

JOÃO BATISTA ZONTA

**SECAGEM, BENEFICIAMENTO E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE
PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.)**

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

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011**

JOÃO BATISTA ZONTA

**SECAGEM, BENEFICIAMENTO E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE
PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.)**

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

APROVADA: 17 de janeiro de 2011.

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

Pesq. Roberto Fontes Araujo
(Co-Orientador)

Pesq. Beatriz Gonçalves Brasileiro

Prof. Roberto Ferreira da Silva

Prof. Eduardo Fontes Araujo
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de toda sabedoria, pelas oportunidades que coloca em minha vida e por ter me dado forças em todos os momentos dessa minha caminhada.

A minha esposa, companheira de todas as horas, Flávia, por todo amor, paciência e carinho e por sempre me incentivar na busca dos “nossos” objetivos.

Ao meu pequeno filho José Henrique, que desde o dia 31 de maio de 2010 passou a ser a pessoa mais importante da minha vida. Nada me encanta mais nessa vida que seu sorriso meu filhote. Tudo que o papai faz é por você.

Aos meus pais, João e Maria Luíza, pelo amor incondicional, pelo incentivo em meus estudos e pelo exemplo de pais que sempre foram. Sem vocês eu não teria chegado até aqui.

Ao meu irmão João Henrique, pela alegria e pelo companheirismo desde o nosso nascimento e as minhas irmãs Gisely e Gisleny que, apesar da distancia, nunca deixaram de me apoiar e de me dar conforto nas horas que mais precisei.

A minha sobrinha/afilhada Anna Lucia, que me dá muitas alegrias com seu jeitinho meigo de ser.

Ao meu orientador, Professor Eduardo Fontes Araujo, pelos ensinamentos, confiança, incentivo e pela amizade de sempre.

Ao co-orientador, Pesquisador Roberto Fontes Araujo, companheiro de sempre, parceiro nos experimentos, pelos ensinamentos, disponibilidade e pelas valiosas sugestões durante este trabalho.

Ao co-orientador, Professor Luís Antônio dos Santos Dias, pela atenção e amizade.

À Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia por contribuir com minha formação profissional e pela oportunidade.

À Conselho nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos amigos Heder e Leandro pelos momentos divertidos que passamos juntos desde a graduação.

A todos os estudantes de pós-graduação atuantes na área de Tecnologia de Sementes.

BIOGRAFIA

JOÃO BATISTA ZONTA, filho de João Zonta e Maria Luíza Guss Zonta, nasceu em Santa Teresa, Espírito Santo, em 19 de setembro de 1982.

No ano de 2000, concluiu o curso o segundo grau na Escola Agrotécnia Federal de Santa Teresa, Espírito Santo, recendo o título de Técnico Agrícola com Habilitação em Agropecuária.

No ano de 2005 concluiu o curso de Agronomia pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUFES).

No ano de 2007 concluiu o curso de Mestrado em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa.

Em agosto de 2008 iniciou o curso de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em 17 de janeiro de 2011.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO GERAL	01
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10
I. EFEITO DA SECAGEM NA CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE PINHÃO MANSO	17
1. INTRODUÇÃO	19
2. MATERIAL E MÉTODOS	21
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4. CONCLUSÕES	29
5. REFERÊNCIAS	29
II. EFEITO DA MASSA ESPECÍFICA E DO TAMANHO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE PINHÃO MANSO	37
1. INTRODUÇÃO	39
2. MATERIAL E MÉTODOS	41
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4. CONCLUSÕES	49
5. REFERÊNCIAS	49
III. ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE PINHÃO MANSO EM DIFERENTES EMBALAGENS E AMBIENTES	57
1. INTRODUÇÃO	58
2. MATERIAL E MÉTODOS	60
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
4. CONCLUSÕES	70
5. REFERÊNCIAS	70

RESUMO

ZONTA, João Batista, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, janeiro de 2011. **Secagem, beneficiamento e armazenamento de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. Orientador: Eduardo Fontes Araujo. Co-Orientadores: Roberto Fontes Araujo e Luiz Antônio dos Santos Dias.

Os objetivos do presente trabalho foram estudar os efeitos da secagem, do beneficiamento e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso. Os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal de Viçosa. Foram conduzidos três experimentos, utilizando-se sementes de pinhão manso provenientes da fazenda experimental de EPAMIG, localizada no município de Janaúba-MG. No Experimento I, as sementes, com teor de água de 32%, foram secadas à sombra, ao sol e em estufa de circulação forçada às temperaturas de 33 e 43 °C, até o teor de água de $9\pm 1\%$. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos testes de germinação, primeira contagem de germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, emergência em areia e índice de velocidade de emergência. A temperatura de 43 °C proporcionou secagem mais rápida das sementes, com duração de 42 horas. Nas secagens a 33 °C, ao sol e a sombra, este período foi mais prolongado, com 54, 144 e 456 horas, respectivamente. A secagem à sombra proporcionou redução imediata na qualidade fisiológica das sementes. As sementes secadas ao sol ou à temperatura de 33 °C não diferiram entre si quanto à qualidade fisiológica e foram superiores àquelas secadas à sombra; entretanto, a germinação foi inferior àquelas secadas a 43 °C, a partir dos 180 dias de armazenamento. A secagem à temperatura de 43 °C não afetou a germinação das sementes e reduziu ligeiramente o vigor, mesmo após 270 dias de armazenamento. A maior temperatura utilizada na secagem não afetou a germinação das sementes, sugerindo ter sido o tempo gasto na secagem o determinante para sua

