máximo das sementes dos frutos com 75 dias de idade e 45 dias de armazenamento.

Em pepino, Barbedo et al. (1994b) obtiveram sementes de alta qualidade com colheitas precoces quando os frutos foram armazenados por 10 a 15 dias.

Barbedo et al. (1994a), estudando sementes de berinjela, concluíram que a colheita precoce dos frutos, com 50 ou 60 dias após a antese, originou sementes de boa qualidade quando os mesmos foram conservados em repouso pós-

colheita por 5 dias (para frutos com 60 dias de idade) ou 15 dias (para frutos com 50 dias de idade).

Também observou-se melhora na qualidade fisiológica, germinação e vigor das sementes com o armazenamento de pós-colheita de melancia (Alvarenga et al., 1984) e jiló (Coelho et al., 1980 e Castro et al., 2004), isto devido as sementes continuarem recebendo nutrientes do fruto durante o armazenamento, atingindo o ponto de maturidade fisiológica. Ainda, em certos frutos não carnosos como feijão (Moraes et al., 2001 a), soja (Moraes et al., 2001 b) e mucuna (Nakagawa et al., 2005) relatou-se esta mesma tendência na melhoria na qualidade final com o armazenamento dos frutos.

Passam et al. (1998), observaram que frutos de quiabeiro, cultivar Boyatiou, colhidos imaturos precisam de um período de 60 dias a 25°C antes da extração das sementes para que estas obtenham 90% de germinação.

O repouso pós-colheita dos frutos de quiabeiro melhorou a qualidade fisiológica das mesmas, principalmente das mais novas, 34 e 41 DAA (Castro, 2005).

2.2. FENÔMENO XÊNIA

2.2.1. Definições do termo xênia

Xênia é originário do grego xenos, que significa “um estranho ou hóspede” (Denney, 1992). Este mesmo autor define xênia como o efeito do pólen no embrião e endosperma, alterando cor, formato, textura e peso das sementes de frutíferas e de grãos.

O termo xênia possui interpretações contraditórias, desde quando surgiram os primeiros trabalhos que tinham como objetivo estudar a influência da polinização de uma planta com o pólen de uma outra planta contrastante da mesma espécie, observando as mudanças fenotípicas devido à hibridação em diferentes culturas.

Segundo vários autores (Duc et al., 2001; Denney, 1992; Bulant e Gallais, 1998), o termo xênia foi descrito pela primeira vez em 1881 por Wilhelm Focke

como todas as mudanças da forma normal ou cor em muitas partes da planta, atribuídas à ação do pólen estranho. Esta definição não foi muito aceita, e posteriormente surgiram várias outras. De acordo com Denney (1992), uma das definições mais antigas foi de Winburne em 1962, que definiu xênia como efeito imediato do pólen no endosperma devido à dupla fertilização, afetando o aspecto da semente. A definição mais recente de acordo com Pereira (2003) foi descrita por Westwood em 1989, que definiu a xênia como efeito do pólen estranho em tecidos maternos de frutos.

O fenômeno da xênia pode afetar o peso do pericarpo, mesocarpo, endosperma ou do embrião, como também na forma, cor, composição química e tempo de desenvolvimento da semente (Bullant e Gallais, 1998; Denney, 1992).

De acordo com outras definições o termo xênia é aplicado para frutos onde o pericarpo não é economicamente importante e também para sementes albuminosas (milho, por exemplo) e outros cereais que apresentam o fenômeno expressado no endosperma (Denney, 1992).

Diante de diversas definições e contradições dos termos, pode-se considerar xênia como sendo o efeito do pólen no embrião e endosperma, alterando suas características genéticas e proporcionando mudanças qualitativas e quantitativas (Pereira, 2003).

2.2.2. Efeito do fenômeno xênia

Particularmente, a xênia é bem conhecida na cultura do milho, onde o endosperma pode mostrar variedades de cores dependendo do pólen de origem. Segundo Duc et al. (2001), em hortaliças, várias características qualitativas em sementes podem ser consideradas como fenômeno de xênia, por exemplo, cotilédones verdes e semente enrugada.

De acordo com Freytag (1979), citado por Pereira (2003), quando plantas recebem pólen estranho, esse pode modificar geneticamente a semente e o endosperma, proporcionando um aumento na produção de hormônios em razão da presença de genes favoráveis ou dominantes, com reflexos no peso, tamanho, forma e outros caracteres das sementes.

Crane e Iwakiri (1980) observaram efeito xênia em pistache, mostrando que, dependendo do tipo de pólen utilizado, a semente pode ser modificada.

O efeito do pólen também foi observado no peso da semente de avelã em dois anos de estudos, onde foram avaliados os efeitos da xênia. Observaram que a mistura do pólen de duas cultivares aumentou o peso da semente quando comparado aos de autofecundação (Rahemi e Mojaddad, 2001).

A manifestação do efeito xênia nos caracteres relacionados ao endosperma e ao embrião tem sido relatado em várias pesquisas (Davarynijad et al., 1994; Seka et al., 1995a; Bullant et al., 2000). De acordo com Kiran e Wicks (1990), citado por Seka e Cross (1995b), verifica-se que o peso médio de grãos de milho provenientes de cruzamento pode superar os de autofecundação em até 16% e é variável com as linhagens e/ou híbridos envolvidos no cruzamento (Weiland, 1992). Kiesselbach (1926), citado por Mercer et al. (2002), mostrou aumento de 35% na produção de milho utilizando cruzamento sweet x dent quando comparado com sweet x sweet. Tsai e Tsai (1990) encontraram aumento de 30% na produção de grãos de milho e 44% no acúmulo de proteína em híbridos que são polinizados mais cedo. Desse modo, a manifestação de xênia pode alterar o desempenho de uma determinada linhagem ou híbrido, dependendo do polinizador utilizado.

Mercer et al. (2002) observaram que o efeito de xênia na cultura do milho contribuiu com o incremento no peso dos grãos e, conseqüentemente, na produtividade média da planta. Resultados semelhantes foram relatados por Tsai e Tsai (1990); Bullant e Gallais (1998). No mesmo experimento constatou-se também que o efeito de xênia dependeu da linhagem utilizada como fêmea.

O efeito da heterose na germinação e vigor das sementes já foi constatado por vários autores (Mino e Inoue, 1994; Yahamada et al., 1985; Causse et al., 1995; Gomes et al., 2000). Mino e Inoue (1994), trabalhando com milho, associaram a maior atividade metabólica de RNA, proteínas e DNA nos embriões híbridos à promoção de uma germinação mais rápida e também ao crescimento mais vigoroso desses materiais, em comparação com os embriões de linhagens endogâmicas. Causse et al. (1995) descreveram essa superioridade dos híbridos de milho em termos de metabolismo mais eficiente de proteínas e lipídeos, que se refletia no desenvolvimento de um eixo embrionário mais vigoroso e na maior germinação de sementes híbridas. Mercer et al. (2002)

verificaram que a porcentagem de germinação e o peso seco das plântulas das sementes de milho oriundas de polinização cruzada foi superior as autofecundadas.

O efeito xênia entre híbridos de milho com diferentes tamanhos de grãos foi observado por Pinter et al. (1987), que verificaram efeito significativo da polinização de um híbrido de grãos pequenos por outro cujos grãos mostraram-se 30 e 39% maiores, em dois anos consecutivos. Em contrapartida, o efeito da polinização cruzada não foi significativo no cruzamento de Sze Ec369 (semidentado) e P 3901 (dentado), em que as diferenças no tamanho dos grãos foram de 12,3 e 15,4% em dois anos de estudo.

Os resultados de xênia podem ser interpretados como uma manifestação precoce da heterose, a qual aumenta a habilidade de o endosperma, modificado geneticamente por polinização cruzada, em acumular os fotoassimilados, determinando assim o peso final do grão. Quanto maior a diferença genética entre a planta receptora e a planta doadora de pólen, maiores são as chances de esse fenômeno ocorrer (Denney, 1992).

Os resultados encontrados na literatura mostram que os efeitos de xênia ocorrem em cruzamentos específicos, ou seja, quando há uma combinação específica de genes que se completam nos genótipos híbridos e alteram para tais efeitos. Teoricamente, embora se admita a grande importância da capacidade específica de combinação para manifestação de tais efeitos, é possível esperar que sejam encontrados genótipos com alta capacidade geral de combinação para o fenômeno xênia. No entanto, o grau de participação da capacidade geral e específica de combinação ainda está no estágio de hipóteses, pois ainda nenhum resultado nesse sentido foi relatado na literatura.

Praticamente nada se conhece sobre a existência da xênia em sementes de mamão, entretanto, a elucidação desse fenômeno poderá auxiliar na escolha dos genitores de híbridos, na busca de obter maior qualidade das sementes e conseqüentemente maior produtividade, além dos procedimentos adequados para a produção de sementes.

2.3. Potencial fisiológico das sementes

A observação de que sementes de uma mesma espécie e cultivar produziam plântulas muito diferentes quanto à velocidade e ao desenvolvimento ao serem colocadas para germinar, fez surgir o conceito de vigor (Franck, 1950), que não é, *per se*, uma propriedade mensurável, como a germinação, mas um conceito que abrange várias características associadas a diversos aspectos do comportamento das sementes durante a germinação e a emergência das plântulas (Gonçalves, 2003).

A ISTA (International Seed Testing Association, 1981) conceituou vigor de sementes como “a soma das propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho da semente, ou do lote de sementes, durante a germinação e a emergência de plântulas”. A AOSA (Association of Official Seed Analysts, 1983) definiu vigor de sementes como “aquelas propriedades que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla faixa de condições ambientais”.

O vigor é reflexo de um conjunto de características ou propriedades que determinam o potencial fisiológico da semente. Desta maneira, o resultado de um teste, ou de um conjunto de testes, indica os lotes com maior ou menor probabilidade de apresentar bom desempenho, sendo que os lotes mais vigorosos apresentam logicamente maior possibilidade de sucesso sob condições adversas (Marcos Filho, 1994; Simoni, 2003).

Os testes de vigor devem, basicamente, separar lotes que apresentam germinação semelhante; distinguir, com segurança, lotes de alto dos de baixo vigor e indicar os que apresentam menor ou maior probabilidade de bom desempenho sob diferentes condições ambientais; serem confiáveis, comparáveis, rápidos, simples, economicamente viáveis e apresentar correlação com a emergência de plântulas em campo (Association of Official Seed Analysts, 1983; Hampton & Tekrony, 1995; Marcos Filho, 1999a).

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

De acordo com Vieira et al. (1994), os testes de vigor têm sido desenvolvidos e aprimorados com o intuito de melhor retratar o comportamento das sementes sob uma ampla faixa de condições ambientais, uma vez que, quando em condições ideais, o teste de germinação apresenta alta correlação com a emergência das plântulas em campo. No entanto, condições ideais nem sempre ocorrem no campo, pois são constatados comportamentos distintos de lotes de sementes com germinação semelhante. Essas diferenças podem ser atribuídas ao fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos associados à deterioração ocorrem, geralmente, antes de constatado o declínio da capacidade germinativa (Delouche & Baskin, 1973).

As empresas ligadas à multiplicação, ao processamento e ao tratamento das sementes necessitam assegurar que a qualidade está sendo mantida em todas essas operações (Redfearn, 1996). Do mesmo modo, empresas de melhoramento genético vegetal precisam avaliar continuamente o vigor das sementes, para atestar o padrão de qualidade dos materiais que estão produzindo, de tal forma que possam se certificar de que os ganhos genéticos dos novos materiais serão disponibilizados ao produtor.

A avaliação do vigor das sementes, como rotina pela indústria sementeira, tem evoluído à medida que os testes disponíveis vêm sendo aperfeiçoados, permitindo a obtenção de resultados consistentes e reproduzíveis, o que é de extrema importância na tomada de decisões durante o manejo e a manutenção da viabilidade das sementes após a maturidade (Panobianco e Marcos Filho, 1998). Esses testes são componentes essenciais de programas de controle de qualidade, tendo em vista evitar o manuseio e a comercialização de sementes inadequadas.

A recomendação é que o vigor seja avaliado usando-se dois ou mais testes diferentes, pelo fato de que eles avaliam diferentes aspectos do comportamento das sementes (Marcos Filho, 2005), o que se torna difícil para um único teste classificar os lotes quanto ao vigor e avaliar de forma segura o potencial de desempenho de um lote após o armazenamento e/ou em campo.

Por essa razão, inúmeras investigações têm sido realizadas no desenvolvimento, adaptação e padronização dos testes para avaliação do vigor de sementes das principais espécies cultivadas. Para algumas culturas, já existe um grande número de testes propostos para avaliar o vigor das sementes, como

também a comprovação da maior eficácia de alguns em relação ao teste de germinação na avaliação da qualidade fisiológica. Portanto, a escassez de informações sobre os procedimentos adequados para avaliar o vigor das sementes de mamão prioriza investigações nesta área.

2.3.1. Teste de Envelhecimento Acelerado

O teste de envelhecimento acelerado foi inicialmente desenvolvido para estimar o potencial de armazenamento de sementes (Delouche & Baskin, 1973), mas as possibilidades de utilização incluem ainda a classificação de lotes quanto ao potencial fisiológico e o auxílio em programas de qualidade, procurando identificar os problemas relacionados à deterioração das sementes e a proposição de soluções adequadas.

Este teste tem como princípio o aumento considerável da taxa de deterioração das sementes pela sua exposição a níveis elevados de temperatura e umidade relativa do ar, considerados os fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração (Panobianco e Marcos Filho, 2001). Assim, sementes de baixa qualidade deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, apresentando decréscimo acentuado de sua viabilidade após submissão às condições do envelhecimento acelerado.

Em razão das diferentes possibilidades de uso, o teste de envelhecimento acelerado tem sido utilizado por empresas dedicadas à produção de sementes, principalmente por fornecer, também, informações sobre o potencial de emergência das plântulas em campo (Marcos Filho, 1999b), de diferentes espécies, sendo considerado um dos mais eficientes para avaliação do vigor das sementes, proporcionando informações com alto grau de consistência (Tekrony, 1995).

Para Delouche & Baskin (1973), a seqüência hipotética do processo de deterioração da semente envolve a degradação das membranas celulares, a redução das atividades respiratórias e biossintéticas, a menor velocidade na germinação, a redução no potencial de conservação durante o armazenamento, a menor taxa de crescimento e desenvolvimento, a menor uniformidade, a maior sensibilidade às adversidades do ambiente, a redução da emergência das

plântulas no campo, o aumento da ocorrência das plântulas anormais e, finalmente, a perda do poder germinativo. Conseqüentemente, o teste de envelhecimento acelerado poderia ser considerado como um dos mais sensíveis para a avaliação do vigor dentre os disponíveis, pois se relaciona ao potencial de conservação das sementes (Marcos Filho, 1999).

A interação entre temperatura e tempo de exposição das sementes às condições de envelhecimento são fatores importantes para a eficiência do teste em avaliar o vigor e, para muitas espécies, ainda não foi bem estabelecida. Na literatura vários autores se dedicaram ao estudo dessa interação, indicando, para sementes de cebola, 41°C por 72 horas (Idiarte, 1995) e 42°C por 48 horas (Piana et al., 1995); quiabo, 42°C por 72 e 96 horas (Lima et al., 1997) e 41° por 144 horas (Torres & Carvalho, 1998); maxixe, 41°C por 48 horas (Silva et al., 1998); brócolis, 45°C por 48 horas (Tebaldi et al., 1999); cenoura, 42°C por 24 horas (Barbedo et al., 2000 e Rodo et al., 2000); melão, 42°C por 48 horas (Cano-Ríos et al., 2001); sorgo, 41°C por 96 horas e 43°C por 72 horas (Miranda et al., 2001); milho, 45°C por 72 horas (Dutra & Vieira, 2004); rabanete, 41°C por 48 horas (Capri, 2005); melancia, 41°C por 24 horas (Lopes et al., 2005a); pimentão, 42°C por 48 horas (Lima et al., 2005).

2.3.2. Teste de Deterioração Controlada

Os testes de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada têm como princípio a aceleração do processo de deterioração (Rosseto e Marcos Filho, 1995). No entanto, o teste de deterioração controlada foi desenvolvido como uma alternativa para eliminar o problema das diferentes taxas de absorção de água entre as sementes de uma mesma amostra e entre lotes de uma mesma espécie no envelhecimento acelerado, uma vez que o conteúdo inicial de água das sementes é uniformizado em todas as amostras (Krzyzanowski & Vieira, 1999), tornando mais precisa a comparação do nível de deterioração de vários lotes (Roberts, 1973).

Na deterioração controlada, o teor de água das sementes é ajustado a níveis adequados para uma determinada temperatura, cujos valores são inversamente proporcionais entre si, ou seja, se a temperatura for maior, pode-se

utilizar sementes com menor teor de água, sendo verdadeiro, também, o inverso (Powell & Matthews, 1981).

O teste de deterioração controlada tem sido usado na avaliação do vigor de sementes, particularmente de espécies hortícolas (Hampton & Tekrony, 1995; Krzyzanowski & Vieira, 1999) como colza, nabo, alho, alface, couve (Larsen et al., 1998; Powell et al., 1984; Powell & Matthews, 1981), couve-flor (Matthews, 1998), ervilha (Powell et al., 1997), cebola (Powell & Matthews, 1984), cenoura (Powell, 1995; Rodo et al., 2000) e brócolis (Mendonça et al., 2000, 2003), utilizando combinações de teor de água/temperatura/período de exposição que variaram de 15 a 24%, 40 a 45°C e 24 a 72 horas, respectivamente.

Os resultados do teste de deterioração controlada têm mostrado alta correlação dentro e entre diferentes laboratórios (Powell et al., 1984) e têm apresentado alta correlação com a emergência de plântulas no campo para diversas espécies como: cebola, nabo, beterraba, cenoura (Matthews e Powell, 1987), ervilha (Bustamante et al., 1984), trevo vermelho (Wang e Hampton, 1991), brócolis (Mendonça et al., 2000) e melão (Bhering et al., 2004).

Há também resultados divergentes em relação às combinações adequadas para a condução do teste para sementes de uma mesma espécie. Simoni (2003) concluiu que o teste de deterioração controlada não foi eficiente em separar lotes de sementes de milho em diferentes níveis de vigor. Entretanto, Zucarelli (2002) demonstrou que as combinações 45°C/24h, 45°C/48h e 45°C/16h para sementes com teor de água ajustado para 15, 20 e 25%, respectivamente, mostraram-se promissoras para avaliação do vigor de sementes de milho.

Pesquisas visando determinar o teor de água, temperatura e período de condução do teste mais adequados têm sido conduzidas por diversos pesquisadores (Osman & George, 1988; Alsdon et al., 1995; Powell et al., 1997; Matthews, 1998; Rodo et al., 2000). No entanto, sementes de diferentes espécies ou cultivares de uma mesma espécie podem responder diferentemente quando submetidas aos procedimentos preconizados para o método, em função do genótipo, entre outros fatores, o que torna necessária investigações para determinar o melhor procedimento para aferir o teste de deterioração controlada para sementes de cada espécie e cultivar.

O teste de deterioração controlada vem merecendo atenção cada vez maior dos analistas de sementes, desde que tem se mostrado eficiente na avaliação do vigor das sementes, aliado também a sua simples execução.

3. TRABALHOS

3.1. INFLUÊNCIA DO REPOUSO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MAMÃO

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho, verificar a influência do repouso pós-colheita de frutos de dois genótipos de mamão (*Carica papaya* L.), Solo e Formosa, sobre as alterações na qualidade fisiológica das sementes. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Fitotecnia no Setor de Produção e Tecnologia de Sementes da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, em Campos dos Goytacazes-RJ. As sementes utilizadas foram provenientes de frutos hermafroditas, colhidos no estágio de maturação II (1/4 fruto maduro). A extração das sementes foi realizada logo após a colheita e também 10 dias após o repouso dos frutos em ambientes com temperaturas de 10 e de 25°C. As sementes foram analisadas quanto ao percentual de germinação e vigor pelos testes de primeira contagem, índice de velocidade de germinação, comprimento da radícula e teste de frio. Os resultados evidenciaram que o repouso dos frutos por 10 dias em temperatura de 25°C aumentou o percentual germinativo e melhorou o vigor das sementes de ambos os genótipos.

ABSTRACT

In order to evaluate the influence of resting of papaya fruits (*Carica papaya* L.) from two genotypes, Solo and Formosa, on the physiological quality of the seeds, this work was carried out at Seed Laboratory of the Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, in Campos dos Goytacazes-RJ. The seeds were collected from hermaphrodite fruits stage II (1/4 ripe fruit). The extraction of the seeds was accomplished immediately after the harvest of the fruits, and also after 10 days of rest of the fruits placed in chambers regulated to 10 and 25°C temperature. The seeds were analyzed for germination and vigour (first counting, index of germination speed, length of the radicle and cold test). The results showed that the rest of the fruits for 10 days at 25°C influenced positively the germination and the vigour of the seeds for both genotypes.

INTRODUÇÃO

O mamoeiro é uma planta amplamente cultivada nas regiões de clima tropical, encontrando no Brasil, condições edafo-climáticas favoráveis a sua exploração econômica. Pode ser propagado por meio de processos vegetativos, entretanto, a propagação por sementes é o método mais prático e econômico utilizado pelos agricultores (Medina, 1995).

As plantas da espécie *Carica papaya* L. geralmente apresentam produção contínua, permitindo a colheita de frutos em diferentes estádios de maturação. Isso, conseqüentemente, exerce influência na qualidade fisiológica das sementes, porque as que são colhidas imaturas têm baixo vigor e baixo poder germinativo. Mesmo sendo capaz de germinar antes de alcançar a maturação, o vigor máximo de uma semente é atingido com o maior acúmulo de matéria seca, considerado por Popinigis (1985) e Carvalho (1979) como sendo a maturação fisiológica da semente.

O desenvolvimento e a maturação das sementes são aspectos importantes a serem considerados na tecnologia de produção de sementes, pois entre os fatores que determinam a qualidade das sementes estão as condições de ambiente predominantes na fase de florescimento/frutificação e a colheita na época adequada (Dias, 2001).

