

Influência da maturação de frutos na germinação, vigor e teor de óleo de sementes de pinhão-mansu (*Jatropha curcas* L.)

A. M. S. Pessoa¹; R. S.-Mann²; A. G. Santos¹; M. L. F. Ribeiro³

¹Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-Se, Brasil

²Professora adjunta, Departamento de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-Se, Brasil

³Departamento de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-Se, Brasil
renatamann@hotmail.com

(Recebido em 01 de maio de 2011; aceito em 11 de julho de 2012)

A maturação fisiológica define o momento ideal de colheita e de máxima qualidade das sementes. O objetivo desse trabalho foi estudar a maturação fisiológica em sementes de pinhão-mansu. A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Tecnologia de Sementes do DEA-UFS. Para maturação fisiológica realizou-se quatro coletas após a antese. As sementes foram submetidas às avaliações biométricas, determinação do teor de água, germinação, índice de velocidade de germinação, massa fresca e seca das plântulas, teste de tetrazólio e teor de óleo. Os dados de germinação e de tetrazólio foram transformados em arco seno $\sqrt{X/100}$. Para comparação das médias obtidas nos testes empregou-se o teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade. Nas condições desse trabalho, o ponto de maturidade fisiológica das sementes de pinhão-mansu ocorre aos 48 dias após a antese. A máxima expressão de viabilidade de sementes de pinhão-mansu se dá em sementes colhidas no estágio II de maturação. O ponto de maturidade fisiológica das sementes de pinhão-mansu ocorre em frutos com coloração amarela, sendo esta expressão útil para auxiliar o agricultor na definição da coleta das sementes, principalmente ao se considerar a produção de sementes para fins de propagação.

Palavras-chave: Pinhão-mansu; biometria; germinação; teor de óleo

The physiological maturity defines the ideal time for harvesting and of maximum seed quality. The aim of this study was to evaluate the seeds physiological maturity of physic nut. The research was carried out at the Seed Technology Laboratory of the DEA-UFS. To achieve the physiological maturity the observations were performed after anthesis. Seeds were subjected to biometric evaluations, determination of water content, germination, speed of germination index, fresh and dry weight of seedlings, tetrazolium test and oil content. Data of germination and tetrazolium were transformed into arc sine $\sqrt{X/100}$. For comparison the average values obtained in the tests it were used the Tukey test at 5% level of probability. In the conditions of this work, the physiological maturation of the physic nut seeds occurs 48 days after anthesis. The maximum viability of physic nut seeds occurs in seeds harvested at maturity stage II. The physiological maturity of the seeds occurs in yellow fruits, this expression is useful to assist the farmer in defining seed harvesting, especially when considering the seed production for propagation.

Keywords: Physic nut; biometry; germination; moisture content; oil

1. INTRODUÇÃO

O pinhão-mansu (*Jatropha curcas* L.) é uma planta da família Euphorbiaceae, é nativa do México e América Central, sendo cultivada em muitos outros países latino-americanos, asiáticos e africanos, adaptando-se a diversidade de ambientes tropicais e subtropicais [20].

É uma espécie usada como planta medicinal, devido à presença de curcina nas sementes, que atua na inibição de tumores. Também é usada como cerca viva em áreas rurais. No entanto, o uso desta espécie ganhou importância como planta para produção de biocombustível. As sementes são usadas como matéria-prima para a produção de biodiesel devido aos teores de óleo que variam de 22 a 42%. O óleo também é usado na fabricação de sabão e na indústria de cosméticos [9; 30; 28; 21 e 18].

Atualmente, muitos países começaram a cultivar pinhão-mansu em larga escala, embora pouco se saiba sobre os efeitos positivos e negativos de grande produção sobre a ecologia, a

tecnologia de sementes, bem como situações sócio-econômicas com o uso de sua produção [22].

Dentre os conhecimentos básicos para conhecimento de uma espécie, a maturação dos frutos e sementes são aspectos importantes a serem avaliados, tendo em vista que para o pinhão-mansão carecem informações básicas referentes ao ponto ideal de colheita dos frutos, levando em consideração que essa espécie não apresenta uniformidade na maturação e, portanto, podendo produzir sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica.

A maturação compreende todas as mudanças morfológicas e funcionais que ocorrem desde a fertilização do óvulo até atingir o momento de colheita, apresentando transformações no tamanho, no conteúdo de matéria seca e o máximo poder germinativo e vigor [6].

A determinação de maturidade fisiológica dos frutos é importante para orientar a época ideal de colheita, pois auxilia o planejamento dessa operação no processamento, na secagem, no armazenamento e no controle de qualidade [2].

