

COMPOSTOS FENÓLICOS INIBIDORES DA GERMINAÇÃO EM SEMENTES DE MAMÃO (*Carica papaya* L.)¹

DAÍ TOKUHISA²; DENISE CUNHA FERNANDES DOS SANTOS DIAS³; EVELINE MANTOVANI ALVARENGA⁴; PAULO CÈSAR HILST²; ANTÔNIO JACINTO DEMUNER⁴

RESUMO – Sementes de mamão germinam lenta e irregularmente, o que tem sido atribuído à presença da sarcotesta. O trabalho teve como objetivos avaliar o efeito inibitório de extratos de sarcotesta na germinação de sementes de alface e quantificar compostos fenólicos em sementes de mamão. Foram utilizados frutos de mamão do grupo Formosa, híbrido Tainung 01, colhidos em maio e setembro/2005, obtendo-se sementes com e sem sarcotesta que foram avaliadas quanto à germinação aos 15 e 30 dias após a semeadura. Realizou-se um bioensaio com sementes de alface, que foram colocadas para germinar em substrato umedecido com água e com soluções obtidas a partir de extrato da sarcotesta de sementes de mamão. Determinou-se, também, o conteúdo de compostos fenólicos nas diferentes estruturas destas (sarcotesta, esclerotesta, endosperma e embrião), utilizando-se o ácido tânico como padrão e para reação de coloração, o reagente Folin-Ciocalteu, com leitura em espectrofotômetro a 765 nm. Verificou-se que o extrato de sarcotesta inibe a germinação e o crescimento da raiz primária das plântulas de alface, devido à presença de compostos fenólicos. Maior quantidade destes compostos foi observada na esclerotesta das sementes de mamão, seguida da sarcotesta, sendo praticamente nula a presença de tais compostos no embrião e no endosperma. Sementes oriundas da colheita de maio/2005 exibiram dormência, apresentando maior conteúdo de fenóis na sarcotesta quando comparadas às sementes obtidas de frutos colhidos em setembro/2005, as quais não apresentaram dormência.

Termos para indexação: Germinação, sarcotesta, inibidores, dormência, *Carica papaya* L.

PHENOLIC COMPOUND INHIBITORS IN PAPAYA SEEDS (*Carica papaya* L.)

ABSTRACT – The slow and erratic germination of papaya seeds has been attributed to inhibitors present in the sarcotesta. This study was undertaken to evaluate the inhibition effect of sarcotesta extract on lettuce seed germination and to quantify phenolic compounds in papaya seeds. Papaya fruits of the Formosa group, hybrid Tainung 01, were harvested in may and september/2005. At each harvest time, seeds with and without sarcotesta were obtained and the germination percentage was evaluated at 15 and 30 days after seeding. A bioassay was performed with lettuce seeds, which germinated in substratum moistened with water (control) and with solutions obtained from papaya sarcotesta extract. The phenolic compounds were quantified in different structures of papaya seeds (sarcotesta, esclerotesta, endosperm and embryo), using tannic acid as standard and the color reaction with Folin-Ciocalteu reagent measured at 765 nm by spectrophotometry. The bioassay indicated that sarcotesta extract inhibits the germination and growth of the lettuce seedling primary roots due to the presence of inhibitory substances (phenols). A high amount of these substances was found in the papaya seed esclerotesta, followed by the sarcotesta, but there was practically no concentration of these compounds in the embryo and endosperm. Seeds extracted from fruits harvested in may 2005 had dormancy and higher phenolic content compared to seeds harvested in september 2005, which did not exhibit dormancy.

Index terms: germination, sarcotesta, inhibitors, dormancy, *Carica papaya* L.

¹ Submetido em: 07/12/2006. Aceito para publicação em: 12/07/2007.

² Eng. Agr., M.S., Depto. de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 36570-000 – Viçosa – MG. E-mail: daitokuhisa2004@yahoo.com.br;

³ Prof. Adjunto, Depto. de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 36570-000 – Viçosa – MG. E-mail: dcdias@ufv.br; eveline@ufv.br; lasdias@ufv.br

⁴ Prof. Adjunto, Depto. de Química, Universidade Federal de Viçosa, 36570-000 – Viçosa – MG.

INTRODUÇÃO

Comercialmente, o mamoeiro é propagado por meio mudas oriundas de sementes. A semente apresenta-se envolvida por duas membranas, sendo uma externa, denominada arilo ou sarcotesta (envelope mucilaginoso), e a outra interna, chamada esclerotesta (camada enrugada), que envolve o tégmen. Internamente é constituída pelo endosperma e embrião, sendo este representado pelo eixo hipocótilo-radícula e pelos cotilédones (Marin et al., 1995).

A presença da sarcotesta pode resultar em germinação lenta e desuniforme (Gherardi e Valio, 1976; Reyes et al., 1980; Chow e Lin, 1991; Schmildt et al., 1993). No entanto, não há consenso sobre os efeitos da remoção da sarcotesta na germinação e no vigor das sementes de mamão (Pérez et al., 1980; Reyes et al., 1980). Para Reyes et al. (1980) e Chow e Lin (1991), a sarcotesta pode impedir a germinação devido à presença de compostos inibidores, enquanto Viggiano et al. (2000) observaram dormência em sementes desprovidas de sarcotesta.