O estudo da maturação das sementes vem sendo desenvolvido em várias espécies, acrescentando dados e informações importantes para produção de sementes de alta qualidade.

A maturidade fisiológica da semente pode ser atingida bem antes que, pelos padrões comuns, o fruto seja considerado no ponto de colheita. Carvalho & Nakagawa (2000) relatam que pode ocorrer variação no ponto de maturidade fisiológica das sementes, de acordo com a espécie e cultivar, e com mudanças nas condições ambientais. O reconhecimento prático da maturidade fisiológica tem grande importância, pois caracteriza o momento em que a semente deixa de receber nutrientes da planta, passando a sofrer influência do ambiente. Inicia-se então um período de armazenamento no campo, que pode comprometer a qualidade da semente, já que ela fica exposta a intempéries, o que se torna especialmente grave em regiões onde o final da maturação coincide com períodos chuvosos (Dias, 2001).

Os efeitos de um período de repouso pós-colheita dos frutos, antes da retirada das sementes, podem modificar os procedimentos normalmente aplicados à produção de sementes, trazendo benefícios como economia de tempo e espaço ou a redução de riscos ambientais que poderiam prejudicar a qualidade das sementes (Barbedo et al., 1997). Os mesmos autores relatam a importância do acompanhamento visual das características externas do fruto, além das análises normalmente realizadas.

Estudos com repouso pós-colheita de frutos vêm fornecendo subsídios importantes para os produtores de sementes. As espécies de frutos carnosos têm sido bons exemplos dos benefícios deste repouso pós-colheita dos frutos, quando se procura melhorar a produção de sementes.

Além de reduzir os riscos no campo, em alguns casos, o repouso dos frutos propicia a quebra de dormência de sementes. De acordo com Yahiro (1979), Yahiro e Oryoji (1980) e Viggiano (1999), sementes de mamão recém-colhidas possuem baixo poder germinativo.

Aroucha (2004) verificou que o repouso dos frutos de mamão durante 12 dias à 25° C propiciou aumento no percentual germinativo e no vigor das sementes. Resultado semelhante foi observado por Balbinot (2004), que armazenou os frutos na temperatura de 10° C.

Mantovani et al. (1980) observaram que o repouso dos frutos de pimentão por 3 dias aumentou o percentual germinativo e o vigor das sementes.

Ikuta (1981) relata que obteve sementes de berinjela de alta qualidade em frutos com 50 dias de idade e 20 dias de repouso. Resultado semelhante foi encontrado por Barbedo et al. (1994b), em que a colheita precoce dos frutos permitiu a produção de sementes de boa qualidade quando os mesmos foram conservados em repouso pós-colheita por 5 dias para frutos com 60 dias de idade ou 15 dias para frutos com 50 dias de idade.

Em pepino, Barbedo et al. (1994a) obtiveram sementes de alta qualidade com colheitas precoces e quando os frutos foram armazenados por 10 a 15 dias.

Também foram relatados melhora na qualidade fisiológica, germinação e vigor das sementes com o armazenamento de pós-colheita de frutos em abóbora (Pedrosa et al., 1987), berinjela (Barbedo et al., 1994b), melancia (Alvarenga et al., 1984), jiló (Coelho et al., 1980 e Castro et al., 2004), quiabo (Passam et al., 1998), isto devido às sementes continuarem recebendo nutrientes do fruto durante o armazenamento, atingindo o ponto de maturidade fisiológica. Também em certos frutos não carnosos como feijão (Moraes et al., 2001a), soja (Moraes et al., 2001b) e mucuna (Nakagawa et al., 2005) foi relatada esta mesma tendência na melhoria na qualidade final com o armazenamento dos frutos.

Neste trabalho objetivou-se avaliar a influência do período de repouso dos frutos em diferentes condições no percentual germinativo e no vigor das sementes de mamão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de maio a julho de 2004 no Setor de Produção e Tecnologia de Sementes do Laboratório de Fitotecnia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, em Campos dos Goytacazes – RJ.

As sementes utilizadas foram provenientes de frutos hermafroditas dos genótipos Solo (cv. Sunrise Solo 72/12) e Formosa (cv. JS12), autofecundados e colhidos nos estádios de maturação II (1/4 de fruto maduro). A extração das sementes foi realizada imediatamente após a colheita dos frutos e após 10 dias de repouso em ambiente controlado as temperaturas de 10 e 25°C.

As sementes foram extraídas manualmente, lavadas e colocadas para secar em secador de leito fixo, regulado à temperatura de 38°C e velocidade do ar igual a 1,2 m/s, até atingirem os teores de água 7,0 e 7,6%, respectivamente, para os genótipos Solo e Formosa. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos testes de germinação (TG), primeira contagem, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da plântula e teste de frio.

Teste de germinação – foi montado de acordo com as prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), após algumas modificações. Assim, foram utilizadas 4 subamostras de 50 sementes por repetição, que foram colocadas sobre duas folhas de papel germitest e cobertas com uma outra e cujos rolos foram umedecidos com água destilada, na proporção de 2,5 partes de água para 1 parte do peso do papel. Os rolos foram colocados no interior de sacos de polietileno transparente, para manter a umidade. Os germinadores do tipo BOD foram regulados para manter a temperatura alternada de 20-30°C (16 h de escuro e 8 h de luz, respectivamente). A avaliação e a contagem das plântulas normais foram realizadas aos 14 e 28 dias após a montagem do teste, sendo os resultados, expressos em percentagem de plântulas normais.

Primeira contagem de germinação - realizou-se conforme a metodologia usada para o teste de germinação e o resultado foi expresso pela percentagem das plântulas normais existentes no décimo quarto dia após o início do teste.

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

Comprimento da radícula - foi realizado com quatro subamostras de 20 sementes, colocadas no terço superior do papel germitest, previamente umedecido com água destilada e acondicionado em forma de rolo. Estes rolos foram inseridos em sacos de polietileno e colocados no germinador com temperatura de 20-30°C. A avaliação e as medidas foram realizadas no décimo quarto dia, quando as plântulas normais foram mensuradas com auxílio de uma régua milimetrada. O comprimento médio por plântula (cm/plântula) foi calculado dividindo-se o somatório dos valores obtidos pelo número de sementes semeadas.

Teste de frio - utilizou-se o rolo de papel umedecido com água destilada na razão de 2,5 vezes o peso do papel conforme ISTA (International Seed Testing Association, 1995). Foram semeadas 50 sementes por rolo e por repetição, sendo esses rolos inseridos em sacos de polietileno, permanecendo os mesmos em câmara regulada à temperatura constante de 10°C por um período de sete dias. Após este período, os rolos foram transferidos para um germinador do tipo BOD, seguindo-se os procedimentos do teste de germinação.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em um esquema fatorial 2 x 3 com dois genótipos: Solo e Formosa; e três períodos de repouso: (sem repouso e repouso por 10 dias a 10° C e 10 dias a 25° C), com 4 repetições. As comparações entre as médias foram realizadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 observa-se que houve efeito significativo para genótipos, para o repouso pós-colheita e para interação genótipos x repouso pós-colheita, em relação a todas as características avaliadas. A precisão do experimento avaliada pelo coeficiente de variação foi considerada satisfatória para todos os testes.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis de germinação (G), da primeira contagem (PG), do índice de velocidade de germinação (IVG), do comprimento de radícula (CR) e teste de frio (TF) para sementes de *Carica papaya* L., em função do genótipo e da condição de repouso dos frutos.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios				
		G	PC	IVG	CR	TF
Genótipo (G)	1	2688,1570*	88,1667*	2,7337*	18,3750*	1120,6670*
Tratamento (T)	2	6333,1670*	15509,5000*	18,4217*	7401,7510*	1778,0000*
G x T	2	918,1667*	325,1667*	1,2718*	814,6250*	1298,6670*
Resíduo	18	17,3889	29,1200	0,1570	4,4430	17,7777
CV (%)		6,17	9,48	5,55	8,97	5,11

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

Na Figura 1 pode ser observada a coloração dos frutos que mudou de acordo com a condição em que foram armazenados. Os frutos armazenados por 10 dias a 25° C adquiriram uma coloração amarela, o que evidencia um amadurecimento mais acentuado, enquanto que os frutos armazenados por 10 dias a 10° C permaneceram verdes e sem alterações visíveis em relação aos frutos sem repouso, em razão, provavelmente, do metabolismo bem mais lento nesta condição de baixa temperatura.

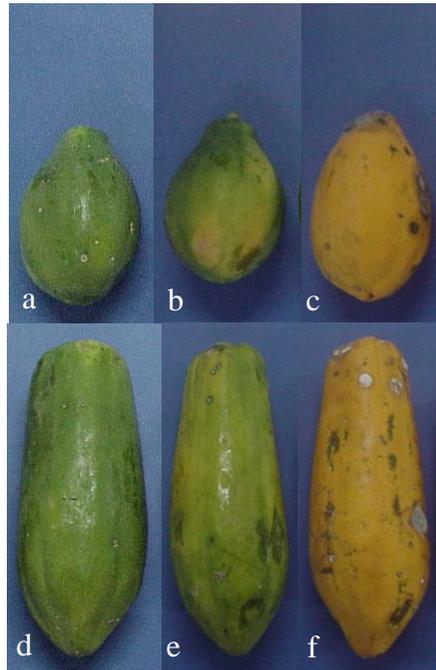


Figura 1. (a) Fruto do genótipo Solo sem repouso; (b) Fruto do genótipo Solo armazenado por 10 dias a 10° C; (c) Fruto do genótipo Solo armazenado por 10 dias a 25° C; (d) Fruto do genótipo Formosa sem repouso; (e) Fruto do genótipo Formosa armazenado por 10 dias a 10° C; (f) Fruto do genótipo Formosa armazenado por 10 dias a 25° C.

Os resultados do teste de germinação encontram-se na Figura 2. A amostra de sementes do genótipo Solo armazenados por 10 dias a 25° C, alcançou o maior percentual germinativo, 93,5%, ao passo que, para as amostras de sementes de frutos sem repouso e armazenados a 10° C, os percentuais foram iguais a 31,5% e 46,0%, respectivamente. Para as amostras de sementes do genótipo Formosa os percentuais de 91 e 97% foram obtidos com as sementes dos frutos armazenados a 10° C e 25° C, respectivamente, seguido por 46,5% correspondente às amostras cujas sementes vieram dos frutos que ficaram sem o repouso. O armazenamento contribuiu para um aumento no percentual germinativo das amostras de sementes de ambos os genótipos. Todavia, para os frutos do genótipo Formosa a temperatura não foi um fator significativo para a melhoria da qualidade das sementes, ao contrário dos frutos do genótipo Solo,

onde a temperatura mais alta propiciou a maior média de germinação. Os resultados, em relação aos frutos do genótipo Solo divergiram daqueles encontrados por Balbinot et al. (2004), que observaram um aumento considerável no percentual germinativo quando as sementes dos frutos foram armazenadas a temperatura de 10° C.

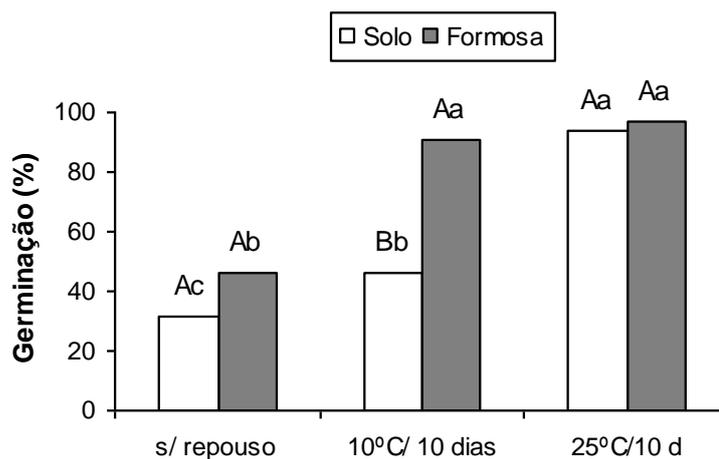


Figura 2 - Germinação de sementes de mamão dos grupos Solo e Formosa, de acordo com a condição de repouso dos frutos (Letras maiúsculas entre os grupos e letras minúsculas entre os tratamentos não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de tukey)

Pelos resultados observados na Tabela 2, relativos aos testes de vigor para ambos os genótipos, os maiores valores foram obtidos para as sementes dos frutos armazenados a 25° C, com exceção do teste de frio para o genótipo Formosa, para qual não se verificou diferença entre os tratamentos. O vigor, expresso na primeira contagem, foi de 1% nas sementes dos frutos sem repouso para ambos os genótipos. Para as sementes dos frutos armazenados a 10° C durante 10 dias, o vigor foi de 4% para o genótipo Solo e 29% para o Formosa. Para as sementes dos frutos armazenados a 25°C durante 10 dias, o vigor alcançou os valores de 83 e 95% para os genótipos Solo e Formosa, respectivamente.

Estes resultados evidenciam a necessidade de repouso dos frutos para se obter sementes mais vigorosas. Resultados semelhantes foram encontrados por

Aroucha (2004) e Balbinot et al. (2004), trabalhando com sementes de mamão; Pedrosa et al. (1987) e Araújo et al. (1982), trabalhando com sementes de abóbora, em que o armazenamento dos frutos teve efeito na germinação e no vigor das sementes.

O baixo vigor das sementes logo após a colheita dos frutos ratificam as informações da literatura, de que as sementes de mamão possuam germinação desuniforme e lenta (Yahiro, 1979; Yahiro e Oryoji, 1980; Viggiano, 1999).

O comprimento da radícula das sementes, provenientes dos frutos armazenados a 25°C, aos 14 dias, foi de 66,6 e 49,1 mm, para os genótipos Solo e Formosa, respectivamente, enquanto que para as sementes obtidas dos frutos sem repouso não ocorreu a emergência da radícula neste mesmo período.

Após o teste de frio, observou-se um aumento no percentual germinativo das sementes dos frutos sem repouso de ambos os genótipos. Os valores foram comparados aos encontrados no teste de germinação e aumentaram de 31,5 para 45% no genótipo Solo e de 46,5 para 88% no Formosa. Após o armazenamento dos frutos do genótipo Solo a 10° C, notou-se também que o percentual aumentou de 45 para 86%. Provavelmente, a temperatura baixa pode ter contribuído com a superação da dormência, servindo não como um teste de vigor, mas sim como um tratamento pré-germinativo para as sementes.

Tabela 2 – Valores médios de primeira contagem, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de plântula e teste de frio em função do genótipo e período de repouso dos frutos de mamão.

Grupo	Primeira contagem (%)			IVG			Comprimento de plântula (mm)			Teste de Frio (%)		
	S/Repouso	10°C/10d	25°C/10d	S/Repouso	10°C/10d	25°C/10d	S/Repouso	10°C/10d	25°C/10d	S/Repouso	10°C/10d	25°C/10d
Solo	1 Ab	4 Bb	83 Aa	0,70 Ac	1,19 Bb	3,88 Aa	0 Ab	1.25 Bb	66.60 Aa	45 Bb	86 Aa	97Aa
Formosa	1 Ac	29 Ab	95 Aa	1,11 Ac	2,76 Ab	3,92 Aa	0 Ac	24.00 Ab	49.10 Aa	88 Aa	87 Aa	94 Aa

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

CONCLUSÕES

O repouso dos frutos por 10 dias a 25°C aumentou significativamente a germinação e vigor das sementes de mamão de ambos os genótipos.

Na condição de 10 dias a 10° C, o repouso dos frutos também causou melhoria na qualidade fisiológica das sementes, sendo seu efeito mais acentuado no genótipo Formosa.

A temperatura baixa (10°C) do teste de frio contribuiu como um tratamento pré-germinativo e não como um teste de vigor para ambos os genótipos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarenga, E. M.; Silva, R. F.; Araújo, E. F.; Cardoso, A. A. (1984) Influência da idade e armazenamento pós-colheita dos frutos na qualidade de sementes de melancia. *Horticultura Brasileira*, Brasília, n.2, v.2, p.5-8.
- Araújo, E. F.; Mantovani, E. C.; Silva, R. F. (1982) Influência da idade e armazenamento dos frutos na qualidade de sementes de abóbora. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.4, n.1, p.77-87.
- Aroucha, E. M. M. (2004) *Influência do estágio de maturação, da época de colheita e repouso dos frutos e do osmocondicionamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão (Carica papaya L.)*. 2004. 102f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.
- Balbinot, E. (2004) *Importância do manejo dos frutos na secagem e armazenamento de sementes de mamão (Carica papaya L.)*. 2004. 52f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.

- Balbinot, E.; Silva, R. F.; Berbert, P. A. (2004) Secagem de sementes e manejo dos frutos de mamão (*Carica papaya* L.). In: II Reunião de Pesquisa do Frutimamão, Campos dos Goytacazes, 2004. *Resumo*. Campos dos Goytacazes: UENF, p. 379.
- Barbedo, C. J.; Nakagawa, J.; Barbedo, A. S. C.; Zanin, A. C. W. (1994a) Influência da idade e do período de repouso pós-colheita dos frutos de pepino cv. Rubi na qualidade fisiológica de sementes. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.12, n.2, p. 118-124.
- Barbedo, A. S. C.; Zanin, A. C. W.; Barbedo, C. J.; Nakagawa, J. (1994b) Efeitos da idade e do período de repouso pós-colheita dos frutos sobre a qualidade de sementes de berinjela. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.12, n.1, p. 14-18.
- Barbedo, C. J.; Nakagawa, J.; Barbedo, A. S. C.; Zanin, A. C. W. (1997) Qualidade fisiológica de sementes de pepino cv. Pérola em função da idade e do tempo de repouso pós-colheita dos frutos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.32, n.9, p. 1-7.
- Brasil. (1992) Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para Análise de Sementes*. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365p.
- Carvalho, G. J. (1979) *Maturação de Sementes*. Belo Horizonte, EMATER-MG, 6p. (série sementes, 004).
- Carvalho, N. M., Nakagawa, J. (2000) *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. Campinas: Fundação Cargil, 588p.
- Castro, M. M.; Godoy, A. R.; Cardoso, A. I. I. (2004) Qualidade de sementes de jiló 'Morro Grande,' em função da idade e do armazenamento dos frutos., *Horticultura Brasileira*, Brasília, Suplemento, v.22, n.2, p. 418.

Coelho, R. C.; Liberal, O. H. T.; Coelho, R. G. (1980) Efeito da idade do fruto na qualidade da semente de jiló (*Solanum gilo* Raddi). In: XX Congresso Brasileiro de Olericultura, Brasília 1980. *Resumos...* Brasília, Sociedade de Olericultura do Brasil, p. 190.

Dias, D. C. F. (2001) Maturação de sementes. *Seed News*, v.5, n.6.

Ikuta, H. (1981) Produção de sementes híbridas F₁ de berinjela e couve-flor. In: *Curso de produção e tecnologia de sementes de hortaliças*, 1, Brasília, 1981. Brasília: Embrapa- CNPH, p. 1-4.

International Seed Testing Association - ISTA. (1995) Handbook of vigour test methods. 3.ed. Zürich, 117p.

Maguire, J. D. (1962) Speed of germination-aid seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v.2, n.2, p.176-177.

Mantovani, E. C.; Silva, R. F.; Casali, V. W. D.; Conde, A. R. (1980) Desenvolvimento e maturação fisiológica de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.). *Revista Ceres*, Viçosa, v.27, n.152, p.356-368.

Medina, M. C. (1995) Cultura. In: ITAL. *Mamão: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos*. Campinas: ITAL, p.1-177.

Moraes, O. M.; Souza, R. T.; Nakagawa, J. (2001a). Maturação de vagens, forma de secagem e qualidade fisiológica de sementes de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). In: Congresso Brasileiro de Sementes, 12., 2001, Curitiba. *Informativo ABRATES*, Curitiba, v.11, p.61.

Moraes, O. M.; Souza, R. T.; Nakagawa, J. (2001b). Maturação, formas de secagem e qualidade fisiológica de sementes de soja. In: Congresso Brasileiro de Sementes, 12., 2001, Curitiba. *Informativo ABRATES*, Curitiba, v.11, p.61.

- Nakagawa, J.; Cavariani, C.; Zucareli, C. (2005). Maturação, formas de secagem e qualidade fisiológica de sementes de mucuna-preta. *Revista Brasileira de Sementes*, v.27, n.1, p.45-53.
- Passam, H. C.; Akoumianakis, K.; Sagiannidi, A. (1998) The effect of time of sowing on the production of okra (*Hibiscus esculentus* L.) seed in the Mediterranean region. *Plant Varieties and Seeds*, Athens, v.11, n.3, p.145-150.
- Pedrosa, J. F.; Oliveira, G. M.; Bezerra Neto, F.; Monteiro, M. R. (1987) Influência da idade e armazenamento do fruto na produção e qualidade de sementes de *Cucurbita maxima x moschata*. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.5,n.2, p.15-17.
- Popinigis, F. (1985) *Fisiologia da semente*. Brasília: AGIPLAN. 289p.
- Viggiano, J. R. (1999) *Influência do teor de umidade, tipo de embalagem e ambiente de armazenamento na conservação de sementes de mamão (Carica papaya L.)*. 1999. 67f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.
- Yahiro, M. (1979) Effects of seed-pretreatments on the promotion of germination in papaya, *Carica papaya* L. *Memorial Faculty Agriculture*, Kagoshima University. v.15, p.49-54.
- Yahiro, M.; Oryoji, Y. (1980) Effects of gibberellin and cytokinin treatments on the promotion of germination in papaya, *Carica papaya* L., seeds. *Memorial Faculty Agriculture*, Kagoshima University, v.16, p.45-51.