A maturação fisiológica das sementes é geralmente acompanhada por visíveis mudanças no aspecto externo e na coloração dos frutos e das sementes [1]. Entretanto, o desenvolvimento de métodos para a avaliação rápida da qualidade fisiológica das sementes pode auxiliar na tomada de decisão quanto ao uso ou descarte de lotes destinados à conservação. Sendo assim e, diante da escassez de informações sobre o pinhão-mansão, esse trabalho teve como objetivo avaliar a influência da maturação de frutos na germinação, vigor e teor de óleo de sementes de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Sementes do Departamento de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Sergipe – UFS, no município de São Cristóvão-SE, entre os meses de outubro a dezembro de 2009.

Os frutos de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) foram colhidos em acessos do Banco Ativo de Germoplasma da UFS, aleatoriamente compondo uma amostra composta. Após a colheita, estes frutos foram classificados de acordo com a coloração, em quatro estádios de maturação, que constituíram os seguintes tratamentos:

- Estádio I: frutos totalmente verdes, e com sementes brancas brilhantes;
- Estádio II: frutos amarelos, com sementes pretas brilhantes;
- Estádio III: frutos amarelos, com mais de 50% em tom marrom escuro, com sementes pretas brilhantes;
- Estádio IV: frutos pretos e secos, com sementes pretas foscas.

Biometria das sementes

Na caracterização biométrica das sementes foram utilizadas quatro repetições com 25 sementes, e as características morfométricas mensuradas com paquímetro digital (Modelo ZAAS) com precisão de 0,01mm, usando as seguintes avaliações: comprimento (maior dimensão), diâmetro maior (medida perpendicular ao comprimento), diâmetro menor (medido a partir da rafe e perpendicular ao comprimento) e os resultados foram expressos em mm.

Teor de água

O teor de água foi determinado pelo método de estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas. Foram utilizadas duas repetições de sementes inteiras de pinhão-mansão em cápsula com tampa em alumínio. Após esse período, os recipientes tarados contendo as amostras foram retirados da estufa e colocados em dessecador para atingir a temperatura ambiente [7]. A seguir foram pesados, e os resultados expressos em porcentagem com base no peso úmido empregando a expressão:

$$\% \text{ Umidade} = \frac{100 (P - p)}{P - t}$$

Onde:

P = Peso Inicial (Peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida);

p = Peso Final (Peso do recipiente e sua tampa, mais o peso da semente seca);

t = Tara (Peso do recipiente com sua tampa).

Teste de germinação

O teste de germinação foi realizado empregando o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 100 sementes (quatro repetições de 25 sementes) para cada tratamento, distribuídos em rolo de papel germitest, umedecido com 2,5 vezes o peso (g) do papel seco com água destilada. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos fechados, para impedir a perda excessiva de água e colocados em incubadora tipo B.O.D (Marconi 403), ajustada para a temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, sob luz contínua.

Na avaliação foram consideradas aquelas plântulas que apresentavam sistema radicular e parte aérea normais, segundo as Regras de Análises de Sementes [7]. As avaliações foram realizadas até o 18º dia em intervalos de 24 horas.

Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

O IVG foi calculado a partir da obtenção de plântulas normais, computadas diariamente, empregando-se a fórmula a seguir [19].

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

Onde:

IVG = Índice de velocidade de Germinação (sementes.dia⁻¹);

G₁, G₂, G_n = número de sementes germinadas computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem;

N₁, N₂, N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda e à última contagem.

Massa seca e fresca das plântulas

A massa fresca das plântulas foi obtida após pesagem em balança analítica, e em seguida foram secas em estufa com circulação de ar forçada, à temperatura de 65°C . Os resultados foram expressos em grama/plântula.

Teste de tetrazólio

Para a avaliação da viabilidade das sementes empregou-se o teste de tetrazólio sendo o planejamento experimental em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições com 25 sementes para cada tratamento. Também se analisou neste teste as sementes que não germinaram visando verificar se as mesmas estavam dormentes, duras ou mortas.

Os tegumentos das sementes foram removidos cuidadosamente com auxílio de bisturi, a seguir foram pré-condicionadas entre papel de germinação umedecido com 2,5 vezes o peso (g) de papel em água destilada, mantidos em incubadora tipo (B.O.D.) à 25°C , até as sementes atingirem 30% de água. A escolha desse teor de água foi fundamental para a realização do teste de tetrazólio em sementes de pinhão-manso. Em seguida foram transferidas para copos plásticos contendo solução de 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio na concentração de 0,5%, e mantidas à 40°C , na ausência de luz, durante 120 minutos [24].