Não há consenso quanto à ocorrência de dormência pós-colheita em sementes de mamão. Alguns autores (Yahiro e Oryoji, 1980; Viggiano et al., 2000; Aroucha et al., 2004; Tokuhisa, 2005) atribuem a baixa porcentagem de germinação das sementes à dormência pós-colheita, embora Singh e Singh (1981) e Santos et al. (1999) tenham constatado germinação máxima em sementes recém-colhidas.

Apesar de existirem relatos sobre a ocorrência de dormência em sementes de mamão, são escassos os trabalhos que procuram identificar os principais mecanismos envolvidos. A maioria das pesquisas refere-se à utilização de tratamentos para superar a dormência e, ou acelerar a germinação das sementes (Andreoli e Khan, 1993; Bertocci et al., 1997; Salomão e Mundin, 2000; Viggiano et al. 2000; Bhattacharya e Khuspe, 2001). A falta de sincronismo na germinação destas sementes tem sido atribuída à presença de inibidores, principalmente compostos fenólicos, na sarcotesta e esclerotesta (Gherardi e Valio, 1976; Reyes et al., 1980; Manica, 1982; Marfo e Afolabi 1986; Chow e Lin, 1991).

Substâncias inibidoras, de diferentes categorias químicas, podem ser encontradas em sementes de várias espécies, interferindo no processo germinativo. Bewley e Black

(1994) relacionaram diversas espécies que apresentam compostos inibidores localizados em diferentes estruturas da semente. Dentre estas substâncias, destacam-se os fenóis.

Maciel et al. (1992), trabalhando com sementes florestais, concluíram que a inibição promovida pelos fenóis é variável de acordo com sua localização na semente. Henderson e Nitsch (1962) mostraram que estes constituintes podem atuar como ativadores ou como inibidores do sistema enzimático, favorecendo ou não a atividade de auxina, influenciando, conseqüentemente, o crescimento da plântula. Nessa mesma linha, Zenk e Muller (1963), avaliando a ação de vários compostos fenólicos sobre o sistema enzimático AIA-oxidase, constataram efeitos sinérgicos com os ácidos clorogênico, caféico, diidrocaféico e sinápico, os quais atuaram para a manutenção do nível endógeno de auxina. Assim, os efeitos dos ácidos fenólicos podem ser observados nos processos biológicos das sementes, como demonstrado por Lodhi (1982) que, testando uma mistura equimolar destes compostos, encontrou supressão na germinação de sementes de *Kochia scoparia*. Também Einhellung et al. (1982) demonstraram efeitos sinérgicos de fenóis no alongamento da radícula, crescimento de plântulas e germinação de sementes.

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), existem tegumentos que são impermeáveis ao oxigênio, sendo que a restrição à entrada deste gás no interior da semente, de acordo com Edwards (1973), é controlada basicamente pela presença de compostos fenólicos na casca. Entretanto, a localização da substância que fixa o oxigênio não se dá unicamente no envoltório da semente, podendo ser encontrada também no embrião, tendo como exemplo clássico *Curcubita* sp. (Toole et al., 1956). Vários compostos fenólicos podem atuar como inibidores do alongamento celular, ou consumir oxigênio durante o processo de oxidação, restringindo a quantidade de oxigênio que chega ao embrião (Bewley e Black, 1994). Dietrich (1986) cita o ácido clorogênico como substância de natureza fenólica capaz de inibir a germinação de sementes e o brotamento de gemas.

Desta forma, o trabalho teve como objetivo avaliar a presença de compostos fenólicos em sementes de mamão e investigar os seus efeitos de extratos da sarcotesta na germinação de sementes de alface, utilizada como espécie teste.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Sementes e de Química da Universidade Federal de Viçosa, utilizando-se frutos hermafroditas de mamão do grupo Formosa (híbrido Tainung 01), produzidos pela empresa “Hidra e Hera Sementes”, em Linhares, ES, colhidos em maio e setembro de 2005, no estádio 1 de maturação (até 15% da superfície externa com coloração amarela), segundo Aroucha et al. (2004). Os frutos permaneceram em ambiente de laboratório até atingirem o estádio 5 de maturação, ou seja, mais de 75% da superfície externa com coloração amarela (Aroucha et al., 2004).

Os frutos foram cortados ao meio para a extração das sementes, manualmente. Uma porção destas (cerca de 500 sementes) foi colocada para secar em condição ambiente de laboratório, a 25°C, até atingir grau de umidade de, aproximadamente, 12%, obtendo-se, assim, uma amostra de sementes com a sarcotesta. As sementes restantes foram submetidas à fricção em peneira de arame com auxílio de uma escova de cerdas plásticas, sob jato de água corrente, para a remoção da sarcotesta, sendo, em seguida, colocadas para secar sobre papel toalha nas mesmas condições já descritas para as sementes com sarcotesta. Foram obtidas, então, sementes com e sem sarcotesta que foram avaliadas quanto à germinação.