3.2. EFEITO DO PÓLEN (XÊNIA) NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E FISIOLÓGICAS DE SEMENTES DE MAMÃO

RESUMO

A ocorrência do fenômeno xênia, considerado como o resultado do cruzamento que se manifesta na primeira geração da planta mãe, há muito é conhecida. Entretanto, pouco é conhecido a respeito da contribuição do efeito do pólen no comportamento das sementes de mamão, notadamente se ele interfere significativamente na qualidade fisiológica das sementes. Objetivou-se neste trabalho, avaliar a influência do pólen nas características físicas e fisiológicas das sementes de mamão. As sementes utilizadas foram provenientes de frutos oriundos de polinização manual, correspondente aos seguintes tratamentos: T1- Frutos do grupo Solo autofecundados; T2 - Frutos do grupo Formosa autofecundados; T3 – Frutos provenientes do cruzamento Solo x Formosa (semente F_1); T4 - Frutos provenientes do cruzamento Formosa x Solo (semente F_1 recíproca); T5 – Frutos provenientes do T3 autofecundado (semente F_2); T6 - Frutos provenientes do T4 autofecundado (semente F_2 recíproca). Foram realizadas as seguintes determinações e testes: número de sementes por fruto, tamanho da semente, peso de mil sementes, testes de germinação, primeira contagem, envelhecimento acelerado, comprimento da radícula, hipocótilo e frio. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 4 repetições, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Pelo resultado obtido, não se verificou efeito da origem do pólen nas características físicas das sementes, podendo-se inferir que não houve efeito

da xênia. Para qualidade fisiológica das sementes não foi possível avaliar o efeito da xênia, uma vez que, observou-se a manifestação precoce da heterose.

ABSTRACT

The occurrence of the xenia phenomenon, considered as the result of the crossing that is manifested in the first generation of the mother plant, has been known for many years. However, little is known regarding the contribution of the effect of the pollen in the behavior of the papaya seeds, especially if it intervenes significantly with the physiological quality of the seeds. It was aimed with this to evaluate the influence of the pollen in the physical and physiological characteristics of the papaya seeds. The seeds used had been proceeding from the hand pollinated fruits, corresponding to the following treatments: T1 - selfed fruits of Solo group; T2 – selfed fruits of Formosa group; T3 - Fruits proceeding from Solo x Formosa crossing (F_1 seeds); T4 - Fruits proceeding from Formosa x Solo crossing (F_1 seeds reciprocal); T5 - Fruits proceeding from selfed T3 (F_2 seeds); T6 - Fruits proceeding from selfed T4 (F_2 seeds reciprocal). The following determination and tests had been carried out: weight of the fruits, number of seeds per fruit, seed size, weight of a thousand seeds, and tests of germination, first counting, accelerated aging, length of radicle, hypocotyle and cold. A completely randomized block design was used with four replications and the means were compared by the Tukey test at 5% probability. According to the results, it wasn't verified effect of the origin of the pollen in the physical characteristics of the seeds, being able to infer that there wasn't effect of the xenia. It wasn't possible to evaluate the effect of xenia to the physiological quality of the seeds, as it was observed the premature manifestation of the heterosis.

INTRODUÇÃO

Xênia é originário do grego *xenos*, que significa “um estranho ou hóspede” (Denney, 1992). Este mesmo autor define xênia como o efeito do pólen no embrião e endosperma, alterando cor, formato, textura e peso das sementes de frutíferas e de grãos.

O fenômeno de xênia pode afetar o peso do pericarpo, mesocarpo, endosperma ou do embrião, como também na forma, cor, composição química e tempo de desenvolvimento da semente (Bullant & Gallais, 1998; Denney, 1992).

Diante de diversas definições e confusões dos termos, pode-se considerar xênia como sendo o efeito do pólen no embrião e endosperma, alterando suas características genéticas e proporcionando mudanças qualitativas e quantitativas (Pereira, 2003).

Particularmente, a xênia é bem conhecida na cultura do milho, onde o endosperma pode mostrar variedades de cores dependendo do pólen de origem. Segundo Duc et al. (2001), em hortaliças, várias características qualitativas em sementes podem ser consideradas como fenômeno de xênia, por exemplo, cotilédones verdes e semente enrugada.

De acordo com Freytag (1979), citado por Pereira (2003), quando plantas recebem pólen estranho, esse pode modificar geneticamente a semente e o endosperma, proporcionando um aumento na produção de hormônios em razão da presença de genes favoráveis ou dominantes, com reflexos no peso, tamanho, forma e outros caracteres das sementes.

Crane e Iwakiri (1980) observaram efeito xênia em pistache, mostrando que, dependendo do tipo de pólen utilizado, a semente pode ser modificada.

O efeito do pólen também foi observado no peso da semente de avelã em dois anos de estudos onde foram avaliados os efeitos da xênia. Observou-se que a mistura do pólen de dois cultivares aumentou o peso da semente quando comparado aos de autofecundação (Rahemi e Mojadad, 2001).

A manifestação do efeito xênia nos caracteres relacionados ao endosperma e ao embrião tem sido relatado em várias pesquisas (Davarynijad et al., 1994; Seka & Cross, 1995a; Bullant et al., 2000). De acordo com Kiran &

Wicks (1990), citado por Seka & Cross (1995b), verifica-se que o peso médio de grãos de milho provenientes de cruzamento pode superar os de autofecundação em até 16% e é variável com as linhagens e/ou híbridos envolvidos no cruzamento. Kiesselbach (1926), citado por Mercer et al. (2002), mostrou aumento de 35% na produção de milho utilizando cruzamento sweet x dent quando comparado com sweet x sweet. Tsai & Tsai (1990) encontraram aumento de 30% na produção de grãos de milho e 44% no acúmulo de proteína em híbridos que são polinizados mais cedo. Desse modo, a manifestação de xênia pode alterar o desempenho de uma determinada linhagem ou híbrido, dependendo do polinizador utilizado.

Mercer et al. (2002) observaram que o efeito de xênia na cultura do milho contribuiu com o incremento no peso dos grãos e, conseqüentemente, na produtividade média da planta. Resultados semelhantes foram relatados por Tsai & Tsai (1990) e Bullant & Gallais (1998). No mesmo experimento constatou-se também que o efeito de xênia dependeu da linhagem utilizada como genitora feminina.

Os resultados de xênia podem ser interpretados como uma manifestação precoce da heterose, a qual aumenta a habilidade de o endosperma, modificado geneticamente por polinização cruzada, em acumular os fotoassimilados, determinando assim o peso final do grão. Quanto maior a diferença genética entre a planta receptora e a planta doadora de pólen, maiores são as chances de esse fenômeno ocorrer (Denney, 1992).

Efeito da heterose na germinação e vigor das sementes já foi constatado por vários autores (Mino & Inoue, 1994; Yahamada et al., 1985; Causse et al., 1995; Gomes et al., 2000). Mino & Inoue (1994), trabalhando com milho, associaram a maior atividade metabólica de RNA, proteínas e DNA nos embriões híbridos à promoção de uma germinação mais rápida e também ao crescimento mais vigoroso desses materiais em comparação com os embriões de linhagens endogâmicas. Causse et al. (1995) descreveram essa superioridade dos híbridos de milho em termos de metabolismo mais eficiente de proteínas e lipídeos, que se refletia no desenvolvimento de um eixo embrionário mais vigoroso e na maior germinação de sementes híbridas. Mercer et al. (2002) verificaram que a porcentagem de germinação e o peso seco das plântulas das sementes de milho

oriundas de polinização cruzada foram superiores as autofecundadas.

Os resultados encontrados na literatura mostram que os efeitos de xênia ocorrem em cruzamentos específicos, ou seja, quando há uma combinação específica de genes que se completam. Teoricamente, embora se admita a grande importância da capacidade específica de combinação para manifestação de tais efeitos, é possível esperar que sejam encontrados genótipos com alta capacidade geral de combinação para o fenômeno xênia.

Praticamente nada se conhece sobre a existência da xênia em sementes de mamão, entretanto, esclarecimentos do fenômeno poderiam ser úteis na seleção dos genitores de híbridos, na obtenção de sementes de maior qualidade e, conseqüentemente, na maior produtividade.

Objetivou-se com este trabalho, esclarecer a existência do fenômeno xênia em sementes de mamão, o que poderá auxiliar neste caso específico na produção de sementes de alta qualidade do híbrido UENF/Caliman 01 e na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de um banco de germoplasma in vivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Tecnologia e Produção de Sementes do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, em Campos dos Goytacazes – RJ e os frutos para extração das sementes foram provenientes da Empresa Caliman Agrícola, em Linhares-ES.

As sementes utilizadas foram provenientes de frutos oriundos de polinização manual, colhidos no estágio II de maturação e os tratamentos foram os seguintes:

Tratamento 1 (S) - Frutos de plantas do grupo Solo, Sunrise Solo 72/12, proveniente de autofecundação.

Tratamento 2 (F) - Frutos de plantas do grupo Formosa, JS12, proveniente de autofecundação.

Tratamento 3 (S x F) - Frutos proveniente do cruzamento : Genitor feminino do grupo Solo x Genitor masculino Formosa (semente F_1).

Tratamento 4 (F x S) - Frutos proveniente do cruzamento : Genitor feminino Formosa x Genitor masculino Solo (semente F_1 recíproca).

Tratamento 5 ($F_{2-S} \times F$) - Frutos provenientes da autofecundação de plantas oriundas do tratamento 3 (semente F_2).

Tratamento 6 ($F_{2-F} \times S$) - Frutos provenientes da autofecundação de plantas oriundas do tratamento 4 (semente F_2 recíproca).

A extração das sementes após o amadurecimento completo dos frutos foi realizada manualmente, utilizando uma peneira e escova de cerdas plásticas para a remoção completa da sarcotesta, e foram secas em secador de leito fixo, a uma temperatura de 38°C, até atingirem teor de umidade entre 7 e 8%. As avaliações referentes à qualidade fisiológica das sementes foram realizadas imediatamente após o beneficiamento das sementes.

As determinações realizadas foram: número de sementes por fruto, peso de mil sementes, tamanho (comprimento e largura) e teor de água. A qualidade fisiológica das sementes, correspondente aos tratamentos foi avaliada pelos testes: germinação, primeira contagem, envelhecimento acelerado, teste de frio, comprimento da plântula, emergência de plântula em casa de vegetação e índice de velocidade de emergência, descritos a seguir:

Número de sementes por fruto - Para a determinação do número de sementes por fruto foram contadas as sementes de pelo menos 10 frutos de cada tratamento.

Peso de Mil Sementes - O peso de mil sementes foi determinado pela contagem ao acaso, de oito subamostras de 100 sementes, as quais foram pesadas, sendo os valores do peso de mil sementes expressos em gramas, com uma casa decimal, conforme Brasil (1992).

Tamanho das sementes - Para determinação do tamanho (comprimento e largura) das sementes com maior exatidão foi utilizado o programa ImageJ versão 1,32j. Os resultados foram expressos em cm.

Teor de água - Determinado segundo as prescrições das Regras para Análise de Sementes, utilizando-se 2 sub-amostras de 5 g de sementes, pelo Método de Estufa a 130°C por 1 hora. O teor de água das sementes foi expresso em porcentagem de base úmida (Brasil, 1992).

Teste de germinação - foi montado de acordo com as prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992) com algumas modificações. Foram utilizadas 4 subamostras de 50 sementes por repetição, em rolo de papel germiteste, umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram colocados no interior de sacos de polietileno transparente para manter a umidade. Os germinadores do tipo BOD foram regulados à temperatura alternada de 20-30°C (16 h de escuro e 8 h de luz, respectivamente). As contagens foram realizadas aos 14 e 30 dias após a montagem do teste, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

Primeira contagem de germinação - Realizado conforme a metodologia prescrita para o teste de germinação, sendo o resultado expresso pela porcentagem das plântulas normais, observadas na primeira avaliação, ou seja, no décimo quarto dia após o início do teste.

Comprimento da radícula - foi realizado com quatro subamostras de 20 sementes, colocadas no terço superior do papel germitest, previamente umedecido com água destilada e acondicionado em forma de rolo. Estes rolos foram inseridos em sacos de polietileno e colocados no germinador com temperatura de 20-30°C. A avaliação e as medidas foram realizadas no décimo quarto dia, quando a raiz principal foi mensurada com auxílio de uma régua milimetrada. O comprimento médio por plântula (cm/plântula) foi calculado dividindo-se o somatório dos valores obtidos pelo número de sementes semeadas.

Comprimento do hipocótilo - foi realizado conforme descrito acima, sendo o hipocótilo a parte mensurada da plântula.

Envelhecimento acelerado - foram pesadas, aproximadamente, 5 gramas de sementes de cada tratamento, as quais foram distribuídas uniformemente sobre tela de arame no interior da caixa "gerbox", contendo 40 ml de água destilada. As caixas com as respectivas tampas foram transferidas para uma câmara BOD, regulada à temperatura de 42 por 96 horas. Após estes

períodos as sementes foram colocadas para germinar conforme os procedimentos prescritos para o teste de germinação.

Teste de frio - Para o teste foi utilizado o substrato rolo de papel, umedecido com água destilada na razão de 2,5 vezes o peso do papel, conforme metodologia proposta pelo Comitê de Vigor da International Seed Testing Association (ISTA, 1995). A seguir, foram semeadas quatro repetições de 50 sementes e os rolos colocados em sacos plásticos, permanecendo em câmara regulada à temperatura constante de 10°C por um período de sete dias. Depois, o teste foi conduzido de acordo como os procedimentos do teste de germinação.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 4 repetições. As comparações entre médias foram realizadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Características físicas:

O resumo da análise de variância encontra-se na Tabela 1. Os quadrados médios dos tratamentos (genitores, F_1 's e F_2 's), para todas as características físicas avaliadas, foram significativos, indicando uma variabilidade entre os materiais estudados. Os coeficientes de variação para todas as características avaliadas retrataram uma precisão experimental aceitável.

Tabela 1 – Quadrados médios, médias e coeficientes de variação das análises de variância para os caracteres número de sementes/fruto (N.S.), comprimento da semente (C.S.), largura da semente (L.S.) e peso de mil sementes (P.M.), em função da polinização controlada em frutos de mamoeiro.

F.V.	G.L.	N.S.	C.S. (cm)	L.S. (cm)	P.M.S. (g)
Tratamentos	5	86546,36*	0,0218*	0,0087*	67,0486*
Resíduo	18	11629,51	0,0003	0,0001	0,0374
Média	-	792,7083	0,6058	0,4571	18,35
C.V. (%)	-	13,60	2,88	2,63	1,05

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Na Figura 1 encontram-se os frutos utilizados para a extração das sementes. Os frutos S, F, $F_{2-S \times F}$ e $F_{2-F \times S}$ foram oriundos de flores hermafroditas, por isso apresentam formato piriforme e, $S \times F$ e $F \times S$ originários de flores femininas, com formato mais arredondado.



Figura 1 – Frutos correspondentes aos diversos tratamentos utilizados para a extração das sementes.

Os resultados para número de sementes por fruto encontram-se na Tabela 2. Para os genitores (S e F) o número de sementes por fruto foi superior ao encontrado por Martins (2003) com frutos do mesmo grupo, porém cultivares diferentes, 353,1 para Golden e 616 para Tainung 01.

Em relação aos tratamentos S x F e F x S, o pólen não influenciou esta característica, uma vez que o número de sementes por fruto desses tratamentos foi semelhante aos dos genitores femininos. No entanto, estes tratamentos apresentam um maior número de sementes quando comparado aos genitores femininos, isto provavelmente pode ser explicado pelo fato de estes frutos serem originários de flores femininas, onde a cavidade ovariana é maior, conseqüentemente, o número de sementes também.

Tabela 2 - Valores médios do número de sementes por fruto em função dos diferentes controles de polinização.

Tratamentos	Número de sementes/fruto
S	590,75 b
F	728,00 ab
S x F (F ₁)	710,50 b
F x S (F ₁)	955,75 a
F _{2-S x F}	806,25 a
F _{2-F x S}	965,00 a

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Em relação ao tamanho da semente, considerando o comprimento e a largura (Tabela 3), observa-se que não houve efeito de xênia, pois o tamanho das sementes F₁ (S x F e F x S) são semelhantes ao tamanho das sementes dos genitores femininos, neste caso, S e F, respectivamente. Para as sementes F₂ de ambos os tratamentos pode ser observado que as maiores sementes foram encontradas nos maiores frutos (de maior peso).

Tabela 3 – Valores médios do tamanho (comprimento e largura) das sementes em função dos diferentes controles de polinização.

Tratamentos	Comprimento (cm)	Largura(cm)
S	0,5700 c	0,4288 c
F	0,6925 a	0,5075 a
S x F (F ₁)	0,5025 d	0,3975 d
F x S (F ₁)	0,6800 a	0,5075 a
F _{2-S x F}	0,6275 b	0,4775 b
F _{2-F x S}	0,5625 c	0,4225 c

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

As sementes provenientes dos frutos do grupo Formosa, cultivares ou híbridos, normalmente são maiores em relação às sementes de frutos do grupo Solo. Na Figura 1 essa diferença pode ser observada em sementes com e sem sarcotesta.



Figura 1 – Sementes referentes a frutos do grupo Formosa e Solo, da esquerda para direita, com e sem sarcotesta.

Na Tabela 4, verifica-se que todos os tratamentos diferiram entre si em relação ao peso de mil sementes. No entanto, pode-se constatar que as sementes F₁ (S x F e F x S) mostraram peso de mil sementes semelhante aos dos seus genitores femininos, o que significa que não houve efeito de xênia.

Tabela 4 – Valores médios do peso de mil sementes em função dos diferentes controles de polinização.

Tratamentos	Peso de mil sementes (g)
S	15,43 d
F	22,47 b
S x F (F ₁)	14,13 e
F x S (F ₁)	24,14 a
F _{2-S x F}	18,20 c
F _{2-F x S}	15,71 d

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Para sementes de milho, onde o efeito de xênia já foi confirmado, vários trabalhos observaram incremento no peso dos grãos dependendo do polinizador utilizado (Tsai & Tsai, 1990; Weiland, 1992; Seka & Cross, 1995b; Bullant & Gallais, 1998; Mercer et al., 2002; Pereira, 2003).

Martins (2003) e Aroucha (2004) obtiveram valores de peso de mil sementes semelhantes para sementes do grupo Solo, porém cultivar diferente deste trabalho, sendo 16,69 e 16,4 g, respectivamente. Para o grupo Formosa, que pode ser comparado com as sementes F₂, os mesmos autores encontraram 17,27 e 20,6g. A pequena diferença de peso obtido em relação ao grupo Solo e a maior variação em relação ao grupo Formosa pode estar associada ao peso dos frutos.

Considerando a ausência de xênia para os atributos físicos (comprimento, largura e peso de mil sementes), a ação gênica se manifesta na planta F₁, portanto, nas sementes F₂. Observando-se os valores dos genitores e da geração F₂(F_{2-S x F}), conclui-se por uma tendência de ação gênica do tipo aditiva.

- Qualidade Fisiológica

O resumo da análise de variância dos dados encontra-se na Tabela 5. Os resultados obtidos nos testes de germinação e vigor (primeira contagem, envelhecimento acelerado, teste de frio, comprimento da radícula e comprimento do hipocótilo) revelaram efeito significativo entre os tratamentos. A precisão do experimento avaliada pelo coeficiente de variação foi considerada satisfatória para todos os testes, com C.V. sempre inferior a 10%.

Tabela 5 – Quadrados médios, médias e coeficientes de variação das análises de variância para os testes de germinação (G.) e vigor (primeira contagem (P.C.), envelhecimento acelerado (E.A.), teste de frio (T.F.), comprimento da radícula (C.R.) e comprimento do hipocótilo (C.H.)).

F.V.	G.L.	G. (%)	P.C. (%)	E.A. (%)	T.F. (%)	C.R. (cm)	C.H. (cm)
Tratamentos	5	57,1666 *	340,9416*	419,3416*	58,5416*	1,5254*	1,4186*
Resíduo	18	4,3055	8,5694	10,1250	6,3472	0,0645	0,1058
Média	-	92,33	84,71	89,95	93,71	6,0958	5,0416
C.V. (%)	-	2,25	3,45	3,54	2,69	4,17	6,45

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 6 encontram-se os valores do teste de germinação referentes aos diferentes tratamentos. Os dados indicaram superioridade das sementes F_1 em relação aos genitores quanto a esta característica. Por meio desses resultados não foi possível avaliar a existência do fenômeno da xênia, em razão de os valores de germinação das sementes F_1 terem sido superiores aos dos seus genitores e não semelhantes.

Verifica-se que a germinação apresentou valores elevados para todos os tratamentos, porém a germinação das sementes F_1 (S x F e F x S) e $F_{2-F \times S}$ foram superior. Martins et al. (2006), com os mesmos genótipos referentes aos progenitores utilizados neste trabalho, Sunrise Solo 72/12 e JS 12, encontraram

valores de germinação de 94 e 97 %, respectivamente. A pequena diferença entre os resultados entre os citados trabalhos pode estar associada ao maior controle do repouso dos frutos antes da extração das sementes. Quanto às sementes F_2 ($F_{2-S \times F}$ e $F_{2-F \times S}$) não se verificou perda em relação à germinação.

Tabela 6 – Valores médios de germinação em função dos diferentes controles de polinização.

Tratamentos	Germinação (%)
S	90 ab
F	87 bc
S x F (F_1)	94 a
F x S (F_1)	95 a
$F_{2-S \times F}$	92 ab
$F_{2-F \times S}$	97 a

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Esses resultados evidenciam a manifestação precoce da heterose para a característica germinação, uma vez que os valores de germinação das sementes F_1 foram superiores a média dos genitores. O melhor desempenho das sementes F_1 é resultante do efeito heterótico alcançado pelo cruzamento de linhagens que possuem boa capacidade combinatória (Gomes et al., 2000).

No trabalho desenvolvido por Marya & Jones (1983) foi observado menor número de sementes germinadas das linhagens em relação às sementes híbridas, resultados estes também verificados nesta pesquisa.

Os resultados da germinação na primeira contagem e dos testes de envelhecimento acelerado, frio, comprimento da radícula e comprimento do hipocótilo encontram-se na Tabela 7. Os valores encontrados de modo geral foram elevados, indicando que estas sementes tinham alto vigor, evidenciado principalmente após a exposição das sementes as condições de estresse, peculiares aos testes de envelhecimento e frio.

Tabela 7 - Valores médios de vigor (primeira contagem (P.C.), envelhecimento acelerado (E.A.), Teste de frio (T.F.), comprimento de radícula (C.R.) e comprimento do hipocótilo (C.H.)) em função dos diferentes controles de polinização.