Após o desenvolvimento de coloração, foram lavadas em água corrente e deixadas submersas em água até o momento da avaliação dos embriões. As sementes foram cortadas no sentido longitudinal e mediano, e no comprimento através do endosperma e embrião [17]. As partes foram individualmente examinadas de acordo com a extensão, intensidade dos tons

avermelhados, presença de áreas bancas leitosas, aspecto dos tecidos e localização destas colorações em relação às áreas essenciais ao desenvolvimento das sementes.

Os embriões foram classificados de acordo com a intensidade da coloração, em duas categorias _ viáveis e não viáveis [23].

Teor de óleo das sementes

O experimento foi conduzido no período de junho a outubro de 2010, no Laboratório de Engenharia Química da UFS.

As sementes foram maceradas com auxílio de um almofariz de porcelana e pistilo. Em seguida foram colocadas 20g das sementes em um cartucho de papel de filtro [10].

A extração foi realizada em duplicatas com aparelho tipo Soxhlet, com balão de 250 mL, contendo 80 mL do solvente hexano, em seguida aquecido em uma placa (Quimis) a temperatura de 70°C. A amostra permaneceu em refluxo contínuo por seis horas.

Foi utilizado um banho termostaticado (Tecnal-TE 184) para manter a temperatura do condensador em torno de 5°C, para evitar a perda do solvente para o ambiente.

Após a extração, a maior parte do solvente ficou armazenada no sifão, e foi retirado após resfriamento do aparelho. O óleo foi destilado para a eliminação do excesso do hexano e aquecido a 50°C. Após o conjunto (balão e óleo) ter atingido a temperatura ambiente o mesmo foi pesado e por diferença do peso do recipiente vazio, limpo e seco o valor do teor de óleo foi calculado e expresso em teor %.

Tratamentos de dados

Os dados foram submetidos a análise de variância, sendo os valores de germinação e de tetrazólio transformados em arco seno $\sqrt{\frac{x}{100}}$. As médias foram comparadas empregando-se o teste de Tukey ao nível 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 01 são apresentados os resultados da comparação das médias entre os estádios de maturação de frutos referente à variável comprimento, largura e espessura das sementes. Nota-se que houve diferença entre os estádios de maturação, para todas as mensurações biométricas. O coeficiente de variação variou de 2,18 a 3,00.

As sementes dos diferentes estádios de maturação variaram em média de 21,00 a 17,50mm para o comprimento; de 12,00 a 11,50mm para largura e de 10,00 a 8,75mm para espessura.

*Tabela 01: Comparação das médias para o comprimento (mm), largura (mm) e espessura (mm) das sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) de acordo com o estágio de maturação do fruto. UFS, São Cristóvão, Se. 2011.*

Estádio de maturação	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)
I	21,00 a	12,00 a	10,00 a
II	18,25 b	11,00 b	9,00 b
III	18,25 b	11,25 ab	9,00 b
IV	17,50 b	11,50 ab	8,75 b
CV (%)	2,18	3,00	2,72

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As dimensões de frutos e sementes podem ser informações cruciais para a diferenciação de tipos genéticos potenciais. Os dados de biometria de frutos e sementes são passíveis de utilização em programas de melhoramento genético podendo ser um subsídio para avaliar a variabilidade genética dentro das populações dentro de uma mesma espécie; as relações entre

esta variabilidade e os fatores ambientais, bem como auxiliar na conservação e exploração dos recursos de valor econômico [29].

O tamanho das sementes, o vigor, a germinação, o conteúdo de matéria seca e o teor de água, são parâmetros indicadores da maturação fisiológica das sementes. Entretanto, não se pode considerar o tamanho das sementes como um indicador isolado da maturação, e sim avaliá-lo conjuntamente com outros indicadores [4; 11 e 12].

As sementes provenientes do estágio de maturação I, aos 32 Dias Após à Antese(DAA), apresentaram valores estatisticamente superiores para o comprimento (21,00), largura (12,00) e espessura (10,00) comparadas aos demais estádios de maturação do fruto.

Verificou-se que as sementes provenientes do estágio II (48 DAA), III (51 DAA) e IV(55 DAA) apresentaram comprimentos, que não diferiram entre si estatisticamente, no entanto, para a variável largura e espessura observou-se que não houve diferenças significativas, para os valores do estágio II e semelhança estatística entre o estágio III e IV.

Resultados divergentes foram encontrados em mamona (*Ricinus communis* L.), espécie da mesma família que o pinhão-manso, que apresentou modificações no comprimento e largura das sementes e sendo relatados esses parâmetros como não bons indicadores de maturação, por causa das oscilações que ocorrem no tamanho das sementes nas diferentes épocas de colheita [27].

Os valores de umidade, de acordo com a Figura 02, variou entre o 32° e 48° DAA (taxa decrescente) e após este período permaneceu constante. O maior valor de umidade foi registrado no estágio I (88,82%), para os demais estádios foram observados 13,74%, para o estágio II; 11,70% para o estágio III e 10,74% para o estágio IV (Figura 02).