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

Foi conduzido ainda um bioensaio, utilizando-se extratos obtidos a partir da sarcotesta das sementes de mamão oriundas de frutos colhidos em maio/2005 e setembro/2005. Para se obter os extratos, 30g de sarcotesta foram macerados em água destilada, na proporção de 1:1 e 1:2 (extrato: água).

Foram conduzidos então, testes de germinação com sementes de alfaca, utilizada como espécie teste,

umedecendo-se o substrato papel toalha com os respectivos extratos e com água destilada (testemunha). Para a condução dos testes de germinação com sementes de alfaca, foi adotada a metodologia prescrita pelas Regras de Análise de Sementes (Brasil, 1992), utilizando-se quatro repetições de 50 sementes. As sementes foram distribuídas sobre duas folhas de papel-toalha umedecido com água (testemunha) e também com as respectivas soluções dos extratos (1:1 e 1:2) na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, em caixas gerbox, que foram mantidas em germinador a 20° C. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais obtidas no 10º dia após a semeadura. Avaliou-se ainda o comprimento da raiz primária das plântulas, cujos resultados foram expressos em cm/plântula.

Uma amostra de cerca de 20 gramas de sementes frescas foi obtida dos frutos colhidos em Maio e Setembro/2005. De cada semente foram separadas as seguintes estruturas: o embrião e o endosperma (parte interna), o envoltório (esclerotesta) e a sarcotesta (mucilagem externa), com o auxílio de um bisturi. As amostras relativas a cada uma destas estruturas foram submetidas à análise para quantificação do conteúdo de fenóis totais, segundo metodologia descrita por Singh et al. (2002). Para tanto, cada amostra foi triturada em cadinho de porcelana, utilizando-se como solução extratora uma mistura de metanol:água (4:1). Cada solução foi filtrada (papel filtro Whatman nº 1), determinando-se o conteúdo total de compostos fenólicos, utilizando-se um espectrofotômetro UV-visível, com as leituras realizadas no comprimento de onda de 765nm, usando para reação de coloração o reagente Folin-Ciocalteu. Os dados obtidos foram expressos em mg de equivalentes de ácido tânico por grama e depois transformados em ppm.

Antes de se determinar o conteúdo total de compostos fenólicos foi construída uma curva de calibração de ácido tânico (curva padrão) nas concentrações de 0, 10, 25, 50, 75, 100, 200, 300 e 400 ppm (Figura 1).

Procedimento estatístico

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelos testes F e de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sementes com sarcotesta extraídas de frutos de mamão colhidos em maio/2005 tiveram germinação praticamente nula, tanto aos 15 como aos 30 dias, diferindo significativamente das sementes sem sarcotesta, que apresentaram 18% de germinação (aos 15 e aos 30 dias), o que pode ser atribuído à presença de dormência pós-colheita (Figura 2). Por outro lado, sementes sem sarcotesta obtidas de frutos colhidos em setembro/2005 apresentaram elevada germinação já no 15º dia (82%), indicando ausência de dormência. A germinação destas sementes, aos 30 dias após a semeadura, também foi alta, ou seja, 88%. Nota-se, contudo, que a germinação das sementes com sarcotesta foi significativamente inferior à obtida para as sementes cuja sarcotesta foi removida.

Verifica-se, portanto, que em ambas as épocas de colheita, a germinação das sementes com sarcotesta foi inferior quando comparada com os valores obtidos para as sementes sem sarcotesta (Figura 2). Para Chow e Lin (1991), a sarcotesta apresenta inibidores, principalmente compostos fenólicos, que acarretam germinação lenta e desuniforme das sementes. Assim, germinação satisfatória tem sido obtida quando a sarcotesta é removida (Gherardi e Valio, 1976; Pérez et al., 1980; Yahiro e Oroyoji, 1980).

O umedecimento do substrato de germinação com solução preparada a partir da sarcotesta de sementes de mamão teve efeito significativo ($P < 0,05$) na germinação e no comprimento da raiz primária de alface (Figura 4). A germinação das sementes de alface foi menor quando se utilizou extrato obtido de sarcotesta de sementes de mamão dormentes (frutos colhidos em maio/2005), quando comparado com o extrato obtido de sementes sem dormência (frutos colhidos em setembro/2005) (Figura 4, Tabela 1). Resultados semelhantes foram obtidos por Gherardi e Valio (1976) e Chow e Lin (1991) em bioensaios com sementes de alface e também por Reyes et al. (1980) com sementes de pepino. Chow e Lin (1991) ao utilizarem extratos de sarcotesta e de sementes de mamão constataram que na sarcotesta há maior concentração de inibidores, anulando a germinação das sementes de alface, o que já havia sido observado por Gherardi e Valio (1976).