Tratamentos	P.C. (%)	E.A. (%)	T.F. (%)	C.R. (cm)	C.H. (cm)
S	89 a	94 a	91 ab	5,8 b	5,0 ab
F	86 ab	90 ab	87 b	5,9 b	4,4 b
S x F (F ₁)	87 ab	99 a	95 a	6,8 a	5,7 a
F x S (F ₁)	87 ab	89 ab	96 a	6,7 a	5,6 a
F _{2-S x F}	86 ab	92 a	97 a	6,1 b	5,1 a
F _{2-F x S}	94 a	96 a	96 a	5,2 c	4,4 b

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A verificação do efeito de xênia com base no vigor, também não pode ser confirmada, devido aos valores terem sido muito semelhantes entre os genitores (S e F) e as sementes F₁ (S x F e F x S), e, em alguns casos, as sementes F₁ alcançaram valores expressivamente superiores a ambos os pais. Para o vigor a indicação mais lógica também é de uma manifestação precoce da heterose.

Como foi observado anteriormente na germinação, as sementes F₂ (F_{2-S x F} e F_{2-F x S}) não perderam vigor quando comparadas as sementes F₁ nos valores de germinação obtidos na primeira contagem e nos testes de envelhecimento acelerado e frio. Segundo Doria et al. (1999), para o híbrido Tainung 01, esse pode ser cultivado até a geração F₂ sem perda de produtividade e vigor, desde que a geração F₂ seja formada a partir de sementes de mamão de plantas matrizes selecionadas.

As bases do vigor híbrido para qualidade fisiológica de sementes não estão totalmente elucidadas, no entanto, parece evidente o envolvimento de hormônios como auxinas (Tafari, 1966) e giberelinas (Rood et al., 1983 e 1990). Resultados de pesquisa têm indicado que a síntese de α -amilase e subsequente hidrólise das reservas de sementes apresentam uma ligação entre as giberelinas e a heterose em sementes de milho (Paleg, 1965).

Uma outra hipótese para este crescimento mais vigoroso é a maior eficiência do sistema enzimático envolvido no processo de germinação. Causse et al. (1995) correlacionaram a maior produção de matéria seca das plântulas híbridas de milho em relação as suas linhagens parentais com a maior atividade da enzima sacarose fosfato sintetase. Entretanto, em alguns trabalhos, isto não foi verificado (Hageman et al., 1967).

Para a germinação por ocasião da primeira contagem (Tabela 7), os tratamentos S e $F_{2-F \times S}$ apresentaram maiores valores, porém, os quais não foram diferentes dos demais tratamentos. Resultados semelhantes foram encontrados por Martins et al. (2006) para genótipos semelhantes aos genitores.

Para o teste de envelhecimento acelerado observou-se que os tratamentos S, S x F, $F_{2-S \times F}$ e $F_{2-F \times S}$ tiveram melhor desempenho, no entanto, também não diferiram dos demais tratamentos.

Segundo Gomes (1999), as estimativas da heterose para o teste de envelhecimento acelerado mostraram-se todas positivas, indicando que as sementes híbridas possuem potencial de armazenamento maior que as sementes das linhagens. De uma maneira geral, à medida que as sementes de linhagens são envelhecidas, há uma redução na atividade da enzima esterase, enquanto nas sementes híbridas houve uma estabilidade maior da atividade da enzima durante o envelhecimento e também na preservação da qualidade fisiológica, sugerindo que as sementes pertencentes as linhagens apresentam menor vigor em relação às sementes híbridas.

No teste de frio observou-se a superioridade na germinação das sementes F_1 em relação aos genitores. Em condição de baixa temperatura, princípio do teste, foram observados altos valores de germinação para todos os tratamentos, sendo ligeiramente inferior para o tratamento F. Valores elevados de germinação neste teste também foram encontrados por Martins et al. (2006), 97 e 94%, referentes aos genótipos dos genitores.

Em relação aos comprimentos da radícula e do hipocótilo foi observado maior comprimento destes em plântulas provenientes das sementes F_1 (S x F e F x S). Esses resultados evidenciam que as plântulas provenientes de sementes F_1 são mais vigorosas em relação aos genitores. Vários autores têm constatado que o vigor híbrido em relação à taxa de crescimento e o potencial de produção

podem estar associados à alta atividade fisiológica e bioquímica das plantas híbridas.

Mino & Inoue (1980, 1986, 1988 e 1989) relatam que o vigor híbrido, manifestado pela rápida germinação e crescimento vigoroso de plântulas, está associado às altas taxas de metabolismo de RNA, proteínas e DNA nos embriões. Em complemento a seus estudos, os autores investigaram o metabolismo de lipídeos e proteínas na germinação de sementes de milho e analisaram o metabolismo da glicose no crescimento de plântulas de milho híbrido. Os resultados indicaram que o elevado metabolismo de proteínas e lipídeos encontrados no embrião faz com que haja um crescimento mais vigoroso das células do eixo embrionário, induzindo a rápida germinação das sementes híbridas (Mino & Inoue, 1988). Em relação ao metabolismo da glicose os resultados sugerem que a rápida ativação da função metabólica no embrião, após o começo da absorção de água, é devida a heterose manifestada no híbrido F_1 , e é um dos fatores preponderante no mecanismo pelo qual o híbrido expressa a heterose no processo de germinação.

Nebiolo et al. (1983) também constataram melhor desempenho das sementes híbridas na síntese de DNA e RNA em relação às suas linhagens parentais.

Odiemah (1989) estudou o controle genético associado a características relacionadas à qualidade de sementes de milho, a partir dos testes de germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, frio e embebição em diferentes temperaturas. O mesmo autor constatou que a heterose ocorreu para todos os caracteres pertinentes a qualidade fisiológica das sementes.

CONCLUSÃO

- Com a ausência de xênia para os atributos físicos das sementes de mamão tais avaliações podem ser conduzidas em bancos de germoplasma, sem a necessidade do controle do pólen. Ou seja, pode-se usar frutos de polinização livre para as análises físicas de sementes.

- Com a manifestação precoce da heterose nas sementes F_1 para atributos fisiológicos das sementes de mamão, concluiu-se que é de extrema importância a realização da polinização controlada para tais determinações. Para avaliar o comportamento do germoplasma (diferentes genótipos per se), pode-se trabalhar com frutos autofecundados, no entanto, para avaliar o comportamento de híbridos, recomenda-se utilizar sementes F_1 .

REFERÊNCIAS

- Aroucha, E. M. M. (2004) *Influência do estágio de maturação, da época de colheita e repouso dos frutos e do osmocondicionamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão (Carica papaya L.)*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 102 p.
- Brasil. (1992) Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para Análise de Sementes*. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365p.
- Bulant, C.; Gallais, (1998) A. Xenia effects in maize with normal endosperm: I. Importance and stability. *Crop Science*, Madison, v.38, p. 1517-1525.
- Bulant, C.; Gallais, A.; Matthys-Rochon, E.; Prioul, J. L. (2000) Xenia effects in maize with normal endosperm: II. Kernel growth and enzyme activities during grain filling. *Crop Science*, Madison, v.40, p.182-189.
- Causse, M.; Rocher, J. P.; Pelleschi, S. (1995) Sucrose phosphate synthase: an enzyme with heterotic activity correlated with maize growth. *Crop Science*, Madison, v. 35, n. 4, p.995-1001.
- Crane, J. C.; Iwakiri, B. (1980) Xenia and metaxenia in pistachio. *HortScience*, California, v.15, n.2, p.184-185.

- Davarynijad, G. H.; Nyeki, J.; Szabo, J. H.; Lakner, Z. (1994) Relationship between pollen donors and quality of fruit of 12 apple cultivars. In: Inter-Symp. on postharvest treatment of horticultural crops. Keeskemet. *Acta Horticultura*, Hungary, v.368, p.344-354.
- Denney, J. O. (1992) Xênia includes metaxenia. *HortScience*, California, v.27, n.7, p.722-728.
- Doria, R. A.; Dantas, J. L. L.; Morales, C. F. G.; Oliveira, A. M. G. (1999) Gerações F₁, F₂ e F₃ do mamoeiro híbrido tainung nº1. III – Produção. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.21, n.1, p.12-16.
- Duc, G.; Moessner, A.; Moussy, F.; Mousset-Déclas, C. A. (2001) Xenia effect on number and volume of cotyledon cells on seed weight in faba bean (*Vicia faba* L.). *Euphytica*, Wageningen, v.117, n.2, p.169-174.
- Gomes, M. S. (1999) *Heterose na qualidade fisiológica de sementes de milho*. Tese (Mestrado em Agronomia) – Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras - UFLA, 78p.
- Gomes, M. S.; Von-Pinho, E. V. R.; Von-Pinho, R. G.; Vieira, M. G. G. C. (2000) Efeito da heterose na qualidade fisiológica de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.22, n.1, p.7-17.
- Hageman, R. H.; Leng, E. R.; Dudley, J. W. (1967) A biochemical approach to corn breeding. *Advances in Agronomy*, New York, v.19, p.45-85.
- ISTA - International Seed Testing Association.(1995) *Handbook of Vigour Test Methods*. 3.ed. Zürich, 117p.
- Lobato, P. N. (2003) *Qualidade de sementes de híbridos duplos de milho obtidas a partir de gerações F₁ ou F₂*. Tese (Mestrado em Agronomia) – Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras - UFLA, 50p.

- Marin, L. D. M. (2001) *Melhoramento genético do mamoeiro (Carica papaya L.): habilidade combinatória de genótipos dos grupos Solo e Formosa*. 2001. 117f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 117p.
- Martins, G. N. (2003) *Influência da seleção do fruto, do peso específico da semente e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão (Carica papaya L.)*. 2003. 48f. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 48p.
- Martins, G. N.; Silva, R. F.; Pereira, M. G.; Araújo, E. F.; Posse, S. C. P. (2006) Influência do repouso pós-colheita de frutos na qualidade fisiológica de mamão. *Revista Brasileira de Sementes, Pelotas*, v.28, n.2, p.142-146.
- Marya, B.; Jones, D. A. (1983) The genetics of maize (*Zea mays* L.) growing at low temperatures. Germination of inbred lines and their F₁'s. *Euphytica, Wageningen*, v.32, n.3, p.535-542.
- Mercer, J. R.; Ramalho, M. A. P.; Raposo, F. V. (2002) Implicações do fenômeno de xênia nos programas de melhoramento de milho. *Ciência Agrotécnica, Lavras*, v.26, n.6, p.1338-1343, nov./dez.
- Mino, M.; Inoue, M. (1994) Analysis of glucose metabolism in the heterotic viability in seedling growth of maize F1 hybrid. *Japan Journal Crop Science, Toquio*, v.63, n.4, p.682-689.
- Mino, M.; Inoue, M. (1989) DNA synthesis and nuclease activity during germination of a heterotic F1 hybrid of maize. *Canadian Journal Botany, Canada*, v.67, n.1, p.73-75.

- Mino, M.; Inoue, M. (1986) Heterotic viability under the treatment of cycloheximide and 6-methylpurine in germinating maize kernels. *Japan Journal Breeding*, Toquio, v.36, p.240-247.
- Mino, M.; Inoue, M. (1988) Hybrid vigor in relation to lipid and protein metabolim in germinating maize kernels. *Japan Journal Breeding*, Toquio, v.38, p.428-436.
- Mino, M.; Inoue, M. (1980) RNA and protein synthesis during germination process of F1 hybrid and its parental inbred lines of maize. *Plant Science Letters*, Limerick, v.20, p.7-13.
- Nebiolo, C. M.; Kaczamarczyk, W. J.; Ulrich, V. (1983) Manifestation of hybrid vigor in RNA synthesis parameters by corn seedling protoplasts in the presense and absence of gibberelic acid. *Plant Science Letters*, Limerick, v.28, p.195-206.
- Odiemah, M. (1989) Quantitative inheritance of seed quality characteristics in maize (*Zea mays* L.). *Cereal Research Communications*, Szeged, v.17, n.1, p.245-251.
- Paleg, L. G. (1965) Physiological effects of gibberellins. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v.16, p.291-322.
- Pereira, F.C.D. (2003) *Uso do efeito da xênia em híbridos comerciais de milho (Zea mays L.)*. Tese (Mestrado em Agronomia) – Ilha Solteira – SP, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, 51p.
- Pinter, L.; Szabo, J.; Horompoli, E. (1987) Effect of metaxenia on the grain weight of the corn (*Zea mays* L.). *Maydica*, Bergamo, v.32, p.81-88.
- Rahemi, M. Mojamad, J. D. (2001) Effects of pollen source on nut and kernel characteristics of hazelnut. *Acta Horticulturae*, Iran, n.550, p.371-376.

- Rood, S. B.; Blake, T. J.; Pharis, R. P. (1983) Gibberellins and heterosis in maize. II. Response to gibberellic acid and metabolism of [³H]GA₂₀. *Plant Physiology*, Maryland, v.71, n.3, p.645-651.
- Rood, S. B.; Buzzell, R. I.; Major, D. J. (1990) Gibberellins and heterosis in maize: quantitative relationships. *Crop Science*, Madison, v.30, n.2, p.281-286.
- Seka, D.; Cross, H. Z. (1995a) Xenia and maternal effects on maize kernel development. *Crop Science*, Madison, v.35, n.1, p.80-85.
- Seka, D.; Cross, H. Z. (1995b) Xenia and maternal effects on maize agronomic traits at three plant densities. *Crop Science*, Madison, v.35, n.1, p.86-90.
- Tafari, F. (1966) IAA determination in the kernels of four lines of corn and their hybrids. *Phytochemistry*, Oxford, v.5, n.4, p.999-1003.
- Tsai, C. L.; Tsai, C. Y. (1990) Endosperm modified by cross-pollinating maize to induce changes in dry matter and nitrogen accumulation. *Crop Science*, Madison, v. 30, p.804-808.
- Weiland, R. T. (1992) Cross-pollination effects on maize (*Zea mays* L.) hybrid yields. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.72, p.27-33.
- Yamada, M.; Ishige, T.; Ohkawa, Y. (1985) Reappraisal of Ashby's hypothesis on heterosis of physiological traits in maize, *Zea mays* L. *Euphytica*, Wageningen, v.34, n.3, p.593-598.

3.3. AVALIAÇÃO DO VIGOR DE SEMENTES DE MAMÃO PELO TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

RESUMO

A avaliação do vigor de sementes tem sido ferramenta fundamental dentro do programa de controle de qualidade de sementes, sendo o teste de envelhecimento acelerado parte importante desse processo e um dos mais utilizados no Brasil. Apesar do alto valor comercial das sementes, ainda são escassos trabalhos com intuito de adequar metodologias de testes de vigor para sementes de mamão. Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da combinação de temperatura e período de exposição das sementes de mamão de três genótipos (Sunrise Solo 72/12, Golden e o híbrido UENF/Caliman 01). Foram testadas as temperaturas: 42°C, 44°C e 46°C e períodos de exposição: 24, 48, 72, 96 e 120 horas. A avaliação inicial das sementes dos três genótipos consistiu na determinação do teor de água e nos testes de germinação, primeira contagem, emergência de plântulas em casa de vegetação, comprimento de radícula e comprimento da parte aérea. O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, num fatorial 3 x 3 x 5 com 4 repetições. Mostraram-se mais adequadas na avaliação do vigor das sementes de mamão a condição da temperatura de 46°C por 96 horas para os genótipos Sunrise Solo 72/12 e Golden e de 46°C por 120 horas para o híbrido UENF/Caliman 01 no teste de envelhecimento acelerado.

ABSTRACT

The evaluation of the vigor of seeds has been a basic tool inside of the program of quality control of seeds, being the test of accelerated aging important part of this process and one of the most used in Brazil. Although of the high commercial value of the seeds, still are scarce proceeds with intention to adjust methodologies of vigor tests for papaya seeds. It was aimed with this work to evaluate the effect of the combination of temperature and period of exposition of papaya seeds of three genotypes (Sunrise Solo 72/12, Golden and UENF/Caliman 01). The tested temperatures were: 42°C, 44°C and 46°C and periods of exposition: 24, 48, 72, 96 and 120 hours. The experiment was carried out in a completely randomized design, in a factorial 3 x 3 x 5 with 4 repetitions. The results of the test of accelerated aging had been compared with the test of germination, first counting, emergency of seedlings in greenhouse, length of radicle and length of the shoot. It was revealed as the more adequate in the evaluation of the vigor of the papaya seeds the combination of the temperature of 46°C for 96 hours for the genotypes Sunrise Solo 72/12 and Golden, and 46°C for 120 hours for the UENF/Caliman 01 in the test of accelerated aging.

INTRODUÇÃO

O vigor das sementes é o reflexo de um conjunto de características que determinam o seu potencial fisiológico, ou seja, a capacidade de as sementes apresentarem desempenho adequado quando expostas a diferentes condições de ambiente (AOSA, 1983). Em função de sua importância, vários métodos têm sido desenvolvidos visando à determinação confiável desse parâmetro de qualidade fisiológica das sementes.

Esses testes são componentes essenciais de programas de controle de qualidade, tendo em vista evitar o manuseio e a comercialização de sementes inadequadas.

O teste de envelhecimento acelerado é, dentre os disponíveis, um dos mais sensíveis e eficientes para avaliação do vigor de sementes de várias espécies (Tekrony, 1995; Marcos Filho, 2005). Ele tem como princípio o fato de que a taxa de deterioração das sementes é aumentada consideravelmente através de sua exposição a níveis elevados de temperatura e umidade relativa do ar, considerados os fatores ambientais preponderantes na intensificação da velocidade de deterioração (Panobianco & Marcos Filho, 2001). Assim, sementes de baixa qualidade deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, resultando em decréscimo acentuado de sua viabilidade após submissão às condições do envelhecimento acelerado.

De acordo com Vieira et al. (1994), os testes de vigor têm sido desenvolvidos e aprimorados com o intuito de melhor retratar o comportamento das sementes sob uma ampla faixa de condições ambientais, uma vez que, quando em condições ideais, o teste de germinação apresenta alta correlação com a emergência das plântulas em campo. No entanto, condições ideais nem sempre ocorrem no campo, pois são constatados comportamentos distintos de lotes de sementes com germinação semelhante. Essas diferenças podem ser atribuídas ao fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos associados à deterioração ocorrem, geralmente, antes de constatado o declínio da capacidade germinativa (Delouche & Baskin, 1973).

Vários fatores influenciam o comportamento das sementes submetidas ao teste de envelhecimento, sendo o binômio temperatura e período de exposição os mais estudados. Catunda (2001) concluiu que 42°C por 60 horas foi adequado para avaliação do vigor de sementes de maracujá amarelo. Miranda et al. (2001) determinaram que 43°C por 72 horas é a condição favorável para o teste de envelhecimento para sementes de sorgo. Bhering et al. (2003) e Lopes et al. (2005) estudaram para sementes de melancia diversas combinações de temperatura e tempo de exposição para o teste de envelhecimento acelerado, tendo ambos concluído que a condição de 41°C por 48 horas foi aquela mais adequada para a avaliação do vigor dessas sementes. Para sementes de rúcula, Ramos et al. (2004) observaram que a melhor condição foi 41°C por 48 horas. Freitas & Nascimento (2006), para sementes de lentilha, concluíram que 41°C por 48 horas é a melhor condição para avaliação do vigor dessas sementes. Trabalhando com sementes de milho, Bittencourt & Vieira (2006) concluíram que

a temperatura de 45°C por 72 horas possibilitou melhor separação dos lotes. Para semente de rabanete, a temperatura de 41°C por 48 horas foi a mais adequada para a avaliação do vigor (Ávila et al., 2006).

Especificamente para sementes de mamão não há consenso quanto a esses fatores. Viggiano (1999), Balbinot (2004), Martins et al. (2004 e 2005) e Aroucha et al. (2005), quando utilizaram o envelhecimento para sementes de mamão nas condições de 42°C/36h, 42°C/72h, 42°C/60h e 42°C/48h, respectivamente, obtiveram aumentos significativos na germinação das sementes, que foram atribuídos provavelmente à superação de suposta dormência das sementes.

Por outro lado, Vidigal et al. (2005) indicaram o teste de envelhecimento acelerado a 42° por 24 horas para avaliar o vigor de sementes de mamão da cultivar Sunrise Solo.

Objetivou-se com este trabalho, estabelecer a condição adequada de temperatura e período de exposição das sementes capazes de propiciar decréscimos significativos na germinação das sementes de mamão, visando estabelecer metodologia confiável do teste de envelhecimento acelerado para discriminar lotes de sementes de mamão.

MATERIAL E MÉTODOS

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

As sementes utilizadas foram provenientes de frutos hermafroditas dos genótipos: Sunrise Solo 72/12, Golden e UENF/Caliman 01 (sementes F₂), colhidos nos estádios de maturação II (1/4 de fruto maduro) e a extração das sementes foi realizada após o amarelecimento completo dos frutos. As sementes foram extraídas manualmente e secas em estufa de circulação de ar a 35°C, até atingirem teor de água entre 6-7%.

Foram realizadas as seguintes determinações e testes para avaliar a qualidade das sementes:

Teor de água - Foi determinado segundo as prescrições das Regras para Análise de Sementes, antes e depois do período de envelhecimento, utilizando-se 2 sub-amostras de 5 g de sementes, pelo Método de Estufa a 130°C por 1 hora. O teor de água das sementes foi expresso em base úmida (Brasil, 1992).

Teste de germinação - Instalado conforme as prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992) com algumas modificações. Foram utilizadas 4 subamostras de 50 sementes por repetição, em rolo de papel germitest, umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel e colocadas em germinador tipo BOD regulado a 20-30°C (8 horas de luz e 16 horas de escuro). As avaliações foram realizadas aos 14 e 30 dias após a instalação do teste, sendo os resultados expressos em percentagem de plântulas normais.

Primeira contagem - Procedeu-se no mesmo material utilizado para o teste de germinação, sendo o resultado expresso pela percentagem das plântulas normais existentes no décimo quarto dia após o início do teste.