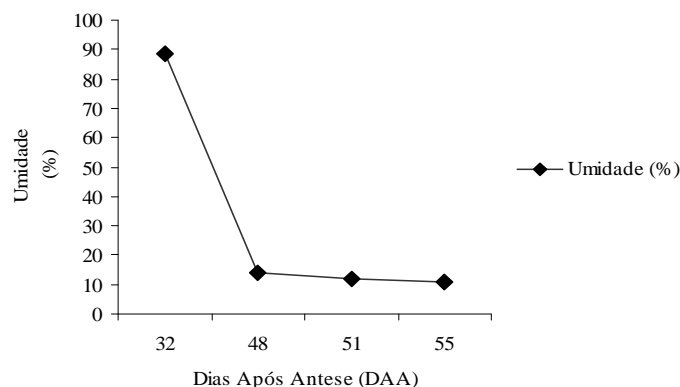


Figura 02: Teor de água e Dias Após Antese, referentes a sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) de acordo com o estágio de maturação do fruto. UFS, São Cristóvão, Se. 2011.

Essa variação no teor de água nas sementes, durante o processo de maturação dos frutos, ocorre em sementes de mamona [26], com rápida desidratação entre 58 e 72 DAA. A cor dos frutos, das sementes e o teor de água são parâmetros eficientes para a identificação do ponto ideal de colheita, ou seja, o ponto de maturidade fisiológica das sementes, sendo um aspecto fácil, principalmente considerando que pode ser monitorado no campo pelo produtor.

Os valores correspondentes à porcentagem de germinação e dados relativos à emissão de radículas são apresentados na Tabela 02. Observou-se que houve uma variação entre os estádios de maturação do fruto, para a germinação das sementes, os quais são semelhantes aos para emissão de radícula.

Tabela 02: Comparação das médias para a germinação e emissão de radícula de sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) de acordo com o estágio de maturação do fruto. UFS, São Cristóvão, Se. 2011.

Estádio de maturação	Sementes germinadas	Emissão de radícula
I	0,00 c	0,00 c
II	35,87 ab	37,31 ab
III	27,92 b	27,92 b
IV	43,24 a	43,82 a
CV (%)	23,83	22,35

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Figura 03, observa-se o percentual de germinação das sementes com o aumento gradativo de dias de embebição. Entre zero e oito dias teve início a embebição, fase I da germinação, caracterizada pela entrada passiva de água, imprescindível a germinação.

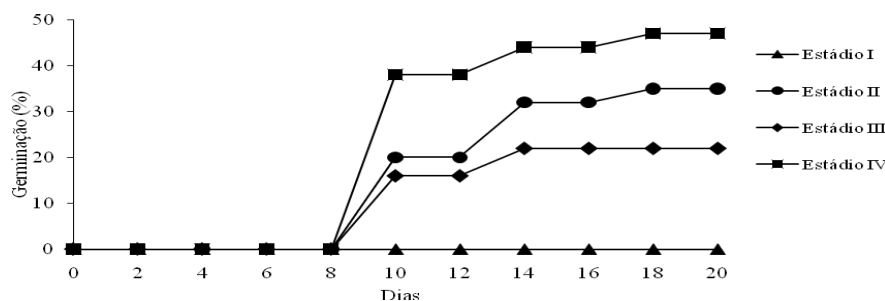


Figura 03: Evolução da porcentagem de germinação em dias em sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) de acordo com o estágio de maturação do fruto: Estádio I (▲); Estádio II (●); Estádio III (◆) e Estádio IV (■). UFS, São Cristóvão, Se. 2011.

Para o estágio I de maturação, as sementes de pinhão-manso não apresentaram germinação, provavelmente por não haver completado as transformações morfológicas e fisiológicas. Nesse estágio, aos 32 DAA, possivelmente não é apropriado à colheita, e nem a manipulação e armazenamento das sementes devido ao elevado teor de água, que pode favorecer a ocorrência de danos latentes e o ataque de micro-organismos. Outra hipótese é que as sementes atingem o máximo da qualidade na fase de enchimento (ganho de massa), e após esta fase, perdem viabilidade e vigor, o que coincide com as observações feitas com sementes de pinhão-manso como uma estratégia para garantir a colheita em fase próxima ao ponto de maturidade fisiológica. Este estágio pode ser monitorado com a avaliação da qualidade fisiológica das sementes.

As sementes de dicotiledôneas requerem um programa de pós-abscisão do óvulo para estar completo, antes dos embriões estarem aptos para passar do modo de desenvolvimento, para o de germinação [15]. A habilidade para a semente germinar, não requer a completa abscisão da planta, mas sim a secagem *in planta* ou *ex planta*.