Os resultados obtidos neste trabalho indicam que a

sarcotesta é uma estrutura que pode exercer controle sobre a germinação de sementes de mamão, já que teve efeito inibitório na germinação de sementes de alface, interferindo principalmente no crescimento das raízes, pois verificou-se menor desenvolvimento das raízes em extratos de sarcotesta obtidos das sementes de maio/2005 (dormentes) em relação ao observado nos extratos obtidos de sementes de setembro/2005 (não dormentes) (Figuras 3 e 4).

Pelas figuras 3 e 4, verifica-se que as concentrações dos extratos de sarcotesta das sementes de mamão influenciaram na germinação e no comprimento da raiz primária de alface. Houve redução significativa na germinação e no comprimento da raiz primária das plântulas de alface com o aumento da concentração do extrato de sarcotesta (Figura 4), indicando um efeito inibidor dos extratos na germinação das sementes de alface. Estes resultados reforçam que, compostos inibidores, provavelmente fenóis, presentes na sarcotesta das sementes de mamão, principalmente de frutos colhidos em Maio/2005 (Figura 4, Tabela 1), influenciaram o processo germinativo de sementes de alface. Gherardi e Valio (1976) excluíram a possibilidade de que o inibidor de germinação presente na sarcotesta das sementes de mamão fosse o ácido abscísico, afirmando que tais inibidores são de natureza fenólica. É importante ressaltar que quando se utilizou o extrato 2:1 obteve-se grande proporção de plântulas anormais, com atrofia no sistema radicular, enquanto no extrato 1:1 a inibição ao crescimento da raiz primária foi mais drástica, com grande proporção de sementes que não emitiram radícula. Neste caso, o extrato mais concentrado teve efeito inibitório acentuado na germinação das sementes de alface impedindo a protrusão da radícula.

Pela tabela 1, verifica-se maior quantidade de compostos fenólicos na sarcotesta e esclerotesta das sementes de mamão de maio de 2005 em relação às de setembro de 2005. Verifica-se ainda, nas sementes de maio de 2005, que maior valor foi encontrado na esclerotesta seguido da sarcotesta. Já a quantidade de compostos fenólicos determinada nestas na esclerotesta e sarcotesta das sementes de setembro de 2005 foi semelhante. Por outro lado, estes compostos não foram detectados no endosperma e no embrião, ou seja, nos tecidos internos da semente de ambas as épocas de colheita. Maciel et al. (1992)

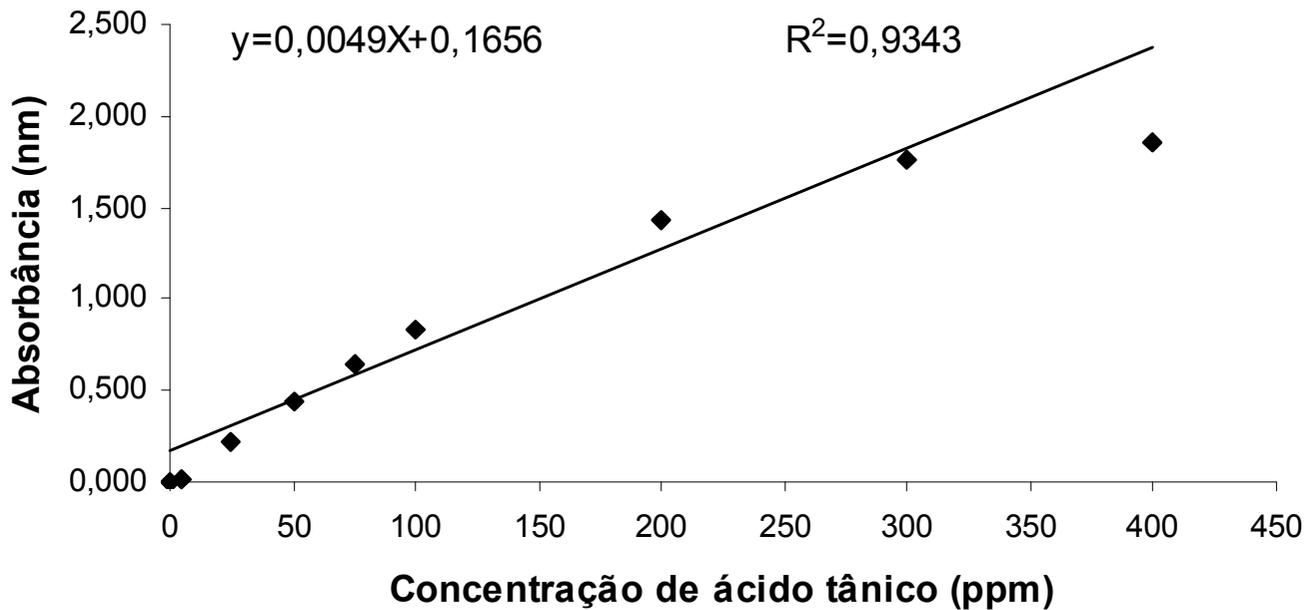
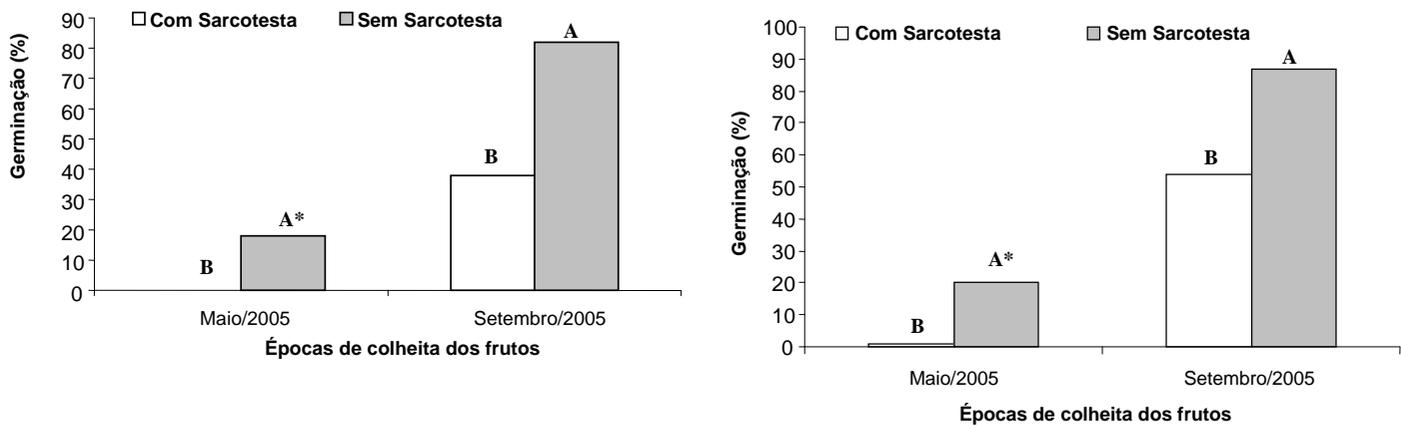