Emergência de plântulas - realizado com quatro subamostras de 50 sementes, semeadas em células individuais contendo substrato "plantmax", em bandeja de isopor dispostas em casa de vegetação. A avaliação será aos 30 dias após a semeadura, considerando as plântulas emergidas, expressando-se o resultado em percentagem.

Índice de velocidade de emergência - determinado mediante a contagem diária do número de plântulas normais identificadas no teste de emergência de plântulas. As avaliações foram realizadas até a estabilização do número de plântulas emergidas no teste e o cálculo do índice de velocidade foi efetuado de acordo com Maguire (1962).

Comprimento da plântula - foi realizado com quatro subamostras de 20 sementes, colocadas no terço superior do papel germitest, previamente umedecido com água destilada e acondicionado em forma de rolo. Estes rolos foram inseridos em sacos de polietileno e colocados no germinador com temperatura de 20-30°C. A avaliação foi realizada no décimo quarto dia, quando as plântulas normais foram mensuradas com auxílio de uma régua milimetrada. O comprimento médio por plântula (cm/plântula) foi calculado dividindo-se o somatório dos valores obtidos pelo número de sementes semeadas.

Envelhecimento acelerado - foram pesadas, aproximadamente, 5 gramas de sementes de cada tratamento, as quais foram distribuídas uniformemente sobre tela de arame no interior da caixa "gerbox", contendo 40 ml de água destilada. As caixas com as respectivas tampas foram transferidas para uma câmara BOD, regulada à temperatura de 42, 44 e 46°C por 24, 48, 72, 96 e 120 horas. Após estes períodos, as sementes foram colocadas para germinar conforme os procedimentos prescritos para o teste de germinação.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em um esquema fatorial 3 x 3 x 5, sendo três genótipos, três temperaturas e cinco períodos de exposição das sementes, com 4 repetições. As comparações entre as médias foram realizadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 observa-se que houve efeito significativo para genótipos, temperaturas, tempos de exposição e para todas as interações em relação ao teste de envelhecimento acelerado. A precisão do experimento avaliada pelo coeficiente de variação foi considerada satisfatória.

Tabela 1. Resumo da análise de variância do Teste de envelhecimento acelerado.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios
Genótipo (G)	2	1792,62222*
Temperatura (T)	2	767,43889*
Tempo (Te)	4	5416,59722*
G x T	4	747,43056*
G x Te	8	356,62222*
T x Te	8	1019,41806*
G x T x Te	16	531,89931*
Resíduo	135	8,32222

CV (%) = 3,4944

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

O teor de água das sementes foi monitorado no início e após a realização do teste de envelhecimento acelerado (Tabela 2). Observou-se que no momento de instalação do teste, as sementes de todos os genótipos apresentavam teor de água semelhante, 6,4; 6,3 e 6,3%, respectivamente. Os resultados mostram que houve uma variação no teor de água das sementes inferior a 2,0% entre os genótipos, o que segundo Marcos Filho (2005) é um fato importante para a execução do teste, pois sementes com teor de água mais elevado são mais sensíveis às condições do teste e, portanto, sujeitas à deterioração mais intensa.

Após os períodos de envelhecimento, o teor de água das sementes aumentou aproximadamente quatro vezes o percentual inicial e a variação entre os genótipos foi de 0 a 3,0%, dependendo do binômio temperatura e tempo utilizado. Essa diferença encontra-se dentro da faixa tolerada pela AOSA (1983) de 3% e por Marcos Filho (1999), entre 3 e 4%, indicando que as condições foram adequadas para a condução do teste de envelhecimento, sendo as diferenças detectadas atribuídas apenas ao vigor entre os genótipos.

Os valores referentes aos testes de germinação, primeira contagem, comprimento de plântula, índice de velocidade de emergência e emergência de plântula em casa de vegetação dos três genótipos de mamão encontram-se na Tabela 3. Para o teste de germinação, índice de velocidade de emergência e emergência de plântulas em casa de vegetação não observaram diferença significativa entre os genótipos, evidenciando que todos apresentavam alta qualidade fisiológica. No entanto, os maiores valores obtidos para germinação na primeira contagem e comprimento da plântula indicaram que as sementes dos genótipos Sunrise Solo 72/12 (S.S. 72/12) e Golden, ambos do grupo Solo, foram mais vigorosas, quando comparadas as do híbrido UENF/Caliman 01 (UC 01).

Tabela 2 – Valores médios do teor de água (%) inicial e após os períodos de envelhecimento acelerado, sob diferentes temperaturas e períodos de exposição de três genótipos de sementes de mamão.

Genótipos	Inicial	42°C					44°C					46°C				
		24h	48h	72h	96h	120h	24h	48h	72h	96h	120h	24h	48h	72h	96h	120h
S.S. 72/12	6,4	23,0	23,7	25,2	26,8	26,9	23,1	26,1	26,5	24,8	25,3	22,9	24,9	26,5	26,7	26,9
Golden	6,3	24,1	22,7	25,6	25,6	25,9	24,2	25,5	25,6	25,1	25,4	22,7	24,6	24,6	24,6	26,1
U.C. 01	6,3	24,6	24,7	24,0	24,3	25,3	22,4	22,5	23,4	23,5	23,0	22,2	23,8	22,9	23,9	26,0

Tabela 3 – Valores médios obtidos para a germinação (TG), primeira contagem (PC), comprimento da plântula (CP), índice de velocidade de emergência (IVE) e emergência de plântula em casa de vegetação (EP), em função dos genótipos.

Genótipos	TG (%)	PC (%)	CP (cm)	IVE	EP (%)
S.S. 72/12	90 a	80 a	12,0 a	3,8 a	95 a
Golden	87 a	79 a	11,7 a	3,7 a	94 a
U.C. 01	87 a	69 b	9,3 b	4,0 a	96 a
CV (%)	5,2	7,5	2,9	3,2	2,1

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

Na tabela 4 encontram-se os resultados referentes ao teste de envelhecimento acelerado.

Quando se utilizou a temperatura de 42°C para todos os períodos de exposição, indiferente do genótipo, não se observou decréscimo nos valores de germinação. Para os genótipos Golden e UENF/Caliman 01, em alguns períodos, a germinação aumentou quando comparada à germinação inicial, podendo-se atribuir a condição de alta temperatura e alta umidade relativa uma provável superação de eventual estado de dormência presente nessas sementes. Para os genótipos Golden e UENF/Caliman 01 a germinação aumentou de 87 para 97 e 98%, respectivamente, quando as sementes foram expostas por 24h. Resultados semelhantes foram encontrados por Viggiano et al. (2000), Balbinot (2004), Aroucha et al. (2005) e Martins et al. (2004 e 2005), quando utilizaram o envelhecimento acelerado para sementes de mamão nas condições de 42°C/36h, 42°C/72h, 42°C/48h e 42°C/60h, respectivamente. No entanto, Vidigal et al. (2005) indicou o teste de envelhecimento para avaliar o vigor de sementes de mamão utilizando temperatura de 42°C por 24 horas.

Não apenas para sementes de mamão, mas também para outras espécies como *Brachiaria decumbens* (Usberti, 1990), *Brachiaria brizantha* (Meschede et al., 2004), sucupira preta (Albuquerque et al., 2005) e beterraba (Silva, 2006) o envelhecimento acelerado em determinadas condições favoreceu a superação de dormência.

De acordo com vários autores, para outras espécies, a temperatura de 42°C por períodos distintos no teste de envelhecimento acelerado foi adequada para a avaliação do vigor dessas sementes. Para sementes de cebola, 42°C por 48 horas (Piana et al., 1995); cenoura, 42°C por 24 horas (Barbedo et al., 2000 e Rodo et al., 2000); melão, 42°C por 48 horas (Cano-Ríos et al., 2000); soja, 42°C por 48 horas (Dutra & Vieira, 2004); pimentão, 42°C por 48 horas (Lima et al., 2005); linhaça, 42°C por 72 horas (Diederichsen & Jones-Flory, 2005); beterraba, 42°C por 72 horas (Silva & Vieira, 2006); pimenta, 42°C por 96 horas (Bhering et al., 2006).

Tabela 4 – Valores médios de germinação obtidos após o teste de envelhecimento acelerado, a 42°C, 44°C e 46°C, em diferentes períodos de exposição, para três genótipos de sementes de mamão.

Genótipos	42°C					44°C					46°C				
	24h	48h	72h	96h	120h	24h	48h	72h	96h	120h	24h	48h	72h	96h	120h
S.S. 72/12	91 Aa	88 Aa	89 Aa	86 Aa	84 Aa	91 Aa	88 Aa	82 Aa	63 Bb	49 Cc	91 Aa	92 Aa	84 Aa	69 Bb	52 Bc
Golden	97 Aa	91 Aa	88 Aa	83 Ab	83 Ab	95 Aa	91 Aa	86 Aab	85 Aab	72 Bb	97 Aa	92 Aa	82 Ab	75 Bb	21 Cc
U.C. 01	98 Aa	93 Aa	93 Aa	92 Aa	92 Aa	98 Aa	96 Aa	89 Aab	91 Aa	85 Ab	98 Aa	96 Aa	92 Aa	89 Aab	71 Ac

CV (%) = 3,5

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

Para o genótipo Sunrise Solo 72/12, os resultados foram semelhantes quando utilizou-se as temperaturas de 44 e 46°C, em razão de que a partir de 96 horas os valores de germinação decresceram. Entretanto, pressupondo-se como aceitável um decréscimo entre 10 e 15% nos valores de germinação para o teste, a condição mais adequada seria de 46°C por 96 horas, pelo fato de não ter propiciado uma redução muito drástica. Para o período de 120 horas, verificou-se uma redução bem mais acentuada nos valores de germinação, o que não seria aceitável como parâmetro para o teste.

Os resultados para o genótipo Golden mostraram que, utilizando-se a temperatura de 44°C apenas o período de 120 horas propiciou decréscimos nos valores de germinação de 87 inicial para 72%, decréscimo esse considerado aceitável para o teste. Até o período de 96 horas os valores não diferiram entre si, porém pode-se observar como ocorreu com a temperatura de 42°C um pequeno aumento na germinação nos períodos de 24 e 48 horas. Quando a temperatura empregada foi de 46°C, os resultados da germinação reduziram a partir de 96 horas de envelhecimento, sendo o período de 120 horas considerado muito drástico, uma vez que a redução da germinação foi de aproximadamente 60%. No caso desse genótipo podemos constatar que à medida que a temperatura aumenta, o tempo necessário para provocar estresse diminui. Resultado semelhante também foi observado por Rocha et al. (1998) com sementes de trigo.

As condições mais adequadas para realização do teste para o genótipo Golden foram 44°C por 120 horas e 46°C por 96 horas, no entanto, em se tratando de uma empresa produtora de sementes, na época de alta demanda, a obtenção de resultados em menor tempo seria desejável.

As sementes do genótipo UENF/Caliman 01 foram mais tolerantes em relação aos demais genótipos, visto que apenas quando se utilizou a temperatura de 46°C por 120 horas, verificou-se decréscimo significativo na germinação. A maior tolerância das sementes do Calimosa às condições do envelhecimento acelerado comparada aos genótipos do grupo Solo (Golden e Sunrise Solo 72/12), poderia ser atribuído à heterose do híbrido UENF/Caliman 01. Segundo Gomes (2000), as estimativas da heterose para o teste de envelhecimento acelerado mostraram-se todas positivas, indicando que as sementes híbridas possuem potencial de armazenamento maior que as sementes das linhagens. De maneira geral, à medida que as sementes de linhagens são envelhecidas, há uma

redução na atividade da enzima esterase, enquanto nas sementes híbridas houve uma estabilidade maior da atividade da enzima durante o envelhecimento e também no comportamento quanto à qualidade fisiológica, sugerindo assim, que as sementes pertencentes às linhagens podem apresentar menor vigor em relação às sementes híbridas.

Os resultados evidenciaram que os diferentes procedimentos para a condução do teste de envelhecimento acelerado foram suficientes para deteriorar as sementes.

O processo de deterioração tem recebido considerável atenção da literatura, podendo ser destacadas revisões clássicas efetuadas por Priestley (1986), Smith & Berjak (1995), McDonald (1999) e Carvalho & Camargo (2003). Esses trabalhos mostram que, com o envelhecimento das sementes, as membranas perdem a permeabilidade seletiva, as enzimas tornam-se menos eficientes para exercer sua atividade catalítica e os cromossomos podem acumular mutações; também tem sido destacada a decomposição de reservas durante o envelhecimento, ocorrendo, ainda, o acúmulo de produtos tóxicos que prejudicam o desempenho das sementes. Pesquisas mais recentes têm dirigido atenção para a inativação de enzimas fundamentais e à sensibilidade das proteínas à degradação, evidenciando que, embora haja regiões da célula mais propensas à deterioração, as membranas provavelmente representam os principais alvos das transformações prejudiciais às sementes, principalmente em razão da instabilidade físico-química dos lipídios.

No entanto, a causa exata da perda da viabilidade das sementes ainda não está completamente esclarecida. Enquanto nenhuma causa específica tem sido apontada, há um consenso geral entre as pesquisas realizadas de que o DNA é de alguma forma degradado, prejudicando o processo de transcrição, tendo como consequência uma incompleta ou mesmo falha na síntese de enzimas essenciais ao processo germinativo. Com o sistema enzimático comprometido, as reservas armazenadas não são hidrolisadas e, conseqüentemente, a síntese de ATP também prejudicada, provocando um retardamento no desenvolvimento do embrião (Vásquez et al., 1991; McDonald, 1999; Freitas, 2003).

CONCLUSÕES

A sensibilidade de sementes de mamão às condições impostas pelo envelhecimento acelerado é variável em função do genótipo.

A temperatura de 46°C pelo período de 96 horas mostrou-se mais adequada para avaliação do potencial fisiológico de sementes de mamão dos genótipos Sunrise Solo 72/12 e Golden.

A temperatura de 46°C pelo período de 120 horas foi a condição adequada para avaliar o vigor de sementes do genótipo UENF/Caliman 01.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albuquerque, K. S.; Guimarães, M. R.; Ribeiro, M. N. O.; Pupim, T. L.; Nery, M. C. (2005) Teste de envelhecimento artificial para superação de dormência de sementes de sucupira-preta. In: Congresso Brasileiro de Sementes, 14, 2005, Foz do Iguaçu. *Anais...* Londrina: ABRATES.

AOSA - Association Of Official Seed Analysis. (1983) Seed Vigor test Committee. *Seed vigor testing handbook*. Lincoln, 88p.

Aroucha, E. M. M.; Silva, R. F.; Oliveira, J. G.; Viana, A. P.; Pereira, M. G. (2005). Época de colheita e período de repouso de frutos de mamão (*Carica papaya* L.) cv. Golden na qualidade fisiológica das sementes. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35, n.3, p.537-543.

Ávila, P. F. V.; Villela, F. A.; Ávila, M. S. (2006) Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de rabanete. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.28, n.3, p.52-58.

- Balbinot, E. (2004) *Importância do manejo dos frutos na secagem e armazenamento de sementes de mamão (Carica papaya L.)*. 2004. 52f. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 52p.
- Barbedo, A. S. C.; Câmara, F. L. A.; Nakagawa, J.; Barbedo, C. J. (2000) População de plantas, método de colheita e qualidade de sementes de cenoura cultivar Brasília. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.8, p.1645-1652.
- Bhering, M. C.; Dias, D. C. F. S.; Barros, D. I.; Dias, L. A. S.; Tokuhisa, D. (2003) Avaliação do vigor de sementes de melancia (*Citrullus lunatus* Schrad.) pelo teste de envelhecimento acelerado. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.25, n.2, p.1-6.
- Bhering, M. C.; Dias, D. C. F. S.; Vidigal, D. S.; Naveira, D. S. P. C. (2006) Teste de envelhecimento acelerado em sementes de pimenta. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.28, n.3, p.64-71.
- Bittencourt, S. R. M.; Vieira, R. D. (2006) Temperatura e período de exposição de sementes de milho no teste de envelhecimento acelerado. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.28, n.3, p.161-168.
- Brasil. (1992) Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para Análise de Sementes*. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365p.
- Cano-Ríos, P.; Rosales, R. G.; Pérez, O. J.; Martínez, E. J. H.; Herrera, R. S. (2000) Análisis dialélico para vigor de semilla en melón. *Agrociência*, Lavras, v.34, p.337-342.
- Carvalho, M. L. M.; Camargo, R. (2003) Aspectos bioquímicos da deterioração de sementes. *Informativo ABRATES*, v.13, n.1/2, p. 66-88.

- Catunda, P. H. A. (2001) *Influência do teor de água, da embalagem e das condições de armazenamento na qualidade de sementes de maracujá amarelo*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 48p.
- Delouche, J. C.; Baskin, C. C. (1973) Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.1, n.2, p.427-452.
- Diederichsen, A.; Jones-Flory, L. L. (2005) Accelerated aging test with seeds of 11 flax (*Linum usitatissimum*) cultivars. *Seed Science and Technology*, Zurich, v.33, n.2, p.419-429.
- Dutra, A. S.; Vieira, R. D. (2004) Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, n.3, p.715-721.
- Freitas, R. A. (2003) *Qualidade fisiológica e caracterização bioquímica de sementes de algodão durante a deterioração e avaliação do seu potencial de armazenamento*. 2003. 102f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa - UFLA, 102p.
- Freitas, R. A.; Nascimento, W. M. N. (2006) Teste de envelhecimento acelerado em sementes de lentilha. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.28, n.3, p.59-63.
- Gomes, M. S.; Von Pinho, E. V. R.; Von Pinho, R. G.; Vieira, M. G. G. C. (2000) Efeito da heterose na qualidade fisiológica de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.22, n.1, p.7-17.
- Lima, C. B.; Bellettini, N. M. T.; Sato, O.; Athanázio, J. C.; Vieira, M. A. V.; Alves, S.M. (2005) Envelhecimento acelerado em sementes de pimentão. In: Congresso Brasileiro de Sementes, 14, 2005, Foz do Iguaçu. *Anais...* Londrina: ABRATES.

- Lopes, L. C.; Pereira, M. D.; Izoton, M. F. (2005) Avaliação fisiológica de sementes de melancia pelo teste de envelhecimento acelerado. In: Congresso Brasileiro de Sementes, 14, 2005, Foz do Iguaçu. *Anais...* Londrina: ABRATES.
- Mcdonald, M. B. (1999) Seed deterioration: physiology, repair and assessment. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.27, n.1, p.177-237.
- Maguire, J. D. (1962) Speed of germination-aid seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v.2, n.2, p.176-177.
- Marcos Filho, J. (2005) *Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 495p.
- Marcos Filho, J. (1999) Teste de envelhecimento acelerado. In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D.; França Neto, J.B. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, cap.3, p.1-24
- Martins, G. N.; Silva, R. F.; Araújo, E. F.;Vieira, H. D.; Viana, A. P. (2004) Influência do tamanho do fruto, do peso específico e do período de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão cv. Golden. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, v.29, n.2, p.98-103.
- Martins, G. N.; Silva, R. F.; Araújo, E. F.; Pereira, M. G.; Vieira, H. D.; Viana, A. P. (2005) Influência do tipo do fruto, peso específico das sementes e período de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão do grupo Formosa. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.27, n.2, p.12-17.
- Meschede, D. K.; Sales, J. G. C.; Braccini, A. L.; Scapim, C. A.; Schuab, S. R. P. (2004) Tratamentos para superação da dormência das sementes de capim-braquiária cultivar Marandu. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.26, n.2, p.76-81.

- Miranda, D. M.; Novembre, A. D. L. C.; Chamma, H. M. C. P. (2001) Avaliação do potencial fisiológico de sementes de sorgo pelo teste de envelhecimento acelerado. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.23, n.1, p.226-231.
- Panobianco, M.; Marcos Filho, J. (2001) Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.58, n.3, p.525-531.
- Piana, Z.; Tillmann, M. A. A.; Minami, K. (1995) Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cebola e sua relação com a produção de mudas vigorosas. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.17, n.2, p.149-153.
- Priestley, D. A. (1986) *Seed aging*. Ithaca, Comstock Publishing Associates. 304p.
- Ramos, N. P.; Flor, E. P. O.; Mendonça, E. A. F.; Minami, K. (2004) Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.26, n.1, p.98-103.
- Rocha, J. A. G.; Nedel, J. L.; Baier, A. C. (1998) Teste de envelhecimento precoce para sementes de triticales (*Triticosecale* Wittmack). *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v.4, n.3, p.206-210.
- Rodo, A. B.; Panobianco, M.; Marcos Filho, J. (2000) Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de cenoura. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.57, n.2, p. 289-292.
- Silva, J. B. (2006) *Testes para avaliar o potencial fisiológico de sementes de beterraba*. Tese (Doutorado em Agronomia) – Jaboticabal – SP, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, 55p.
- Silva, J. B.; Vieira, R. D. (2006) Avaliação do potencial fisiológico de sementes de beterraba. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.28, n.2, p.128-134.

- Smith, M. T.; Berjak, P. (1995) Deteriorative changes associate with the loss of viability of stored desiccation-tolerant and desiccation-sensitive seeds. In: Kigel, J. D.; Galili, G. (Eds) *Seed development and germination*. New York: Marcel Dekker, p. 701-746.
- Vásquez, E.; Montiel, F.; Vásquez-Ramos, J. M. (1991) DNA ligase activity in deteriorated maize axis during germination: a model relating effects in DNA metabolism in seeds to loss of germinability. *Seed Science Research*, Wallingford, v.1, n.2, p.269-273.
- Vidigal, D. S.; Bhering, M.C.; Dias, D. C. F. S.; Tokuhisa, D.; Naveira, D. S. P. (2005) Métodos para avaliação do vigor de sementes de mamão. In: Congresso Brasileiro de Sementes, 14, 2005, Foz do Iguaçu. *Anais...* Londrina: ABRATES.
- Vieira, R. D.; Carvalho, N. M.; Sader, R. (1994) Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: Vieira, R. D.; Carvalho, N. M. (Ed). *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP, cap.3, p.31-47.
- Viggiano, J.R. (1999) *Influência do teor de umidade, tipo de embalagem e ambiente de armazenamento na conservação de sementes de mamão (Carica papaya L.)*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Norte Fluminense - UENF, 67p.
- Viggiano, J. R.; Vieira, H. D.; Silva, R. F.; Araújo, E. F.; Viana, A. P. (2000) Conservação de sementes de mamão (*Carica papaya L.*) em função do grau de umidade, tipo de embalagem e ambiente de armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.22, n.2, p.279-287.
- Tekrony, D. M. (1995) Accelerated aging test. In: Hampton, J.G.; Tekrony, D.M. *Handbook of vigour test methods*. Zurich: International Seed Testing Association, p.35-50.