No estágio III, a germinação das sementes de *J. curcas* sofreu um decréscimo no poder germinativo. Essa redução na porcentagem de germinação nos estádios finais de maturação fisiológica, possivelmente, está relacionada à presença de dormência induzida, isso ocorre em algumas espécies logo após terem atingido um determinado estágio, visando aparentemente evitar que elas germinem no próprio fruto [8]. O estágio de maturação IV foi o que apresentou as maiores porcentagens de germinação e emissão de radícula em média de 43,53%.

A maior porcentagem de germinação em sementes de mamona foi observada aos 86 dias após a antese, por apresentarem a máxima qualidade fisiológica e massa seca, e relataram ainda que a cor dos frutos, das sementes são parâmetros eficientes para a identificação do ponto de colheita [26].

Com relação ao Índice de Velocidade de Germinação, o maior valor foi atingido no estágio IV (1,88), seguidos do estágio II (1,31) e III (0,90).

Para as sementes que não germinaram, verificou-se através do teste de tetrazólio que 69% estavam viáveis para o estágio de maturação II e III, 44% para o estágio IV. As sementes verdes que não germinaram, não foram contabilizadas. Como essas sementes possuem alto teor de água, após 18 dias decorridos da avaliação, foram deterioradas e apresentaram grande quantidade de fungos.

Na Figura 4 observa-se que os resultados obtidos para massa fresca e seca, os valores máximos encontrados foram semelhantes ao da porcentagem de germinação. O estágio IV apresentou a maior massa fresca (MF) e seca (MS), sendo (10,5 MF e 3,21 MS), seguido do estágio II (9,85 MF e 5,3 MS), III (5,3 MF e 1,83MS). Para o estágio I, não houve a determinação da massa fresca e seca, devido a não germinação, e, portanto, a não ocorrência de plântulas.

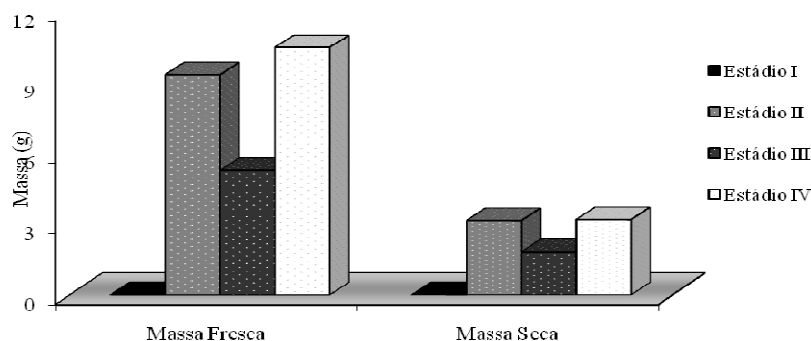


Figura 04: Massa fresca e seca de plântulas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) de acordo com o estágio de maturação do fruto. UFS, São Cristóvão, Se. 2011.

Teste de tetrazólio

Na Tabela 03 são apresentados os dados do teste de tetrazólio para todos os estádios de maturação avaliados.

Nas sementes de frutos que apresentaram clorofila (sementes verdes) em média 70,82%, não foram encontrados pontos de deterioração, todavia, suas células cotiledonares apresentaram coloração vermelha. Semente classificada como de vigor médio de acordo com França Neto *et al.* (1998). Nos estádios II (84) e III (82,23) apresentaram indicação de viabilidade e o estágio IV (58,77) apresentaram não viáveis. Dados que diferem do teste de germinação.

Tabela 03: Comparação das médias para a viabilidade de sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) de acordo com o estágio de maturação do fruto. UFS, São Cristóvão, Se. 2011.

Estádio de maturação	Sementes viáveis	Sementes inviáveis
I	70,82 ab	19,17 ab
II	84,23 a	5,76 c
III	82,23 ab	7,76 bc
IV	58,77 b	31,22 a
CV (%)	7,90	15,98

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os embriões foram classificados individualmente em categorias de viáveis e inviáveis com base nas observações de intensidade da coloração, localização e firmeza dos tecidos (Figura 5), como se segue:

Figura 5a (Sementes viáveis): Cotilédones e eixo embrionário de coloração vermelha intensa. A aquisição de coloração uniforme e adequada para a interpretação segura é fator importante para o sucesso do uso do teste [5]. Para o pinhão-manso, deve-se levar em consideração que as

sementes do primeiro estágio de maturação são sementes verdes, com alto teor de água, que irá intensificar a pigmentação do reagente tetrazólio decorrente da alta taxa respiratória.