FIGURA 1. Curva padrão de ácido tânico.

*Para cada época, médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste F a 5%.



*Para cada época, médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste F a 5%.

FIGURA 2 – Médias da porcentagem de germinação, no 15º dia (A) e 30º dia (B) após a semeadura, de sementes com e sem sarcotesta extraídas de frutos de mamão, híbrido Tainung 01, colhidos nos meses de maio/2005 e setembro/2005.

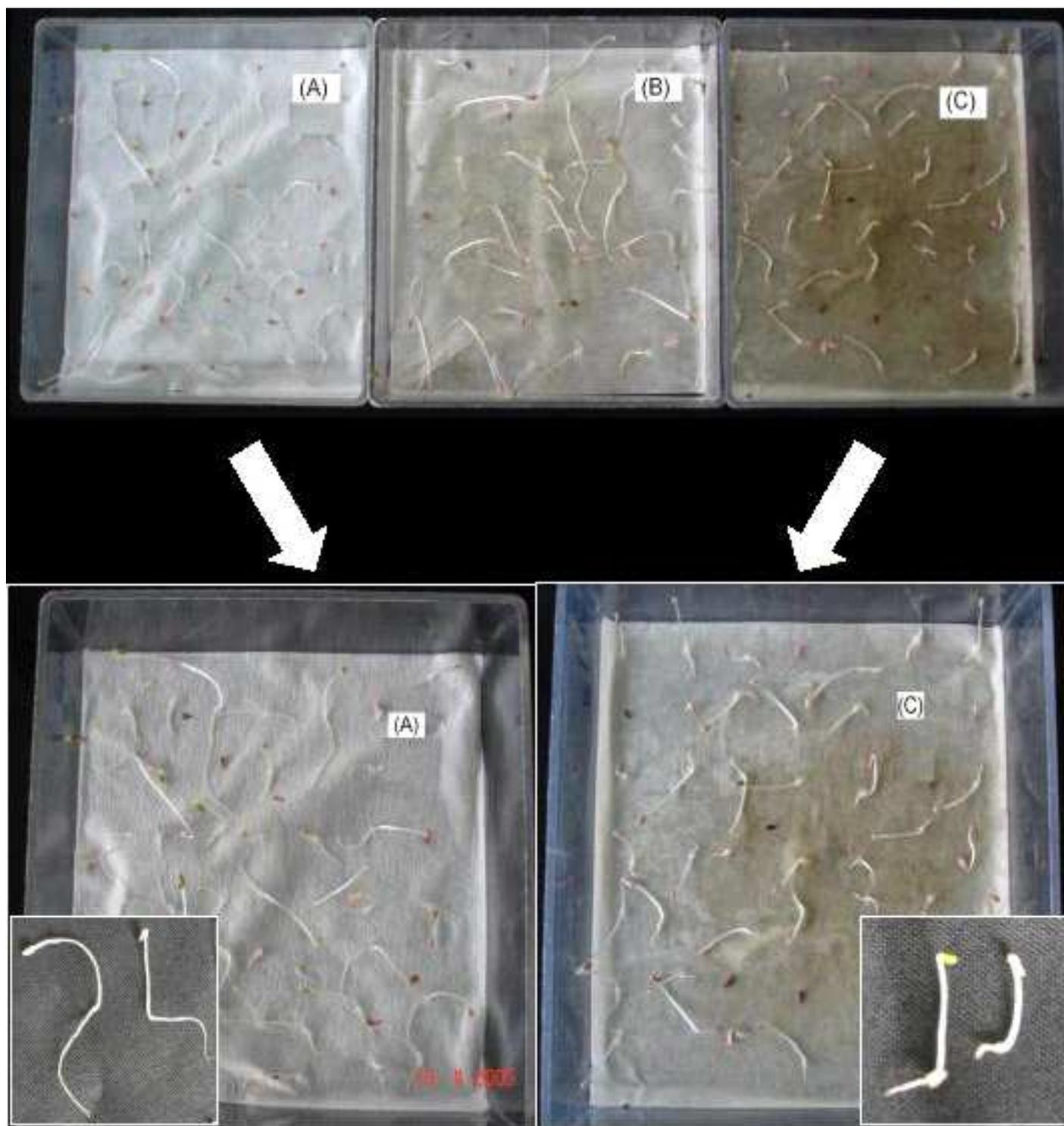


FIGURA 3. Teste de germinação de sementes de alfaca em substrato umedecido com água (A) e com extrato de sarcotesta diluído (B) (2 água: 1 sarcotesta) e concentrado (C) (1 água: 1 