Usberti, R. (1990) Determinação do potencial de armazenamento de lotes de sementes de *Brachiaria decumbens* pelo teste de envelhecimento acelerado. *Revista Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.4, p.691-699.

3.4. TESTE DE DETERIORAÇÃO CONTROLADA PARA AVALIAÇÃO DO VIGOR DE SEMENTES DE MAMÃO

RESUMO

O teste de deterioração controlada tem sido utilizado freqüentemente para avaliar o vigor de diversas espécies, podendo ser uma alternativa para avaliação do vigor de sementes de mamão. Entretanto, a eficiência dos testes de vigor na avaliação da qualidade de sementes depende da sua padronização para cada espécie. Neste contexto, o objetivou-se com esta pesquisa verificar a eficiência do teste de deterioração controlada para avaliar o vigor de sementes de mamão. Foram utilizadas sementes de três genótipos: Golden, Sunrise Solo 72/12 e UENF/Caliman 01. Inicialmente o teor de água das sementes foi ajustado para 15, 20 e 25%, pelo método de adição de quantidade de água preestabelecida. Foram avaliadas combinações de temperatura (41, 43 e 45°C) e períodos de deterioração (24 e 48 horas). A qualidade inicial das sementes foi avaliada pelos testes de germinação, primeira contagem, comprimento de plântula, condutividade elétrica, emergência e índice de velocidade de emergência. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3 x 3 x 2, com quatro repetições por tratamento. Os resultados indicaram que as condições do teste de deterioração controlada estudadas não foram suficientes para promover decréscimo na germinação das sementes de mamão dos genótipos Golden, Sunrise Solo 72/12 e UENF/Caliman 01.

ABSTRACT

The controlled deterioration test has been used frequently to evaluate the vigor of several species, being able to be an alternative for evaluating the vigor of papaya seeds. However, the efficiency of the vigor tests in evaluating the quality of seeds depends on the standardization for each specie. In this context, it was aimed in this research to verify the efficiency of the controlled deterioration test to evaluate the vigor of papaya seeds. Seeds of three genotypes had been used: Golden, Sunrise Solo 72/12 and UENF/Caliman 01. Initially, the moisture content of the seeds will be adjusted for 15, 20 and 25%, by the method of the addition amount of preset water. Combinations of temperature (41, 43 and 45°C) and periods of deterioration (24 and 48 hours) had been evaluated. After controlled deterioration it was determined the germination percentage. The initial seed quality, was evaluated by the germination test, first counting, length of seedling, electric conductivity, emergency and index of emergency speed. The experimental design was completely randomized, in a factorial 3 x 3 x 3 x 2, with four repetitions for treatment. The controlled deterioration test under the conditions tested was not efficient to evaluate the decrease on seed germination of papaya genotypes of Golden, Sunrise Solo 72/12 and UENF/Caliman 01.

INTRODUÇÃO

O aumento do consumo de mamão no Brasil e no mundo, requer não só a necessidade de obtenção de frutos de alta qualidade, bem como maior produtividade. A pesquisa hoje não tem se preocupado somente com incrementos de produção, mas também, com a qualidade das sementes, pois essas são o seu principal meio de propagação.

O vigor das sementes é reflexo de um conjunto de características ou propriedades que determinam o seu potencial fisiológico. Desta maneira, o resultado de um teste ou de um conjunto de testes discrimina os lotes de sementes com maior ou menor probabilidade de apresentar bom desempenho,

sendo que os lotes mais vigorosos apresentam melhor desempenho sob condições adversas (Marcos Filho, 1994 e 1999; Simoni, 2003).

Os testes de vigor constituem ferramentas de uso cada vez mais rotineiro para determinação do potencial fisiológico de sementes de diversas espécies. As empresas produtoras e as instituições oficiais têm incluído estes testes em programas internos de qualidade bem como uma garantia da qualidade das sementes destinadas à comercialização (Marcos Filho, 1999; Abdo et al., 2005).

As empresas ligadas à multiplicação, ao processamento e ao tratamento das sementes necessitam assegurar que a qualidade está sendo mantida em todas essas operações (Redfearn, 1996). Do mesmo modo, empresas de melhoramento genético vegetal precisam avaliar continuamente o vigor das sementes para atestar o padrão de qualidade dos materiais que estão produzindo, de tal forma que possam se certificar de que os ganhos genéticos dos novos materiais serão disponibilizados ao produtor.

Os testes de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada têm como princípio a aceleração do processo de deterioração (Rosseto e Marcos Filho, 1995). No entanto, o teste de deterioração controlada foi desenvolvido como uma alternativa para eliminar o problema das diferentes taxas de absorção de água entre as sementes de uma mesma amostra e entre lotes de uma mesma espécie no envelhecimento acelerado, uma vez que o conteúdo inicial de água das sementes é uniformizado em todas as amostras (Krzyzanowski & Vieira, 1999), tornando mais precisa a comparação do nível de deterioração de vários lotes (Roberts, 1973).

O teste de deterioração controlada tem sido usado na avaliação do vigor de sementes, particularmente de espécies hortícolas (Hampton & Tekrony, 1995; Krzyzanowski & Vieira, 1999), como colza, nabo, alho, alface, couve (Larsen et al., 1998; Powell et al., 1984; Powell & Matthews, 1981), couve-flor (Matthews, 1998), ervilha (Powell et al., 1997), cebola (Powell & Matthews, 1984), cenoura (Powell, 1995; Rodo et al., 2000) e brócolis (Mendonça et al., 2000, 2003), utilizando combinações de teor de água/temperatura/período de exposição que variaram de 15 a 24%, 40 a 45°C e 24 a 72 horas, respectivamente.

Pesquisas visando determinar a melhor combinação de teor de água, temperatura e período de condução do teste têm sido conduzidas por diversos pesquisadores (Osman & George, 1988; Alsdon et al., 1995; Powell et al., 1997;

Matthews, 1998; Rodo et al., 2000). No entanto, diferentes espécies ou cultivares de uma mesma espécie podem apresentar desempenho diferenciado quando submetidas aos procedimentos preconizados para o método em função do genótipo, entre outros fatores, o que torna necessária a pesquisa para determinar o melhor procedimento para a condução do teste de deterioração controlada para sementes de cada espécie e cultivar.

Além de avaliar o potencial de armazenamento dos lotes muitos trabalhos mostram ainda que o teste de deterioração controlada correlaciona-se com o de emergência de plântulas (Powell & Matthews, 1981; Matthews, 1998). Outra vantagem é que ele requer equipamentos simples e é reproduzível entre laboratórios (Powell, 1995), merecendo a atenção dos analistas de sementes.

Para algumas culturas já existe um grande número de testes propostos para avaliar o vigor das sementes, como também a comprovação da maior eficácia de alguns em relação ao teste de germinação na avaliação da qualidade fisiológica. Portanto, pela escassez de informações sobre os procedimentos adequados para avaliar com segurança o vigor das sementes de mamão, objetivou-se com este trabalho adequar a metodologia do teste de deterioração controlada para sementes de mamão.

MATERIAL E MÉTODOS

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

As sementes utilizadas foram provenientes de frutos hermafroditas dos genótipos: Golden, Sunrise Solo 72/12 e UENF/Caliman 01 (sementes F₂), colhidos nos estádios de maturação II (1/4 de fruto maduro) e a extração das sementes foi realizada após o amarelecimento completo dos frutos. As sementes foram extraídas manualmente e secas em estufa de circulação de ar a 37°C até atingirem teor de água em torno de 8%.

Realizaram-se os seguintes testes para avaliar a qualidade das sementes:

Teor de água – determinado segundo as prescrições das Regras para Análise de Sementes, antes e depois do período de deterioração, utilizando-se 2 sub-amostras de 5 g de sementes, pelo Método de Estufa a 130°C por 1 hora. A porcentagem de umidade das sementes foi expressa em base úmida (Brasil, 1992).

Teste de germinação - Instalado conforme as prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992) com algumas modificações. Foram utilizadas 4 subamostras de 50 sementes por repetição, em rolo de papel germitest, umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel e colocadas em germinador tipo BOD regulado a 20-30°C (8 horas de luz e 16 horas de escuro). As avaliações foram realizadas aos 14 e 30 dias após a instalação do teste, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

Primeira contagem – Procedeu-se no mesmo material utilizado para o teste de germinação, sendo o resultado expresso pela porcentagem das plântulas normais existentes no décimo quarto dia após o início do teste.

Emergência de plântulas em casa de vegetação – realizado com quatro subamostras de 50 sementes, semeadas em células individuais, com substrato “plantmax”, em bandeja de isopor colocadas em casa de vegetação. A contagem foi realizada aos 28 dias após a semeadura, considerando as plântulas emergidas, expressando-se o resultado em porcentagem.

Índice de velocidade de emergência – determinado mediante a contagem diária do número de plântulas normais identificadas no teste de emergência de plântulas. As contagens foram realizadas até a estabilização do número de plântulas no teste e o cálculo do índice de velocidade foi efetuado de acordo com Maguire (1962).

Comprimento da plântula - foi realizado com quatro subamostras de 20 sementes, colocadas no terço superior do papel germitest, previamente umedecido com água destilada e acondicionado em forma de rolo. Estes rolos foram inseridos em sacos de polietileno e colocados no germinador com temperatura de 20-30°C. A avaliação e as medidas foram realizadas no décimo quarto dia, quando as plântulas normais foram mensuradas com auxílio de uma régua milimetrada. O comprimento médio por plântula (cm/plântula) foi calculado

dividindo-se o somatório dos valores obtidos pelo número de sementes semeadas.

Condutividade elétrica – Foram utilizadas quatro subamostras de 25 sementes por repetição, pesadas em balança de precisão de 0,0001 g e colocadas para embeber em copos plásticos contendo 50 ml de água destilada, a 25°C. As leituras foram realizadas após 24 horas de embebição e os resultados foram expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de sementes.

Deterioração Controlada - O teor de água das sementes foi ajustado para 15, 20 e 25%, pelo método de adição de quantidade de água preestabelecida (Marcos Filho, 2005). Após atingir a umidade desejada, cada amostra de semente foi dividida em 4 subamostras de aproximadamente 300 sementes, que foram acondicionadas em embalagens de papel alumínio devidamente vedadas em selador elétrico e colocados em câmara a 10° C por 24 horas, para uniformização do teor de água. A seguir, as embalagens contendo as sementes, correspondentes a cada genótipo, foram transferidas para um aparelho de banho-maria. Os tratamentos constaram da combinação de dois períodos de deterioração (24 e 48 horas) e três temperaturas (41°, 43° e 45°C). Após os períodos de deterioração, as sementes foram submetidas ao teste de germinação e condutividade elétrica.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições, em arranjo fatorial 3 x 3 x 3 x 2, sendo 3 genótipos, 3 teores de água das sementes, 3 temperaturas de deterioração e 2 períodos de deterioração. As comparações entre as médias foram realizadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 observa-se que houve efeito significativo para genótipo, teor de água, temperatura, tempo de exposição e para a maioria das interações em relação ao teste de deterioração controlada, com uma única exceção, a interação genótipo x temperatura x tempo. O coeficiente de variação encontrado foi muito baixo, o que indica uma boa precisão do experimento.

Tabela 1. Resumo da análise de variância do Teste de Deterioração Controlada.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios
Genótipo (G)	2	14610,97685*
Teor de água (TA)	2	30,22685*
Temperatura (T)	2	104,06019*
Tempo (Te)	1	247,04167*
G x TA	4	17,33796*
G x T	4	68,60880*
G x Te	2	180,93056*
TA x T	4	41,12963*
TA x Te	2	13,84722*
T x Te	2	21,51389*
G x TA x T	8	36,60532*
G x TA x Te	4	12,36111*
G x T x Te	4	7,54861
TA x T x Te	4	16,52778*
G x TA x T x Te	8	12,34375*
Resíduo	162	4,20216
CV (%) = 2,4729		

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

Os teores de água das sementes antes e após o teste de deterioração controlada encontram-se na Tabela 2. O valor inicial do teor de água foi semelhante entre os genótipos antes do ajuste para os teores de água pré-estabelecidos. Para Panobianco & Marcos Filho (2001) este fato é importante na execução dos testes, uma vez que a uniformização do teor de água das sementes é fundamental para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes.

A metodologia utilizada para o ajuste do teor de água das sementes (adição da quantidade de água pré-estabelecida) mostrou-se eficiente para as sementes de mamão, pelo fato de terem sido obtidos os valores desejados. O ajuste preciso do teor de água é pré-requisito para a obtenção de resultados confiáveis no teste de deterioração controlada, pois diferenças quanto ao teor de

água entre sementes de diferentes lotes ou de um único lote podem levá-las a taxas de deterioração desiguais (Silva, 2006).

Observou-se que o teor de água final após o teste manteve-se praticamente inalterado do início do teste. Estes resultados concordam com as afirmações de Krzyzanowski & Vieira (1999) e Rosseto & Marcos Filho (1995), que relatam que o teste de deterioração controlada monitora melhor o controle do teor de água da semente durante a deterioração.

Os resultados obtidos na avaliação inicial dos genótipos revelaram diferenças na qualidade fisiológica das sementes (Tabela 3). Verificou-se pelo teste de germinação que houve melhor desempenho para sementes do genótipo UENF/Caliman 01 (U.C. 01) em relação à do genótipo Golden, seguido daquelas do genótipo Sunrise Solo 72/12 (S.S.72/12). Nos testes de vigor (primeira contagem, comprimento de plântula, emergência de plântula e índice de velocidade de emergência) também observou-se superioridade das sementes do genótipo UENF/Caliman 01, com exceção do teste de condutividade elétrica que não apresentou diferença significativa entre os genótipos.

Tabela 2 - Teor de água das sementes de mamão, antes e após a realização do teste de deterioração controlada.

Genótipos	Inicial (%)	15%						20%						25%					
		41°C		43°C		45°C		41°C		43°C		45°C		41°C		43°C		45°C	
		24 h	48 h																
Golden	8,4	14,7	14,6	14,8	14,6	14,7	14,8	19,4	19,6	19,4	20,3	19,9	19,8	25,6	25,7	25,5	25,2	24,8	24,8
S.S. 72/12	8,3	15,1	15,2	15,2	15,3	15,0	15,1	19,9	20,3	20,0	20,1	19,9	20,6	25,2	25,3	25,4	24,9	25,5	25,4
U.C. 01	8,4	14,8	15,3	14,6	14,6	14,8	14,8	19,8	19,7	19,4	19,7	19,8	19,7	24,8	25,1	24,7	24,7	24,6	24,8

Tabela 3 - Valores médios obtidos para a germinação (TG), primeira contagem (PC), comprimento da plântula (CP), índice de velocidade de emergência (IVE), emergência de plântula em casa de vegetação (EP) e condutividade elétrica (C.E.), em função dos genótipos avaliados.

Genótipos	TG (%)	PC (%)	CP (cm)	IVE	EP (%)	C.E. ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)
Golden	85 b	58 b	7,41 b	3,10 b	84 b	155,97 a
S.S. 72/12	71 c	20 c	7,76 b	2,48 c	80 c	155,72 a
U.C. 01	96 a	70 a	10,47 a	3,77 a	96 a	154,14 a
CV (%)	3,55	10,03	4,56	5,21	3,07	2,87

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

A diferença entre os valores de germinação das sementes dos diversos genótipos submetidas ao teste de deterioração controlada (Tabela 4), bem como para as sementes não submetidas, foi semelhante entre os genótipos. As sementes pertencentes ao genótipo UENF/Caliman 01 mostraram-se superiores as do Golden, seguido das do Sunrise Solo 72/12 para todas as condições avaliadas.

Na Tabela 5 encontram-se os valores médios de condutividade elétrica das sementes referentes aos três genótipos submetidos ao teste de deterioração controlada.

De modo geral, foram obtidos os maiores valores de condutividade para o genótipo Golden seguido do genótipo Sunrise Solo 72/12. Apenas para o teor de água de 15% à temperatura de 43°C/48h e 45°C/48h e o teor de água de 20% a 45°C/48h, os valores para a condutividade referentes aos genótipos Golden e Sunrise Solo 72/12 foram semelhantes. Este resultado indicou que os maiores valores de condutividade corresponderam aos menores valores de germinação. Entretanto, esperava-se para o genótipo Golden menores valores comparados aos do genótipo Sunrise Solo 72/12.

Em relação ao genótipo UENF/Caliman 01 os valores de condutividade foram maiores para o teor de água de 15% e temperatura de 41°C nos tempos 24 e 48 horas, sendo que nos demais tratamentos sistematicamente os valores de condutividade mostraram-se inferiores aos encontrados para os demais genótipos, com exceção para o teor de água de 20%, a 41°C/24h e de 25% a 41°C/24h. Esses resultados confirmam a superioridade do híbrido em relação aos genótipos do grupo Solo.

O teste de condutividade elétrica avalia indiretamente o grau de estruturação das membranas celulares em decorrência da deterioração das sementes, através da determinação da quantidade de lixiviados em uma solução de embebição. As sementes de menor potencial fisiológico liberam maior quantidade de lixiviados, como consequência da menor estruturação e seletividade das membranas.

Então, os menores valores de condutividade obtidos para as sementes do híbrido explicam os maiores valores obtidos de germinação dessas sementes submetidas ao teste de deterioração controlada.

Tabela 4 - Valores médios de germinação (%) das sementes de mamão de três genótipos submetidos ao teste de deterioração controlada utilizando diferentes teores de água, temperatura e períodos de exposição.

Genótipos	15%						20%						25%					
	41°C		43°C		45°C		41°C		43°C		45°C		41°C		43°C		45°C	
	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h
Golden	86 Ba	83 Bb	85 Ba	84 Bb	83 Bb	84 Bb	83 Bb	84 Bb	84 Bb	88 Aa	84 Bb	83 Bb	86 Ba	88 Ba	88 Ba	86 Ba	86 Ba	80 Bc
S.S. 72/12	75 Ca	70 Cb	69 Cb	65 Cbc	70 Cb	67 Cbc	70 Cb	70 Cb	71 Cb	65 Bbc	68 Cb	67 Cbc	71 Cb	67 Cbc	67 Cbc	68 Cb	76 Ca	68 Cb
U.C. 01	96 Aa	98 Aa	95 Aab	95 Aab	95 Aab	95 Aab	97 Aa	98 Aa	96 Aa	93 Aab	94 Aab	93 Aab	98 Aa	98 Aa	96 Aa	97 Aa	98 Aa	99 Aa
C.V. (%) = 2,47																		

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 5 - Valores médios de condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) das sementes de mamão de três genótipos submetidos ao teste de deterioração controlada utilizando diferentes teores de água, temperatura e períodos de exposição.

Genótipos	15%						20%						25%					
	41°C		43°C		45°C		41°C		43°C		45°C		41°C		43°C		45°C	
	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h	24 h	48 h						
Golden	156,8Ba	154,8Aa	155,1Aa	151,5Ab	156,0Aa	149,1Ab	151,5Bb	147,0Abc	148,8Ab	144,8Ac	147,1Ad	148,4Ab	146,5Abc	144,4Ac	145,9Ac	144,1Ac	143,7Ae	142,3Ad
S.S.72/12	141,7Cd	146,3Cc	151,5Ba	150,9Aa	152,5Ba	149,1Ab	134,3Ce	136,6Be	139,1Bde	140,2Bd	142,5Bd	149,3Ab	125,6Cgh	129,5Bg	127,9Bg	127,6Bg	133,4Bef	138,2Bde
U.C. 01	156,9Aa	156,6Ba	141,5Cc	145,7Bb	147,2Cb	141,1Bc	141,7Ac	135,1Bd	131,7Ce	131,5Ce	134,1Cd	128,7Bef	129,7Be	129,5Be	124,5Cg	128,2Bef	122,3Cgh	125,7Cg

C.V. (%) = 2,31

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Várias pesquisas têm constatado que o decréscimo do potencial fisiológico e da germinação das sementes têm relação direta com o aumento da lixiviação de solutos como consequência da perda da integridade das membranas. Guimarães et al. (1993), trabalhando com alface; Andrade et al. (1995), com cenoura; Piana et al. (1995), com cebola; Dias et al. (1996), com couve-flor; Powell et al. (1997) com ervilha; Rodo et al. (1998) e Sá (1999), com tomate; Torres & Minami (2000) e Oliveira e Novembre (2005), com pimentão; Torres et al. (1998) com maxixe; Mello et al. (1999), com brócolis e Dutra & Vieira (2006), com abobrinha.

Essa superioridade das sementes do híbrido UENF/Caliman 01 em relação à dos genótipos Sunrise Solo 72/12 e Golden, poderia ser atribuída ao vigor híbrido. Apesar de vários caracteres agrônômicos serem melhorados e explorados pela heterose, as bases para o vigor híbrido, para qualidade fisiológica de sementes não estão totalmente esclarecidas (Gomes et al., 2000), no entanto, estão associadas ao envolvimento de hormônios, como as auxinas e giberelinas (Rood et al., 1983 e 1990). Resultados de pesquisa têm indicado que o controle da síntese de α -amilase e subsequente hidrólise das reservas de sementes mostram associação entre giberelinas e a heterose em sementes milho (Paleg, 1965; Gomes, 2000).

Outra explicação para o maior vigor poderia ser a melhor eficiência do sistema enzimático envolvido no processo de germinação. Rood & Larsen (1988), investigando o envolvimento da amilase na heterose em plântulas de milho, verificaram que após 48 horas de embebição a atividade da amilase nas plântulas híbridas foi significativamente maior do que a de suas linhagens parentais.