Figura 5b (Sementes viáveis): Cotilédones e eixo embrionário de coloração rosa, uniforme e tecido com aspecto firme e ausência total de lesão. Os tecidos com coloração rósea uniforme são típicos de tecido sadio [13].

Figura 5c (Sementes viáveis): Cotilédones e eixo embrionário de coloração rosa e pequena área do cotilédone descolorido.

Figura 5d (Sementes viáveis): Cotilédones e eixo embrionário de coloração rosa e pequena necrose no cotilédone de coloração branca.

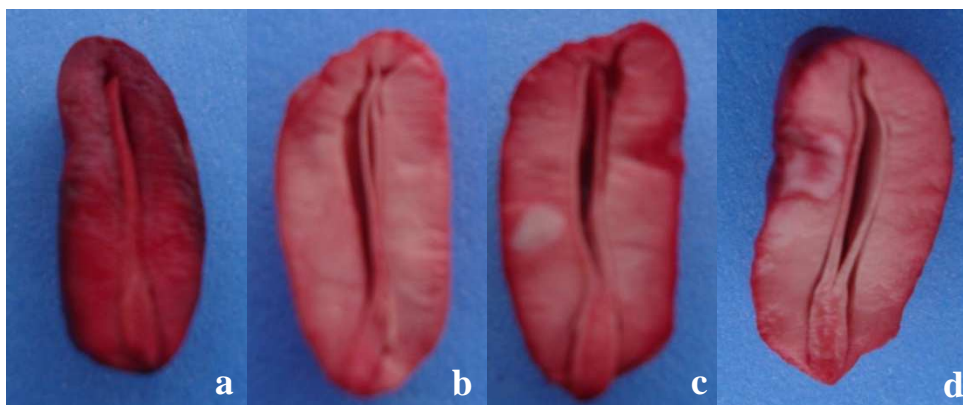


Figura 5: Sementes viáveis de pinhão-manso: embrião desenvolvido, intactas e de cor vermelho e rosa (a-b); pequena necrose no cotilédone de coloração branca (c-d). UFS, São Cristóvão, Se. 2011.

Na Figura 6a (Sementes não viáveis): 50% dos cotilédones não corados, afetando o eixo embrionário. A coloração branca é indicativo de tecidos mortos, que não apresentam atividade enzimática necessária à produção de trifenilformazol.

Figura 6b (Sementes não viáveis): manchas vermelhas nos cotilédones na extremidade inferior. Tecido apodrecido afetando o cilindro central de coloração amarelada.

Figura 6c (Sementes não viáveis): ausência de coloração nos cotilédones atingindo o eixo hipocótilo radícula, neste exemplo tem-se a separação nítida entre os tecidos vivos e coloridos em processo de deterioração com coloração vermelha, daqueles mortos que não colorem identificados pela cor branca.

Figura 6d. (Sementes não viáveis): sementes com regiões descoloridas e, ou vermelha intensa atingindo o cilindro central. O cilindro central é uma região crítica das sementes, ao ser atingido pode haver a possibilidade de originarem plântulas anormais [17].



Figura 6: Sementes não viáveis de pinhão-manso: ausência de coloração em mais de 50% do endosperma, atingindo o eixo hipocótilo radícula (a); sementes de apresentando coloração escura no córtex, com tecidos brancos e amarelos (b); ausência de coloração nos cotilédones atingindo o eixo hipocótilo radícula (c) e sementes com regiões descoloridas e, ou vermelha intensa atingindo o cilindro central (d). UFS, São Cristóvão, Se. 2011.

O teste de tetrazólio é um teste rápido e confiável na análise de sementes, fornecendo informação em menor tempo que o teste de germinação [13]. Dessa maneira, considerando o potencial deste teste para avaliar a viabilidade de sementes de pinhão-mansão, pode-se considerar que os resultados foram positivos, como em trabalho realizado por autores ao verificarem que o teste de tetrazólio foi eficiente por apresentar resultados úteis nas áreas de comercialização de sementes [25].

No entanto, esse teste somente foi eficiente para avaliar a viabilidade em sementes de *J. curcas* [24] e não o vigor. Em sementes de mamona, o teste de tetrazólio é um teste promissor para estimar o vigor das sementes, sendo eficiente para diferenciar lotes de sementes de mamona [17].

Na avaliação do teor de óleo das sementes, verificou-se que houve diferença significativa nos teores para os diferentes estádios da maturação do fruto.

Quanto às sementes verdes, referente ao estágio I de maturação (Figura 2) apresentaram a menor porcentagem (9,7). Deste modo, pode-se inferir que mesmo as sementes verdes do pinhão-mansão apresentam óleo (Tabela 05).

Tabela 05: Teores médios de óleo de sementes de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) de acordo com o estágio de maturação do fruto. UFS, São Cristóvão, Se. 2011.