sarcotesta) e detalhes de plântulas normais do tratamento (A) e anormais com atrofia da raiz primária do tratamento (C).

* Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

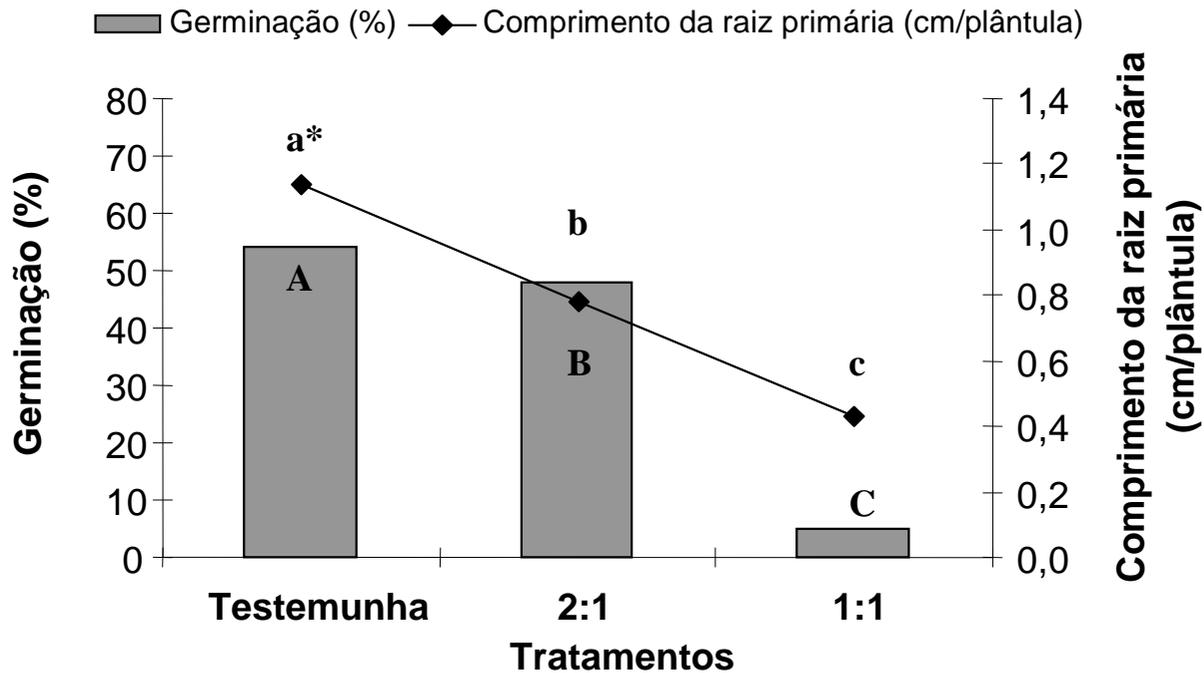


FIGURA 4. Médias de germinação e de comprimento da raiz primária de alface obtidas em substrato umedecido com água (testemunha) e com extratos de sarcotesta 2:1 (2 água:1 extrato) e 1:1 (1 água: 1 extrato) de sementes de mamão, extraídas de frutos colhidos em Maio/2005.

TABELA 1. Quantidade média de fenóis totais, em ppm, determinada nas diferentes estruturas das sementes de mamão, extraídas de frutos colhidos em maio/2005 e em setembro/2005.