Mino & Inoue (1988, 1989 e 1994) relataram que esta germinação mais rápida das sementes híbridas está associada às altas taxas de metabolismo de RNA, DNA, proteínas e lipídeos nos embriões das mesmas. Nebiolo et al. (1983) também constataram vantagens das sementes híbridas na síntese de DNA e RNA em relação às suas linhagens parentais.

Os resultados de germinação das sementes submetidas ao teste de deterioração controlada referentes a todos os genótipos (Golden, Sunrise Solo 72/12 e UENF/Caliman 01) para teor de água, temperatura e tempo de exposição utilizados, apesar de terem apresentado diferenças significativas entre os tratamentos, não retratam o grau de eficiência supostamente adequado para o teste de deterioração controlada, uma vez que não ocorreu decréscimo

significativo na germinação das sementes. Resultados semelhantes foram obtidos por Martins et al. (2004 e 2005) no teste de envelhecimento acelerado, onde temperaturas de 42°C por 60 horas não reduziram a germinação das sementes.

O teste de deterioração controlada necessita de estudos adicionais para adequar a metodologia e viabilizar a sua utilização para sementes de mamão.

CONCLUSÃO

O teste de deterioração controlada nas condições estudadas não foi suficiente para propiciar decréscimos na germinação das sementes de mamão dos genótipos Sunrise Solo 72/12, Golden e UENF/Caliman 01.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdo, M. T. V. N.; Pimenta, R. S.; Panobianco, M.; Vieira, R. D. (2005) Testes de vigor para avaliação de sementes de pepino. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.27, n.1, p.195-198.
- Alsadon, A. A., Yule, L. J.; Powell, A. A. (1995) Influence of seed ageing on the germination, vigour and emergence in module trays of tomato and cucumber seeds. *Seed Science and Technology*, Zürich, n.23, p.665-672.
- Andrade, R. N.; Santos, D. S. B.; Santos Filho, B. G.; Mello, V. D. C. (1995) Correlação entre testes de vigor em sementes de cenoura armazenadas por diferentes períodos. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, v.1, n.2, p.153-162.
- Brasil. (1992) Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para Análise de Sementes*. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365p.

- Dias, D. C. F. S.; Marcos Filho, J.; Carmello, Q. A. C. (1996) Potassium leakage test for the evaluation of vigour in soybean seeds. *Seed Science and Technology*, Zurich, v.25, n.1, p.7-18.
- Dutra, A. S.; Vieira, R. D. (2006) Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de abobrinha. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.28, n.2, p.117-122.
- Guimarães, J. R. M.; Malavasi, M. M.; Lopes, H. M. (1993) Definição do protocolo do teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). *Informativo Abrates*, v.3, n.3, p.138.
- Gomes, M. S.; Von Pinho, E. V. R.; Von Pinho, R. G.; Vieira, M. G. G. C. (2000) Efeito da heterose na qualidade fisiológica de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.22, n.1, p.7-17.
- Hampton, J. G.; Tekrony, D. N. (1995) Controlled deterioration test. In: Hampton And Tekrony (ed). *Handbook of vigour test methods*. Zurich: ISTA. p.70-78.
- Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D. (1999) Deterioração controlada. In: Krzyzanowski, F. C.; França Neto, J. B. *Vigor de Sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, p.6:1-6:8.
- Larsen, S. U.; Pousen, F. V.; Eriksen, E. N.; Pedersen, H. C. (1998) The influence of seed vigour on field performance and the evaluation of the applicability of the controlled deterioration vigour test in oil seed rape (*Brassica napus*) and pea (*Pisum sativum*). *Seed Science and Technology*, Zürich, v.26, n.2, p.641-647.
- Maguire, J. D. (1962) Speed of germination-aid seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v.2, n.2, p.176-177.
- Marcos Filho, J. (1994) Utilização de testes de vigor em programas de controle de qualidade de sementes. *Informativo ABRATES*, Londrina, v.4, n.2, p.3-35.

- Marcos Filho, J. (1999) Testes de vigor: importância e utilização. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. *Vigor em Sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, p.1-21.
- Marcos Filho, J. (2005) *Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 495p.
- Martins, G. N.; Silva, R. F.; Araújo, E. F.;Vieira, H. D.; Viana, A. P. (2004) Influência do tamanho do fruto, do peso específico e do período de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão cv. Golden. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, v.29, n.2, p.98-103.
- Martins, G. N.; Silva, R. F.; Araújo, E. F.; Pereira, M. G.; Vieira, H. D.; Viana, A. P. (2005) Influência do tipo do fruto, peso específico das sementes e período de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão do grupo Formosa. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.27, n.2, p.12-17.
- Matthews, S. (1998) Approaches to the indirect evaluation of germination and vigour. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.55, n.esp., p.62-66.
- Mello, S. C.; Spinola, M. C. M.; Minami, K. (1999) Métodos de avaliação da qualidade fisiológica de sementes de brócolos. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.56, n.4, p.1151-1155.
- Mendonça, E. A. F.; Ramos, N. P.; Fessel, S. A.; Sader, R. (2000) Teste de teste de deterioração controlada em sementes de Brócolis (*Brassica oleracea* L.) var. Itália. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.22, n.1, p.280-287.
- Mendonça, E. A. F.; Ramos, N. P.; Fessel, S. A. (2003) Adequação da metodologia do teste de deterioração controlada para sementes de Brócolis (*Brassica oleracea* L. – var. Itália). *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.25, n.1, p.18-24.

- Mino, M.; Inoue, M. (1988) Hybrid vigor in relation to lipid and protein metabolism in germinating maize kernels. *Japan Journal Breeding*, Ikushugaku Zasshi, v.38, n.2, p.428-439.
- Mino, M.; Inoue, M. (1989) DNA synthesis and nuclease activity during germination of a heterotic F1 hybrid of maize. *Canadian Journal Botany*, Ottawa, v.67, n.1, p.73-75.
- Mino, M.; Inoue, M. (1994) Analysis of glucose metabolism in the heterotic viability in seedling growth of maize F1 hybrid. *Japan Journal Crop Science*, Shinshu, v.63, n.4, p.682-688.
- Nebiolo, C. M.; Kaczamarczyk, W. J.; Ulrich, V. (1983) Manifestation of hybrid vigor in RNA synthesis parameters by corn seedling protoplast in the presence and absence of gibberelic acid. *Plant Science Letters*, Limerick, v.28, n.1, p.195-206.
- Oliveira, R. S. R.; Novembre, A. D. L. C. (2005) Teste de condutividade elétrica para sementes de pimentão. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.27, n.1, p.31-36.
- Osman, O. A.; George, R. A. T. (1988) Controlled deterioration as a vigour test for sweet pepper seed. *Acta Horticulturae*, Wageningen, v.218, p.110-114.
- Paleg, L. G. (1965) Physiological effects of gibberellins. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v.16, p.291-322.
- Panobianco, A. A.; Marcos Filho, J. (2001) Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.58, n.3, p.525-531.
- Piana, Z.; Tillmann, M. A. A.; Minami, K. (1995) Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cebola e sua relação com a produção de mudas vigorosas. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.17, n.2, p.149-153.

- Powell, A. A. (1995) The controlled deterioration test. In: Verter, H.A. van de. *Seed vigour testing seminar*. Zürich: ISTA, p.73-87.
- Powell, A. A.; Matthews, S. (1981) Prediction of the storage potential of onion seed under commercial storage conditions. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.9, n.2, p.633-640.
- Powell, A. A.; Matthews, S. (1984) Application of the controlled deterioration vigour test to defect seed lots of Brussels sprouts with low potential for storage under commercial conditions. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.12, n.2, p.421-427.
- Powell, A. A.; Don, R.; Haigh, P.; Phillips, G.; Tonkin, J. H. B.; Wheaton, O. E. (1984) Assessment of the repeatability of the controlled deterioration vigour test both within and between laboratories. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.12, n.2, p.421-427.
- Powell, A. A.; Ferguson, A. J.; Matthews, S. (1997) Identification of vigour differences among combining pea (*Pisum sativum*) seed lots. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.25, n.3, p.443-464.
- Redfearn, M. (1996) A new seed vigour test: is it important for the beet crop? *British Sugar*, Peterborough, v.64, n.1, p.15-18.
- Roberts, E. H. (1973) Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.1, n.3, p.499-514.
- Rodo, A. B.; Panobianco, M.; Marcos Filho, J. (2000) Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de cenoura. *Scientia Agricola*, v.57, n.2, p.289-292.
- Rodo, A. B.; Tillman, M. A. A.; Villela, F. A.; Sampaio, N. V. (1998) Teste de condutividade elétrica em sementes de tomate. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.20, n.1, p.29-38.

- Rood, S. B.; Blake, T. J.; Pharis, R. P. (1983) Gibberellins and heterosis in maize. Response to gibberellic acid and metabolism of [3H]GA₂₀. *Plant Physiology*, Maryland, v.17, n.3, p.645-651.
- Rood, S. B.; Buzzel, R. I.; Major, D. J. (1990) Gibberellins and heterosis in maize: quantitative relationship. *Crop Science*, Madison, v.30, n.2, p.281-286.
- Rood, S. B.; Larsen, K. M. (1988) Gibberellins, amylase and the onset of heterosis in maize seedlings. *Experimental Botany*, Oxford, v.39, n.1, p.223-233.
- Rosseto, C. A. V.; Marcos Filho, J. (1995) Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.52, n.1, p.123-131.
- Sá, M. E. (1999) Condutividade elétrica em sementes de tomate. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.56, n.1, p.13-19.
- Silva, J. B. (2006) *Testes para avaliar o potencial fisiológico de sementes de beterraba*. Tese (Doutorado em Agronomia) – Jaboticabal – SP, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, 55p.
- Simoni, F. (2003) *Deterioração controlada em sementes de milho (Zea mays L.)*. Tese (Mestrado em Agronomia) – Jaboticabal – SP, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, 57p.
- Torres, S. B.; Caseiro, R. F.; Rodo, A. B.; Marcos Filho, J. (1998) Testes de vigor em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.) com ênfase no teste de condutividade elétrica. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.20, n.2, p.480-483.
- Torres, S. B.; Minami, K. (2000) Qualidade fisiológica de sementes de pimentão. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.57, n.1, p.109-112.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Esta pesquisa teve como principal objetivo, identificar metodologias que favorecessem a germinação e que pudessem distinguir diferenças no potencial fisiológico das sementes de mamão.

O trabalho constou de quatro experimentos. O primeiro foi realizado com intuito de avaliar a influência do repouso do fruto de mamão a 10 e 25°C por 10 dias na qualidade fisiológica de suas sementes; no segundo verificou-se o efeito de xênia nas características físicas e fisiológicas das sementes de mamão; o terceiro objetivou aperfeiçoar a metodologia do teste de envelhecimento acelerado para avaliar o vigor de sementes de mamão dos genótipos Golden, Sunrise Solo 72/12 e UENF/Caliman 01, utilizando-se cinco períodos (24, 48, 72, 96 e 120 horas) e três temperaturas de exposição (42, 44 e 46°C); por fim, o quarto experimento teve como objetivo determinar a eficiência do teste de deterioração controlada para avaliação do vigor de semente de mamão, onde sementes dos genótipos dos genótipos Golden, Sunrise Solo 72/12 e UENF/Caliman 01 tiveram seu teor de água ajustado para 15, 20 e 25% e, então, foram submetidas à deterioração a temperaturas de 41, 43 e 45°C por 24 e 48 horas.

A análise dos resultados permitiu obter as seguintes conclusões:

- O repouso dos frutos por 10 dias a 25°C aumentou significativamente a germinação e vigor das sementes de mamão dos genótipos Sunrise Solo 72/12 e JS 12.
- A temperatura baixa (10°C) do teste de frio contribuiu como um tratamento pré-germinativo e não como um teste de vigor para ambos os genótipos.
- Com a ausência de xênia para os atributos físicos das sementes de mamão, tais avaliações podem ser conduzidas em bancos de germoplasma, sem a necessidade do controle do pólen, ou seja, pode-se usar frutos de polinização livre para as análises físicas de sementes.
- Com a manifestação precoce da heterose nas sementes F₁ para atributos fisiológicos das sementes de mamão, concluiu-se que é de extrema importância a realização da polinização controlada para tais determinações. Para avaliar o comportamento do germoplasma (diferentes genótipos per se), pode-se trabalhar com frutos autofecundados, no entanto, para avaliar o comportamento de híbridos, recomenda-se utilizar sementes F₁.
- A sensibilidade de sementes de mamão às condições impostas pelo envelhecimento acelerado é variável em função do genótipo.
- Pelo teste de envelhecimento acelerado a temperatura de 46°C por 96 horas mostrou-se mais adequada para avaliação do potencial fisiológico de sementes de mamão dos genótipos Sunrise Solo 72/12 e Golden e 46°C por 120 horas para o genótipo UENF/Caliman 01.
- O teste de deterioração controlada nas condições estudadas não foi suficiente para propiciar decréscimos na germinação das sementes de mamão dos genótipos Sunrise Solo 72/12, Golden e UENF/Caliman 01.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdo, M. T. V. N.; Pimenta, R. S.; Panobianco, M.; Vieira, R. D. (2005) Testes de vigor para avaliação de sementes de pepino. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.27, n.1, p.195-198.
- Albuquerque, K. S.; Guimarães, M. R.; Ribeiro, M. N. O.; Pupim, T. L.; Nery, M. C. (2005) Teste de envelhecimento artificial para superação de dormência de sementes de sucupira-preta. In: Congresso Brasileiro de Sementes, 14, 2005, Foz do Iguaçu. *Anais...* Londrina: ABRATES.
- Alsadon, A. A., Yule, L. J.; Powell, (1995) A.A. Influence of seed ageing on the germination, vigour and emergence in module trays of tomato and cucumber seeds. *Seed Science and Technology*, Zürich, n.23, p.665-672.
- Alvarenga, E. M.; Silva, R. F.; Araújo, E. F.; Cardoso, A. A. (1984) Influência da idade e armazenamento pós-colheita dos frutos na qualidade de sementes de melancia. *Horticultura Brasileira*, Brasília, n.2, v.2, p.5-8.
- Andrade, R. N.; Santos, D. S. B.; Santos Filho, B. G.; Mello, V. D. C. (1995) Correlação entre testes de vigor em sementes de cenoura armazenadas por diferentes períodos. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, v.1, n.2, p.153-162.

- Araújo, E. F.; Mantovani, E. C.; Silva, R. F. (1982) Influência da idade e armazenamento dos frutos na qualidade de sementes de abóbora. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.4, n.1, p.77-87.
- Aroucha, E. M. M. (2004) *Influência do estágio de maturação, da época de colheita e repouso dos frutos e do osmocondicionamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão (Carica papaya L.)*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 102p.
- Aroucha, E. M. M.; Silva, R. F.; Oliveira, J. G.; Viana, A. P.; Pereira, M. G. (2005). Época de colheita e período de repouso de frutos de mamão (*Carica papaya* L.) cv. Golden na qualidade fisiológica das sementes. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35, n.3, p.537-543.
- AOSA - Association Of Official Seed Analysis. (1983) Seed Vigor test Committee. *Seed vigor testing handbook*. Lincoln, 88p.
- Ávila, P. F. V.; Villela, F. A.; Ávila, M. S. (2006) Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de rabanete. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.28, n.3, p.52-58.
- Balbinot, E. (2004) *Importância do manejo dos frutos na secagem e armazenamento de sementes de mamão (Carica papaya L.)*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 52p.
- Balbinot, E.; Silva, R. F.; Berbert, P. A. (2004) Secagem de sementes e manejo dos frutos de mamão (*Carica papaya* L.). In: II Reunião de Pesquisa do Frutimamão, Campos dos Goytacazes, 2004. *Resumo*. Campos dos Goytacazes: UENF, 379p.

- Barbedo, A. S. C.; Câmara, F. L. A.; Nakagawa, J.; Barbedo, C. J. (2000) População de plantas, método de colheita e qualidade de sementes de cenoura cultivar Brasília. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.8, p.1645-1652.
- Barbedo, A. S. C.; Zanin, A. C. W.; Barbedo, C. J.; Nakagawa, J. (1994b) Efeitos da idade e do período de repouso pós-colheita dos frutos sobre a qualidade de sementes de berinjela. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.12, n.1, p.14-18.
- Barbedo, C. J.; Nakagawa, J.; Barbedo, A. S. C.; Zanin, A. C. W. (1994a) Influência da idade e do período de repouso pós-colheita dos frutos de pepino cv. Rubi na qualidade fisiológica de sementes. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.12, n.2, p.118-124.
- Barbedo, C. J.; Nakagawa, J.; Barbedo, A. S. C.; Zanin, A. C. W. (1997) Qualidade fisiológica de sementes de pepino cv. Pérola em função da idade e do tempo de repouso pós-colheita dos frutos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.32, n.9, p. 1-7.
- Bennett, M. A. (2001) Determination and standardization challenges of vigor tests of vegetable seeds. *Informativo Abrates*, Curitiba, v.11, n.3, p.58-62.
- Bhering, M. C.; Dias, D. C. F. S.; Barros, D. I.; Dias, L. A. S.; Tokuhisa, D. (2003) Avaliação do vigor de sementes de melancia (*Citrullus lunatus* Schrad.) pelo teste de envelhecimento acelerado. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.25, n.2, p.1-6.
- Bhering, M. C.; Dias, D. C. F. S.; Tokuhisa, D.; Dias, L. A. S. (2004) A Avaliação do vigor de sementes de melão pelo teste de deterioração controlada. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.26, n.1, p.125-129.
- Bhering, M. C.; Dias, D. C. F. S.; Vidigal, D. S.; Naveira, D. S. P. C. (2006) Teste de envelhecimento acelerado em sementes de pimenta. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.28, n.3, p.64-71.

- Bittencourt, S. R. M.; Vieira, R. D. (2006) Temperatura e período de exposição de sementes de milho no teste de envelhecimento acelerado. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.28, n.3, p.161-168.
- Brasil. (1992) Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para Análise de Sementes*. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365p.
- Bulant, C.; Gallais, A. (1998) Xenia effects in maize with normal endosperm: I. Importance and stability. *Crop Science*, Madison, v.38, p. 1517-1525.
- Bulant, C.; Gallais, A.; Matthys-Rochon, E.; Prioul, J. L. (2000) Xenia effects in maize with normal endosperm: II. Kernel growth and enzyme activities during grain filling. *Crop Science*, Madison, v.40, p.182-189.
- Bustamante, L.; Seddon, M. G.; Don, R.; Rennie, W. J. (1984) Pea seed quality and seedling emergence in the field. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.12, n.2, p.551-558.
- Cano-Ríos, P.; Rosales, R. G.; Pérez, O. J.; Martínez, E. J. H.; Herrera, R. S. (2001) Análisis dialélico para vigor de semilla en melón. *Agrociência*, Lavras, v.34, p.337-342.
- Carvalho, G. J. (1979) *Maturação de Sementes*. Belo Horizonte, EMATER-MG, 6p. (série sementes, 004).
- Carvalho, M. L. M.; Camargo, R. (2003) Aspectos bioquímicos da deterioração de sementes. *Informativo ABRATES*, v.13, n.1/2, p. 66-88.
- Carvalho, N. M., Nakagawa, J. (2000) *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. Campinas: Fundação Cargil, 588p.

- Castro, M. M. (2005) *Qualidade fisiológica de sementes de quiabeiro em Função da idade e do repouso pós-colheita dos frutos*. Tese (Doutorado em Agronomia) – Botucatu – SP, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, 43p.
- Castro, M. M.; Godoy, A. R.; Cardoso, A. I. I. (2004) Qualidade de sementes de jiló ‘Morro Grande,’ em função da idade e do armazenamento dos frutos., *Horticultura Brasileira*, Brasil, Suplemento, v.22, n.2, p.418.
- Catunda, P. H. A.. (2001) *Influência do teor de água, da embalagem e das condições de armazenamento na qualidade de sementes de maracujá amarelo*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 48p.
- Causse, M.; Rocher, J. P.; Pelleschi, S. (1995) Sucrose phosphate synthase: an enzyme with heterotic activity correlated with maize growth. *Crop Science*, Madison, v. 35, n. 4, p.995-1001.
- Coelho, R. C.; Liberal, O. H. T.; Coelho, R. G. (1980) Efeito da idade do fruto na qualidade da semente de jiló (*Solanum gilo* Raddi). In: XX Congresso Brasileiro de Olericultura, Brasília 1980. *Resumos...*Brasília, Sociedade de Olericultura do Brasil, p. 190.
- Costa, A. F. S.; Pacova, B. E. V. (2003) Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro. In: Martins, D.S.; Costa, A. F. S. (eds). *A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção*. Vitória, ES: Incaper, 497p.
- Crane, J. C.; Iwakiri, B. (1980) Xenia and metaxenia in pistachio. *HortScience*, California, v.15, n.2, p.184-185.

- Davarynijad, G. H.; Nyeki, J.; Szabo, J. H.; Lakner, Z. (1994) Relationship between pollen donors and quality of fruit of 12 apple cultivars. In: Inter-Symp. on postharvest treatment of horticultural crops. Keeskemet. *Acta Horticultura*, Hungary, v.368, p.344-354.
- Delouche, J. C.; Baskin, C. C. (1973) Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.1, n.2, p.427-452.
- Denney, J. O. (1992) Xênia includes metaxenia. *HortScience*, California, v.27, n.7, p.722-728.
- Dias, D. C. F. (2001) Maturação de sementes. *Seed News*, v.5, n.6.
- Diederichsen, A.; Jones-Flory, L. L. (2005) Accelerated aging test with seeds of 11 flax (*Linum usitatissimum*) cultivars. *Seed Science and Technology*, Zurich, v.33, n.2, p.419-429.
- Doria, R. A.; Dantas, J. L. L.; Morales, C. F. G.; Oliveira, A. M. G. (1999) Gerações F₁, F₂ e F₃ do mamoeiro híbrido tainung nº1. III – Produção. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.21, n.1, p.12-16.
- Duc, G.; Moessner, A.; Moussy, F.; Mousset-Déclas, C. A (2001) Xenia effect on number and volume of cotyledon cells on seed weight in faba bean (*Vicia faba* L.). *Euphytica*, Wageningen, v.117, n.2, p.169-174.
- Dutra, A. S.; Vieira, R. D. (2004) Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, n.3, p.715-721.
- Dutra, A. S.; Vieira, R. D. (2006) Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de abobrinha. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.28, n.2, p.117-122.