Estádio Fisiológico das Sementes de Pinhão-mansão	Teor de óleo (%)
Estádio I	18,10
Estádio II	29,15
Estádio III	27,48
Estádio IV	28,90

Para as sementes provenientes do estágio II (23,7), III (21,3) e IV (23,3) observou-se as maiores porcentagem. Como não há muita diferença entre esses estádios para o teor de óleo nas sementes, desta forma possivelmente, a colheita poderá ser concentrada não em único estágio, mas nos últimos estádios de maturação, o que é interessante já que a espécie tem maturação desuniforme. Esta constatação foi relatada em trabalho de determinação do teor de óleo em sementes obtidas em diferentes estádios de maturação do fruto com espécies do gênero *Jatropha*, foi relatado que nos primeiros sinais da maturação dos frutos, as sementes contêm o mesmo teor de óleo observado ao final da maturação [31].

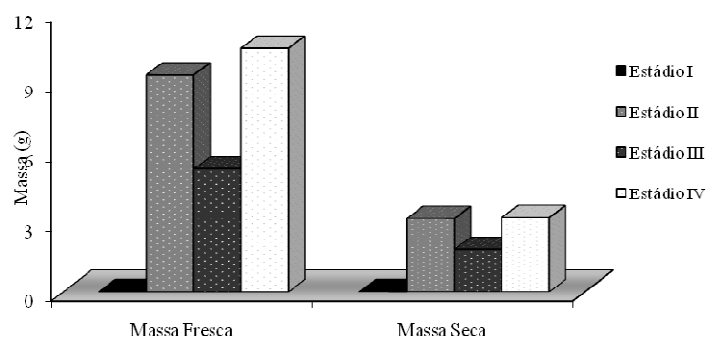


Figura 7: Teor de óleo em sementes de pinhão-mansão de (*Jatropha curcas* L.) de acordo com o estágio de maturação do fruto. UFS, São Cristóvão, Se. 2011.

4. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o melhor estágio para a colheita de sementes de pinhão-mansão, para as condições deste experimento se dá aos 48 dias após a antese.

A máxima expressão da viabilidade de sementes de pinhão-mansão se dá em sementes colhidas no estágio II de maturação.

O ponto de maturidade fisiológica das sementes de pinhão-mansão ocorre em frutos com coloração amarela.

Os frutos de pinhão-mansão podem ser colhidos em qualquer estágio de desenvolvido, que estiver presente na planta para obtenção de óleo, no entanto, maiores teores são encontrados a partir do estágio II.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor, e a FINEP e FAPITEC pelo suporte financeiro para realização do trabalho (Processo nº 01.04.0915.00).

-
1. AGUIAR, I.B.; PERECIN, D.; KAGEYAMA, P.Y. Maturação fisiológica de sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. *IPEF*, Piracicaba, n.38, p. 41-49, 1988.
 2. AGUIAR, F.A.; PINTO, M.M.; TAVARES, A.R.; KANASHIRO, S. Maturação de frutos de *Caesalpinia echinata* Lam., pau-brasil. *Revista Árvore*, v. 31, n. 1, p.1-6, 2007.
 3. AÑEZ, L.M.M.; COELHO, M.F.B.; ALBUQUERQUE, M.C.F.E.; DOMBROSKI, J.L.D.; MENDONÇA, E.A.F. Padronização da metodologia do teste de tetrazólio para sementes de *Jatropha elliptica* M. Arg. (Euphorbiaceae). *Revista Brasileira de Plantas Medicináveis*, v.9, p.82-88, 2007
 4. BARBOSA, J.M. *Maturação de sementes de Copaifera langsdorffii* Desf. 1990. 144f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1990.
 5. BHERING, M. C.; DIAS, D. C. F. S.; BARROS, D. I. Adequação da metodologia do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de melancia. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 27, n. 1, p. 176-182, 2005.
 6. BITTENCOURT, J.F.N.; SEDER, R.; UNGARO, M.R.G.; TOLEDO, N.M.P. Maturação fisiológica de sementes de girassol cv. contisol. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 13, n. 2, p. 81-85, 1991.
 7. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.
 8. CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 3ª ed. Rev. Campinas, Fundação Cargill, 1979, 424 p.
 9. DUKU, M.H.; GU, S.; HAGAN, E.B. A comprehensive review of biomass resources and biofuels potential in Ghana. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 15. P. 404-415, 2011.
 10. FILHO, A.L.M.; PEREIRA, M.R.R.; SILVA, J.I. C. Potencialidade energética em extratores e tempos de extração do óleo de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) em soxletter. *Bioscience Journal*, v. 26, n. 2, p. 226-230. 2010.
 11. FIGLIOLIA, M.B. Colheita de sementes. In: SILVA, A.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. *Manual técnico de sementes florestais*. São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p.1-12. Série Registros, 14.
 12. FIGLIOLIA, M.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Fenologia e produção de sementes. In: *Manejo de sementes de espécies arbóreas*, São Paulo: Instituto Florestal, 1995. p.1-59. (Série Registros, n.15).
 13. FOGAÇA, C. A.; MALAVASI, M. M.; ZUCARELI, C.; MALAVASI, U. C. Aplicação do teste de tetrazólio em sementes de *Gleditschia amorphoides* Taub. Caesalpinaceae. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 28, n. 3, p.101-107, 2006.
 14. FRANÇA NETO, J.B.; KRZYŻANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. *O teste de tetrazólio em sementes de soja*. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 71p.
 15. GALAU, G. A.; JAKOBSEN, K. S.; HUGHES, D. W. The controls of late dicotyledons embryogenesis and early germination. *Physiologia Plantarum, Copenhagen*, v. 81, p. 280-288, 1991.