Estrutura da semente	Época de colheita dos frutos	
	Maio/2005	Setembro/2005
Embrião	0,000 Ac	0,000 Ab
Esclerotesta	0,368 Aa	0,202 Ba
Sarcotesta	0,278 Ab	0,234 Ba

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

observaram em sementes florestais (*Piptadenia macrocarpa* Benth, *Joannesia princeps* Vell., *Dalbergia nigra* Vell.), que houve variação de 0,329 a 1,342 ppm de fenóis nos tegumentos, observando valores entre 0,016 a 0,495 ppm no embrião das sementes, indicando também menor concentração destes compostos nos tecidos internos das sementes. Em extratos da sarcotesta de sementes de mamão foram identificados cinco compostos fenólicos, sendo o mais abundante deles identificado como ácido p-hidroxibenzóico (Chow e Lin, 1991).

Verifica-se, portanto, que a quantidade de compostos fenólicos presentes na sarcotesta e esclerotesta variou de acordo com a época de colheita dos frutos ($P < 0,05$) (Tabela 1). As sementes extraídas dos frutos colhidos em maio/2005, que apresentaram dormência, tiveram maior quantidade de compostos fenólicos nestas estruturas ($P < 0,05$), quando comparadas às sementes de frutos colhidos em setembro/2005, que não eram dormentes, indicando que estes compostos podem estar influenciando na dormência daquelas sementes. É importante ressaltar que a germinação das sementes de mamão com sarcotesta de Maio/2005 foi de apenas 2% (Figura 2), reforçando a ação inibitória da maior concentração de fenóis na sarcotesta destas sementes em relação às sementes de Setembro/2005, que apresentaram germinação de 51% e menor concentração de fenóis totais. A presença de compostos fenólicos na sarcotesta e esclerotesta das sementes de mamão (Tabela 1) explica a ocorrência de dormência mesmo quando a sarcotesta foi removida nas sementes de maio/2005.

Estes resultados sugerem que uma das causas da dormência em sementes de mamão pode ser atribuída à presença de fenóis na sarcotesta e, principalmente, na esclerotesta (Tabela 1). Há diversas hipóteses relacionadas ao efeito inibitório dos compostos fenólicos na germinação de sementes. Willemsen e Rice (1972) sugeriram que a quantidade de auxina na semente pode ser regulada pelos fenóis via sistema AIA-oxidase. Os fenóis atuam como cofatores deste sistema acelerando a descarboxilação. Por sua vez, Taylorson e Hendricks (1977) afirmam que os compostos fenólicos presentes no envoltório da semente retêm o oxigênio, o que poderia limitar o suprimento deste para o embrião durante a germinação, acarretando

dormência. Segundo Chow e Lin (1991), em sementes de mamão, os compostos fenólicos atuam inibindo reações ligadas ao processo de germinação, sendo que a secagem das sementes a 40°C, reduziu a ação destes compostos, aumentando significativamente a germinação em relação às sementes frescas, recém extraídas do fruto.

CONCLUSÕES

A presença da sarcotesta nas sementes de mamão diminui a velocidade e a porcentagem de germinação.

Sementes dormentes de mamão contêm compostos fenólicos, com maior concentração na esclerotesta, seguida da sarcotesta, sendo praticamente nula a presença destes compostos no embrião e no endosperma.

A época de colheita dos frutos afeta a concentração de compostos fenólicos na sarcotesta e esclerotesta das sementes de mamão.

Os compostos fenólicos presentes na sarcotesta das sementes de mamão provocam inibição da germinação e do crescimento da raiz primária de alface.