- Finch-Savage, W.E. (1994) Influence of seed quality on crop establishment, growth, and yield. In: BASRA, A.S. (Ed.). *Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications*. New York: Food Products. 1994. p.361-84.
- Freitas, R. A. (2003) *Qualidade fisiológica e caracterização bioquímica de sementes de algodão durante a deterioração e avaliação do seu potencial de armazenamento*. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa - UFV, 102p.
- Freitas, R. A.; Nascimento, W. M. N. (2006) Teste de envelhecimento acelerado em sementes de lentilha. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.28, n.3, p.59-63.
- Guimarães, J. R. M.; Malavasi, M. M.; Lopes, H. M. (1993) Definição do protocolo do teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). *Informativo Abrates*, v.3, n.3, p.138.
- Gomes, M. S. (1999) *Heterose na qualidade fisiológica de sementes de milho*. Tese (Mestrado em Agronomia) – Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras - UFLA, 78p.
- Gomes, M. S.; Von Pinho, E. V. R.; Von Pinho, R. G.; Vieira, M. G. G. C. (2000) Efeito da heterose na qualidade fisiológica de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.22, n.1, p.7-17.
- GONÇALVES, E.P. (2003) *Avaliação do potencial fisiológico de mutamba (Guazuma ulmifolia Lam.) por meio de diferentes testes de vigor*. Tese (Doutorado em Agronomia) – Jaboticabal – SP. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, 64p.
- Hageman, R. H.; Leng, E. R.; Dudley, J. W. (1967) A biochemical approach to corn breeding. *Advances in Agronomy*, New York, v.19, p.45-85.

- Hampton, J. G.; Tekrony, D. N. (1995) Controlled deterioration test. In: Hampton and Tekrony (ed). *Handbook of vigour test methods*. Zurich: ISTA. p.70-78.
- Idiarte, H. G. (1995) *Relação do envelhecimento acelerado na qualidade fisiológica de semente de cebola*. Tese (Mestrado em Agronomia) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - USP, 84p.
- Ikuta, H. (1981) Produção de sementes híbridas F₁ de berinjela e couve-flor. In: *Curso de produção e tecnologia de sementes de hortaliças*, 1, Brasília. Brasília: Embrapa- CNPH, p. 1-4.
- ISTA - International Seed Testing Association. (1995) *Handbook of Vigour Test Methods*. 3.ed. Zürich, 117p.
- Ketchie, D. O.; Fairchild, E. D.; Drake, F. R. (1996) Viability of different pear pollen and the effect on fruit set of “Anjou” pear (*Pyrus communis* L.). *Fruit Varieties Journal*, Ohio, v.50, n.2, p.118-124.
- Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D. (1999) Deterioração controlada. In: Krzyzanowski, F. C.; França Neto, J. B.; França Neto, J. B. *Vigor de Sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, p.6:1-6:8.
- Larsen, S. U.; Pousen, F.V.; Eriksen, E. N.; Pedersen, H. C. (1998) The influence of seed vigour on field performance and the evaluation of the applicability of the controlled deterioration vigour test in oil seed rape (*Brassica napus*) and pea (*Pisum sativum*). *Seed Science and Technology*, Zürich, v.26, n.2, p.641-647.
- Lima, C. B.; Bellettini, N. M. T.; Sato, O.; Athanázio, J. C.; Vieira, M. A. V.; Alves, S. M. (2005) Envelhecimento acelerado em sementes de pimentão. In: Congresso Brasileiro de Sementes, 14, 2005, Foz do Iguaçu. *Anais...* Londrina: ABRATES.

- Lima, W. A. A.; Dias, D. C. F. S.; Bacco, M. G. (1997) Teste de envelhecimento acelerado na avaliação do vigor de sementes de quiabo. *Informativo Abrates*, Pelotas, v.7, n.1/2, p.179.
- Lobato, P. N. (2003) *Qualidade de sementes de híbridos duplos de milho obtidas a partir de gerações F₁ ou F₂*. Tese (Mestrado em Agronomia) – Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras - UFLA, 50p.
- Lopes, L. C.; Pereira, M. D.; Izoton, M. F. (2005) Avaliação fisiológica de sementes de melancia pelo teste de envelhecimento acelerado. In: Congresso Brasileiro de Sementes, 14, 2005, Foz do Iguaçu. *Anais...* Londrina: ABRATES.
- Luna, J. V. U.; Caldas, R. C. (1979) Germinação de sementes de mamão (*Carica papaya* L.) em vários estádios de maturação. IN: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 5, 1979, Pelotas. *Anais...* Pelotas: p.693-696.
- Maguire, J. D. (1962) Speed of germination-aid seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v.2, n.2, p.176-177.
- Mantovani, E. C.; Silva, R. F.; Casali, V. W. D.; Conde, A. R. (1980) Desenvolvimento e maturação fisiológica de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.). *Revista Ceres*, Viçosa, v.27, n.152, p.356-368.
- Marcos Filho, J. (2005) *Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 495p.
- Marcos Filho, J. (1999a) Testes de vigor: importância e utilização. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. *Vigor em Sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1-21.
- Marcos Filho, J. (1994) Utilização de testes de vigor em programas de controle de qualidade de sementes. *Informativo ABRATES*, Londrina, v.4, n.2, p.3-35.

- Marcos Filho, J. (1999b) Teste de envelhecimento acelerado. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B.. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, cap.3, p.1-24.
- Marin, L. D. M. (2001) *Melhoramento genético do mamoeiro (Carica papaya L.): habilidade combinatória de genótipos dos grupos Solo e Formosa*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 117p.
- Martins, G. N. (2001) *Influência da seleção do fruto, do peso específico da semente e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão (Carica papaya L.)*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 48p.
- Martins, G. N.; Silva, R. F.; Araújo, E. F.; Pereira, M. G.; Vieira, H. D.; Viana, A. P. (2005) Influência do tipo do fruto, peso específico das sementes e período de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão do grupo Formosa. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.27, n.2, p.12-17.
- Martins, G. N.; Silva, R. F.; Araújo, E. F.; Vieira, H. D.; Viana, A. P. (2004) Influência do tamanho do fruto, do peso específico e do período de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão cv. Golden. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, v.29, n.2, p.98-103.
- Martins, G. N.; Silva, R. F.; Pereira, M. G.; Araújo, E. F.; Posse, S. C. P. (2006) Influência do repouso pós-colheita de frutos na qualidade fisiológica de mamão. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.28, n.2, p.142-146.
- Maryam, B.; Jones, D. A. (1983) The genetics of maize (*Zea mays* L.) growing at low temperatures. Germination of inbred lines and their F₁'s. *Euphytica*, Wageningen, v.32, n.3, p.535-542.

- Matthews, S. (1998) Approaches to the indirect evaluation of germination and vigour. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.55, n.esp., p.62-66.
- Matthews, S.; Powell, A. A. (1987) Controlled deterioration test. In: Perry, D. A.. *Handbook of vigour test methods*. Zürich: ISTA, p.49-56.
- Mcdonald, M .B. (1999) Seed deterioration: physiology, repair and assessment. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.27, n.1, p.177-237.
- Medina, M. C. (1995) Cultura. In: ITAL. *Mamão: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos*. Campinas: ITAL, p.1-177.
- Mello, S. C.; Spinola, M. C. M.; Minami, K. (1999) Métodos de avaliação da qualidade fisiológica de sementes de brócolos. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.56, n.4, p.1151-1155.
- Mendonça, E. A. F.; Ramos, N. P.; Fessel, S.A. (2003) Adequação da metodologia do teste de deterioração controlada para sementes de Brócolis (*Brassica oleracea* L. – var. Itálica). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.25, n.1, p.18-24.
- Mendonça, E. A. F.; Ramos, N. P.; Fessel, S. A.; Sader, R. (2000) Teste de teste de deterioração controlada em sementes de Brócolis (*Brassica oleracea* L.) var. Itálica. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.22, n.1, p.280-287.
- Mercer, J. R.; Ramalho, M. A. P.; Raposo, F. V. (2002) Implicações do fenômeno de xênia nos programas de melhoramento de milho. *Ciência Agrotécnica*, Lavras, v.26, n.6, p.1338-1343, nov./dez.
- Meschede, D. K.; Sales, J. G. C.; Braccini, A. L.; Scapim, C.A.; Schuab, S.R.P. (2004) Tratamentos para superação da dormência das sementes de capim-braquiária cultivar Marandu. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.26, n.2, p.76-81.

- Mino, M.; Inoue, M. (1994) Analysis of glucose metabolism in the heterotic viability in seedling growth of maize F1 hybrid. *Japan Journal Crop Science*, Shinshu, v.63, n.4, p.682-688.
- Mino, M.; Inoue, M. (1989) DNA synthesis and nuclease activity during germination of a heterotic F1 hybrid of maize. *Canadian Journal Botany*, Ottawa, v.67, n.1, p.73-75.
- Mino, M.; Inoue, M. (1994) Analysis of glucose metabolism in the heterotic viability in seedling growth of maize F1 hybrid. *Japan Journal Crop Science*, Toquio, v.63, n.4, p.682-689.
- Mino, M.; Inoue, M. (1989) DNA synthesis and nuclease activity during germination of a heterotic F1 hybrid of maize. *Canadian Journal Botany*, Canada, v.67, n.1, p.73-75.
- Mino, M.; Inoue, M. (1986) Heterotic viability under the treatment of cycloheximide and 6-methylpurine in germinating maize kernels. *Japan Journal Breeding*, Toquio, v.36, p.240-247.
- Mino, M.; Inoue, M. (1988) Hybrid vigor in relation to lipid and protein metabolism in germinating maize kernels. *Japan Journal Breeding*, Toquio, v.38, p.428-436.
- Mino, M.; Inoue, M. (1980) RNA and protein synthesis during germination process of F₁ hybrid and its parental inbred lines of maize. *Plant Science Letters*, Limerick, v.20, p.7-13.
- Miranda, D. M.; Novembre, A. D. L. C.; Chamma, H. M. C. P. (2001) Avaliação do potencial fisiológico de sementes de sorgo pelo teste de envelhecimento acelerado. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.23, n.1, p.226-231.

- Moraes, O. M.; Souza, R. T.; Nakagawa, J. (2001a) Maturação de vagens, forma de secagem e qualidade fisiológica de sementes de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). In: Congresso Brasileiro de Sementes, 12., 2001, Curitiba. *Informativo ABRATES*, Curitiba, v.11, p.61.
- Moraes, O. M.; Souza, R. T.; Nakagawa, J. (2001b). Maturação, formas de secagem e qualidade fisiológica de sementes de soja. In: Congresso Brasileiro de Sementes, 12., 2001, Curitiba. *Informativo ABRATES*, Curitiba, v.11, p.61.
- Nakagawa, J.; Cavariani, C.; Zucareli, C. (2005) Maturação, formas de secagem e qualidade fisiológica de sementes de mucuna-preta. *Revista Brasileira de Sementes*, v.27, n.1, p.45-53.
- Nebiolo, C. M.; Kaczamarczyk, W. J.; Ulrich, V. (1983) Manifestation of hybrid vigor in RNA synthesis parameters by corn seedling protoplasts in the presence and absence of gibberelic acid. *Plant Science Letters*, Limerick, v.28, p.195-206.
- Odiemah, M. (1989) Quantitative inheritance of seed quality characteristics in maize (*Zea mays* L.). *Cereal Research Communications*, Szeged, v.17, n.1, p.245-251.
- Oliveira, R. S. R.; Novembre, A. D. L. C. (2005) Teste de condutividade elétrica para sementes de pimentão. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.27, n.1, p.31-36.
- Osman, O. A.; George, R. A. T. (1988) Controlled deterioration as a vigour test for sweet pepper seed. *Acta Horticulturae*, Wageningen, v.218, p.110-114.
- Paleg, L. G. (1965) Physiological effects of gibberellins. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v.16, p.291-322.

- Panobianco, A. A.; Marcos Filho, J. (2001) Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.58, n.3, p.525-531.
- Passam, H. C.; Akoumianakis, K.; Sagiannidi, A. (1998) The effect of time of sowing on the production of okra (*Hibiscus esculentus* L.) seed in the Mediterranean region. *Plant Varieties and Seeds*, Athens, v.11, n.3, p.145-150.
- Pedrosa, J. F.; Oliveira, G. M.; Bezerra Neto, F.; Monteiro, M. R. (1987) Influência da idade e armazenamento do fruto na produção e qualidade de sementes de *Cucurbita maxima x moschata*. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.5,n.2, p.15-17.
- Pereira, F. C. D. (2003) *Uso do efeito em híbridos comerciais de milho (Zea mays L.)*. Tese (Mestrado em Agronomia) – Ilha Solteira – SP, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, 51p.
- Piana, Z.; Tillmann, M. A. A.; Minami, K. (1995) Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cebola e sua relação com a produção de mudas vigorosas. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.17, n.2, p.149-153.
- Pinter, L.; Szabo, J.; Horompoli, E. (1987) Effect of metaxenia on the grain weight of the corn (*Zea mays* L.). *Maydica*, Bergamo, v.32, p.81-88.
- Popinigis, F. (1985) *Fisiologia da semente*. 2. ed. Brasília, DF, AGIPLAN, 289p.
- Powell, A. A. (1995) The controlled deterioration test. In: Verter, H. A. van de. *Seed vigour testing seminar*. Zürich: ISTA, p.73-87.
- Powell, A. A.; Don, R.; Haigh, P.; Phillips, G.; Tonkin, J. H. B.; Wheaton, O.E. (1984) Assessment of the repeatability of the controlled deterioration vigour test both within and between laboratories. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.12, n.2, p.421-427.

- Powell, A. A.; Ferguson, A. J.; Matthews, S. (1997) Identification of vigour differences among combining pea (*Pisum sativum*) seed lots. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.25, n.3, p.443-464.
- Powell, A. A.; Matthews, S. (1984) Application of the controlled deterioration vigour test to defect seed lots of Brussels sprouts with low potential for storage under commercial conditions. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.12, n.2, p.421-427.
- Powell, A. A.; Matthews, S. (1981) Prediction of the storage potential of onion seed under commercial storage conditions. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.9, n.2, p.633-640.
- Priestley, D. A. (1986) *Seed aging*. Ithaca, Comstock Publishing Associates. 304p.
- Rahemi, M. Mojamad, J. D. (2001) Effects of pollen source on nut and kernel characteristics of hazelnut. *Acta Horticulturae*, Iran, n.550, p.371-376.
- Ramos, N. P.; Flor, E. P. O.; Mendonça, E. A. F.; Minami, K. (2004) Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.26, n.1, p.98-103.
- Redfearn, M. (1996) A new seed vigour test: is it important for the beet crop? *British Sugar*, Peterborough, v.64, n.1, p.15-18.
- Roberts, E. H. (1973) Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.1, n.3, p.499-514.
- Rocha, J. A. G.; Nedel, J. L.; Baier, A. C. (1998) Teste de envelhecimento precoce para sementes de triticales (*Triticosecale* Wittmack). *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v.4, n.3, p.206-210.

- Rodo, A. B.; Panobianco, M.; Marcos Filho, J. (2000) Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de cenoura. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.57, n.2, p. 289-292.
- Rodo, A. B.; Tillman, M. A. A.; Villela, F. A.; Sampaio, N. V. (1998) Teste de condutividade elétrica em sementes de tomate. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.20, n.1, p.29-38.
- Rood, S. B.; Blake, T. J.; Pharis, R. P. (1983) Gibberellins and heterosis in maize. Response to gibberellic acid and metabolism of [³H]GA₂₀. *Plant Physiology*, Maryland, v.17, n.3, p.645-651.
- Rood, S. B.; Buzzell, R. I.; Major, D. J. (1990) Gibberellins and heterosis in maize: quantitative relationships. *Crop Science*, Madison, v.30, n.2, p.281-286.
- Rood, S. B.; Larsen, K. M. (1988) Gibberellins, amylase and the onset of heterosis in maize seedlings. *Experimental Botany*, Oxford, v.39, n.1, p.223-233.
- Rosseto, C.A.V.; Marcos Filho, J. (1995) Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.52, n.1, p.123-131.
- Sá, M. E. (1999) Condutividade elétrica em sementes de tomate. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.56, n.1, p.13-19.
- Seka, D.; Cross, H. Z. (1995b) Xenia and maternal effects on maize agronomic traits at three plant densities. *Crop Science*, Madison, v.35, n.1, p.86-90.
- Seka, D.; Cross, H. Z. (1995a) Xenia and maternal effects on maize kernel development. *Crop Science*, Madison, v.35, n.1, p.80-85.

- Silva, J. B. (2006) *Testes para avaliar o potencial fisiológico de sementes de beterraba*. Tese (Doutorado em Agronomia) – Jaboticabal – SP, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, 55p.
- Silva, J. B.; Vieira, R. D. (2006) Avaliação do potencial fisiológico de sementes de beterraba. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.28, n.2, p.128-134.
- Silva, M. A. S.; Torres, S. B.; Carvalho, I. M. S. (1998) Teste de envelhecimento acelerado em sementes de maxixe (*Cucumis anguria L.*). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, vol. 20, nº 1, p.212-214.
- Simoni, F. (2003) *Deterioração controlada em sementes de milho (Zea mays L.)*. Tese (Mestrado em Agronomia) – Jaboticabal – SP, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, 57p.
- Smith, M. T.; Berjak, P. (1995) Deteriorative changes associate with the loss of viability of stored desiccation-tolerant and desiccation-sensitive seeds. In: Kigel, J. D.; Galili, G. (Eds) *Seed development and germination*. New York: Marcel Dekker, p. 701-746.
- Spinola, M. C. M.; Cícero, S. M.; Melo, M. (2000) Alterações bioquímicas e fisiológicas em sementes de milho causadas pelo envelhecimento acelerado. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.57, n.2, p.263-270.
- Tafari, F. (1966) IAA determination in the kernels of four lines of corn and their hybrids. *Phytochemistry*, Oxford, v.5, n.4, p.999-1003.
- Tebaldi, N. D.; Sader, R.; Biruel, R. P.; Scalon, N. J. O.; Ballaris, A. L.; Gavioli, E. (1999) Determinação do tempo e da temperatura para o teste de envelhecimento acelerado de sementes de brócolos (*Brassica oleracea L.*) var *italica* Plenck. In: Congresso Brasileiro de Sementes, 11, Foz do Iguaçu, 1999. *Resumos...* Curitiba: ABRATES, p.120.

- Tekrony, D. M. (1995) Accelerated aging test. In: Hampton, J. G.; Tekrony, D. M. *Handbook of vigour test methods*. Zurich: International Seed Testing Association, p.35-50.
- Torres, S. B.; Carvalho, I. M. S. (1998) Teste de envelhecimento acelerado em sementes de quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 20, nº 1, p.209-211.
- Torres, S. B.; Caseiro, R. F.; Rodo, A. B.; Marcos Filho, J. (1998) Testes de vigor em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.) com ênfase no teste de condutividade elétrica. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.20, n.2, p.480-483.
- Torres, S. B.; Minami, K. (2000) Qualidade fisiológica de sementes de pimentão. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.57, n.1, p.109-112.
- Tsai, C. L.; Tsai, C. Y. (1990) Endosperm modified by cross-pollinating maize to induce changes in dry matter and nitrogen accumulation. *Crop Science*, Madison, v. 30, p.804-808.
- Usberti, R. (1990) Determinação do potencial de armazenamento de lotes de sementes de *Brachiaria decumbens* pelo teste de envelhecimento acelerado. *Revista Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.4, p.691-699.
- Vásquez, E.; Montiel, F.; Vásquez-Ramos, J. M. (1991) DNA ligase activity in deteriorated maize axis during germination: a model relating effects in DNA metabolism in seeds to loss of germinability. *Seed Science Research*, Wallingford, v.1, n.2, p.269-273.
- Vidigal, D. S.; Bhering, M. C.; Dias, D. C. F. S.; Tokuhisa, D.; Naveira, D. S. P. (2005) Métodos para avaliação do vigor de sementes de mamão. In: Congresso Brasileiro de Sementes, 14, 2005, Foz do Iguaçu. *Anais...* Londrina: ABRATES.

- Vieira, R. D.; Carvalho, N. M.; Sader, R. (1994) Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: Vieira, R. D.; Carvalho, N. M. (Ed). *Testes de vigor em sementes*. Jaboticabal: FUNEP, cap.3, p.31-47.
- Viggiano, J. R. (1999) *Influência do teor de umidade, tipo de embalagem e ambiente de armazenamento na conservação de sementes de mamão (Carica papaya L.)*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 67p.
- Viggiano, J. R.; Silva, R. F.; Vieira, H. D. (200b) Ocorrência de dormência em sementes de mamão (*Carica papaya L.*). *Sementes On Line*, Pelotas, v.1, n.1, p.6-10.
- Viggiano, J. R.; Vieira, H. D.; Silva, R. F.; Araújo, E. F.; Viana, A. P. (2000a) Conservação de sementes de mamão (*Carica papaya L.*) em função do grau de umidade, tipo de embalagem e ambiente de armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.22, n.2, p.279-287.
- Weiland, R. T. (1992) Cross-pollination effects on maize (*Zea mays L.*) hybrid yields. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.72, p.27-33.
- Yahiro, M. (1979) Effects of seed-pretreatments on the promotion of germination in papaya, *Carica papaya L.* *Memorial Faculty Agriculture*, Kagoshima University. v.15, p.49-54.
- Yahiro, M.; Oryoji, Y. (1980) Effects of gibberellin and cytokinin treatments on the promotion of germination in papaya, *Carica papaya L.*, seeds. *Memorial Faculty Agriculture*, Kagoshima University, v.16, p.45-51.
- Yamada, M.; Ishige, T.; Ohkawa, Y. (1985) Reappraisal of Ashby's hypothesis on heterosis of physiological traits in maize, *Zea mays L.* *Euphytica*, Wageningen, v.34, n.3, p.593-598.

Zucareli, C. (2002) *Teste de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de milho (Zea mays L.)*. Tese (Mestrado em Agronomia) – Botucatu – SP, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, 111p.