16. GASPAR-OLIVEIRA, C.M.; MARTINS, C.C.; NAKAGAWA, J. Avaliação da qualidade fisiológica em sementes de mamona (*Ricinus communis* L.) pelo teste de tetrázólio. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, n.1, p. 186-196, 2010.
17. GASPAR-OLIVEIRA, C. M.; MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J. Método de preparo das sementes de mamoneira (*Ricinus communis* L.) para o teste de tetrázólio. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 31, n. 1, p.160-167, 2009.
18. LIN, J.; FANG, Y.; LIN, T.; FANG, C. Antitumor effects of curcin from seeds of *Jatropha curcas*. *Acta Pharmacol Sin*, v. 24, n.3, p. 241 -246, 2003.
19. MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
20. MISHRA, D.K. Selection of candidate plus phenotypes of *Jatropha curcas* L. using method of paired comparisons. *Biomass and bioenergy*, v. 33, p. 542-545, 2009.
21. MUJUMDAR, A.M.; MISAR, A.V. Anti-inflammatory activity of *Jatropha curcas* roots in mice and rats. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 90, p. 11–15, 2004.
22. PARAWIRA, W. Biodiesel production from *Jatropha curcas*: A review. *Scientific Research and Essays*, v. 5, n. 14, p. 1796-1808, 2010.
23. PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; PEIXOTO, M. C. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água, In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre, Artmed, 2004, p. 51 a 67.
24. PINTO, T. L. F.; FILHO, J. M.; FORTI, V. A.; CARVALHO, C.; JÚNIOR, F. G. G. Avaliação da viabilidade de sementes de pinhão manso pelo teste de tetrázólio e de raios X. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 31, n. 2, p.195-2001, 2009.
25. SANTOS, S. R. G.; PAULA, R. C.; FOGAÇA, C. A.; MÔRO, F. V.; COSTA, R. S. Viabilidade de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilho) – Euphorbiaceae – pelo teste de tetrázólio, *Científica*, Jaboticabal, v.34, n.1, p. 39 - 45, 2006.
26. SILVA, L. B.; MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; NAKAGAWA, J. Estádios de colheita e repouso pós-colheita dos frutos na qualidade de sementes de mamoneira. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 31, n. 1, p.050-059, 2009.
27. SILVA, L. B.; MARTINS, C. C. Efeito de épocas de colheita e período de repouso pós-colheita sobre as características físicas de frutos e sementes de mamoneira. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 30, suplemento 1, p. 999-1008, 2009.
28. SUNIL, N.; VARAPRASAD, K.S.; SIVARAJ, N.; KUMAR, T.S.; ABRAHAM, B., PRASAD, R.B.N. Assessing *Jatropha curcas* L. germplasm in-situ - A case study. *Biomass and Bioenergy*, v.32, p. 198-202, 2008.
29. VIEIRA, F.A.; GUSMÃO, E. Biometria, armazenamento de sementes e emergência de plântulas de *Talisia esculenta* Radlk. (Sapindaceae). *Ciência e agrotecnologia*, v. 32, n. 4, p. 1073-1079, 2008.
30. TATIKONDA, L.; WANI, S.P.; KUNNAN, S.; BEERELLI, N.; SREEDEVI, T.K.; HOISINGTON, D.A.; DEVI, P.; VARSHNEY, R.K. AFLP-based molecular characterization of an elite germplasm collection of *Jatropha curcas* L., a biofuel plant. *Plant Science*, v. 176, p.505–513, 2009.
31. TEIXEIRA, J.P.F. Teor e composição do óleo de sementes de *Jatropha* spp. *Bragantia*, v.46, n.1, p.151-157, 1987.