REFERÊNCIAS

- ANDREOLI, C.; KHAN, A.A. Improving papaya seedling emergence by matricconditioning and gibberellin treatment. **HortScience**, Alexandria, v.28, n.7, p.708-709, 1993.
- AROUCHA, E.M.M.; SILVA, R.F.; VIEIRA, R.F.; VIANA, A.P.; FREITAS, S.P. Influência do estágio de maturação dos frutos e período de armazenamento das sementes no vigor das sementes de mamão dos grupos Solo e Formosa. In: Reunião de Pesquisa do Frutimamão, 2, 2004. **Anais...** Campos de Goytacazes: UENF, 2004. p.71-75.
- BERTOCCI, F.; VECCHIO, V.; CASINI, P. Effect of seed treatment on germination response of papaya (*Carica papaya* L.). **HortScience**, Alexandria, v.11, p.99-102, 1997.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**, 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
- BHATTACHARYA, J.; KHUSPE, S.S. In vitro and in vivo germination of papaya (*Carica papaya* L.) seeds. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.91, p.39-49, 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**, Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- CHOW, Y.J.; LIN, C.H. p-Hydroxybenzoic acid the major phenolic germination inhibitor of papaya seed. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.19, p.167-174, 1991.
- DIETRICH, S.M.C. Inibidores de crescimento. FERRI, M.G. (coord.). **Fisiologia Vegetal**. 2.ed. São Paulo: EPU/EDUSP, 1986. v.2, cap.7, p.193-212.
- EDWARDS, M.M. Seed dormancy and seed environment internal oxygen relationship. In: HEYDECKER, W. (ed.). **Seed Ecology**. University Park: The Pennsylvania State University Press, 1973. p.169-188.
- EINHELLING, F.A.; SCHON, M.K.; RASMUSSEM, J.A. Sinergistic effects of four cinnamic acid compounds on grain sorghum. **The Plant Journal**, York, v.4, p.251-258, 1982.
- GHERARDI, E.; VALIO, I.F.M. Occurrence of promoting and inhibitory substances in the seed arils of *Carica papaya* L. **Journal of Horticultural Science**, Kent, v.51, p.1-14, 1976.
- HENDERSON, J.H.M.; NITSCH, J.P. Effect of certain phenolic acids on the elongation of *Avena* first internodes in the presence of auxin and tryptophan. **Nature**, London, v.195, n.4843, p.780-782, 1962.
- LODHI, M.A.K. Germination and decreased growth of *Kochia scoparia* in relation to its antoallelopathy. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.57, p.1083-1088, 1982.
- MACIEL, A.S.; BORGES, E.E.L.; BORGES, R.C.G. Determinação da presença de fenóis em sementes de espécies florestais e sua relação com inibidores de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 14, n.1, p.1-8, 1992.
- MANICA, I. **Fruticultura tropical 3 - mamão**. São Paulo: Ceres, 1982, 255p.
- MARFO, E.K.; AFOLABI, O.A. Chemical composition of papaya, (*Carica papaya* L) seeds. **Food Chemistry**, London, v.22, p.1259-266, 1986.
- MARIN, S.L.D.; GOMES, J.A.; SALGADO, J.S.; MARTINS, D.S.; FULLIN, E.A. **Recomendações para a cultura do mamoeiro no estado do Espírito Santo**. 4. ed. Vitória: EMCAPA, 1995. 57p.
- PÉREZ, A.; REYES, M.N.; CUEVAS, J. Germination of two papaya varieties: effect of seed aeration, K-treatment, removing of the sarcotesta, high temperature, soaking in distilled water and age of seeds. **Journal Agriculture University of Puerto Rico**, Río Piedras, v.64, n.2, p.173-180, 1980.
- REYES, M.N.; PÉREZ, A.; CUEVAS, J. Detecting endogenous growth regulators on the sarcotesta, sclerotesta, endosperm and embryo by paper chromatography on fresh and old seeds of two Papaya's varieties. **Journal Agriculture University of Puerto Rico**, Porto Rico, v.64, n.2, p.167-172, 1980.
- SALOMÃO, A.N.; MUNDIM, R.C. Germination of papaya seed in response to desiccation, exposure to subzero temperatures, and gibberellic acid. **HortScience**, Alexandria, v.35, n.5, p.904-906, 2000.
- SANTOS, R.C.A.; SAMPAIO, L.S.V.; COSTA, J.A. Condição ambiental teor de água e embalagem na viabilidade e no vigor de sementes de mamão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.21, p.194-202, 1999.
- SCHMILDT, E.R.; FRONZA, V.; DIAZ, J.L.S.; UNÊDA, S.H.; ALVARENGA, E.M. Comparação de métodos físicos de remoção da sarcotesta e de métodos de secagem de sementes de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v.15, n.2, p.147-151, 1993.
- SINGH, R.M.; SINGH, I.D. Effects methods and duration of storage on seed germination and seedling vigour in papaya. **Seed Research**, New Delhi, v.9, p.67-72, 1981.
- SINGH, R.P.; MURTHY, C.; JAYAPRAKASHA, G.K. Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extracts using in vitro models. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v.50, p.81-86, 2002.
- TAYLORSON, R.B.; HENDRICKS, S.B. Dormancy in seeds. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.28, p.331-354, 1977.
- TOKUHISA, D. **Ocorrência e superação da dormência em sementes de mamão (*Carica papaya* L.) em função da época de colheita dos frutos**. 2006. 64f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- TOOLE, E.H.; HENDRIKS, S.B.; BORTHWICK, H.A.; TOOLE, V.K. Physiology of seed germination. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.7, p.299-324, 1956.
- VIGGIANO, J.R.; SILVA, R.F.; VIEIRA, H.D. Ocorrência de dormência em sementes de mamão (*Carica papaya* L.). **Sementes Online**, Pelotas, v.1, n.1, p.6-10, 2000.
- YAHIRO, M.; ORYOJI, Y. Effects of gibberellin and cytokinin treatments on the promotion of germination in papaya, *Carica papaya* L. seeds. **Mem. Fac. Agric. Kogoshima Univ.**, Kagoshima, v.16, n.1, p.45-51, 1980.
- WILLEMSSEN, R.W.; RICE, E.L. Mechanism of seed dormancy in *Ambrosia artemisiifolia*. **American Journal of Botany**, St. Louis, v.59, p.248-257, 1972.
- ZENK, M.H.; MULLER, G. In vivo destruction of exogenously applied indolyl-3-acetic acid as influenced by naturally occurring phenolic acids. **Nature**, London, v.200, n.4908, p.761-763, 1963.