conservação. Concluiu-se que houve efeito imediato e latente da secagem à sombra na qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso; as sementes de pinhão manso podem ser secadas à temperatura de 43 °C, e o tempo gasto na secagem não deve ser superior a 42 horas. No experimento II, as sementes de pinhão manso inicialmente foram submetidas à separação em separador pneumático, sendo obtidas duas classes quanto a massa específica (sementes pesadas e leves). Para separação por tamanho, as sementes (pesadas e leves) foram classificadas em peneiras de crivos oblongos, em grandes, intermediárias, pequenas e ainda as não classificadas, constituindo oito tratamentos: sementes pesadas não classificadas em tamanho, sementes pesadas grandes, sementes pesadas intermediárias, sementes pesadas pequenas, sementes leves não classificadas em tamanho, sementes leves grandes, sementes leves intermediárias e sementes leves pequenas. Utilizou-se o esquema fatorial 2 x 4 (massa específica x tamanho), num delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições. Após a obtenção dos tratamentos e aos doze meses de armazenamento, foram realizadas as seguintes avaliações: germinação, primeira contagem de germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência. Houve efeito significativo da massa específica na qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso, com as sementes pesadas apresentando qualidade fisiológica superior às mais leves. Quanto ao tamanho, não houve efeito deste na qualidade fisiológica das sementes. Concluiu-se que a massa específica de sementes de pinhão manso influenciou na qualidade fisiológica, sendo que as sementes mais pesadas apresentam qualidade fisiológica superior às mais leves. O tamanho das sementes não influenciou a qualidade fisiológica. No experimento III, as sementes com teor de água de 8,3%, foram acondicionadas em embalagem de pano e plástico e armazenadas por 450 dias em condições de laboratório (sem controle de temperatura; sala refrigerada (18

a 20 °C); câmara fria (10 a 12 °C) e câmara fria (5 a 7 °C). No início do armazenamento e a cada 90 dias, foram determinados o teor de água, a germinação e o vigor das sementes. Redução na qualidade fisiológica das sementes de pinhão manso ocorreu durante o armazenamento, independentemente das condições de temperatura e embalagem. As sementes podem ser armazenadas por 270 dias em ambiente não controlado, em Viçosa-MG, tanto em embalagem de plástico como de pano. Para o armazenamento por período maior que 270 dias, é recomendada a utilização de ambiente refrigerado, com temperatura $\leq 18-20$ °C, para armazenamento das sementes, independentemente da embalagem utilizada.

ABSTRACT

ZONTA, João Batista, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, January, 2011. **Drying, processing and storage of physic nut seeds (*Jatropha curcas* L.)**. Adviser: Eduardo Fontes Araujo. Co-Advisers: Roberto Fontes Araujo and Luiz Antônio dos Santos Dias.

The objectives of this study was to investigate the effects of drying, processing and storage on physiological quality of physic nut seeds. The experiments were conducted at the Federal University of Viçosa. Three experiments were carried out using seeds of physic nut from the experimental farm of EPAMIG, located in the Janaúba-MG. In experiment I, the seeds with water content of 32%, were dried in the shade, the sun and forced circulation oven at temperatures of 33 and 43 °C until the water content of $9 \pm 1\%$. The physiological quality of seeds was evaluated by germination, first count of germination test, electrical conductivity, accelerated aging, seedling emergence index and seedling emergence rate. The temperature of 43 °C provides faster drying of the seeds, which lasted 42 hours. On drying at 33 °C, the sun and shadow, this period was longer, with 54, 144 and 456 hours respectively. The drying in the shade provided immediate reduction in the physiological quality of seeds. The seeds dried in the sun or at a temperature of 33 °C did not differ regarding the physiological status and were better than those dried in the shade, however, germination was lower than those dried at 43 °C after 180 days of storage. The drying temperature of 43 °C did not affect seed germination and slightly reduced the vigor, even after 270 days of storage. As the highest temperature used did not affect seed germination, this suggests it was the time spent on seed drying crucial to its conservation. It was concluded that there was immediate and latent effects of drying in the shade on physiological quality of seeds of physic nut; seeds of physic nut can be dried at a temperature of 43 °C, and time spent drying must not exceed 42 hours. In experiment II, physic nut seeds processed in a

pneumatic separator, and obtained two classes as the specific mass (heavy and light seeds). To obtain seed lots with different sizes, heavy and light seeds were screened in oblong sieves for large, intermediate, small and even non-size-classified seeds, providing eight treatments: heavy seeds not classified by size, large heavy seeds, intermediate heavy seeds, small heavy seeds, light seeds not classified by size, large light seeds, intermediate light seeds and small light seeds. The experiment design was a factorial 2 x 4 (specific mass x size) completely randomized with eight biological replications. Before the storage and twelve months of storage we assessed its seed quality with the following seed evaluations: germination on the 5th and 10th days after test settle, electric conductivity, accelerated aging, seedling emergence index and seedling emergence rate. There was significant effect of seed specific mass on physiological quality of physic nut seeds; heavy seeds showed higher quality than the lighter ones. Seed size showed no effect on physiological quality of physic nut seeds. We concluded that the specific mass of physic nut seeds influences on its physiological quality and heavier seeds have higher physiological quality than lighter ones. There was no effect of seed size on physiological quality of physic nut seeds. In experiment III, the seeds, with water content of 8,3%, were packed in cloth and plastic and stored for 450 days under laboratory conditions (no temperature control) air-conditioned room (18 to 20 °C), refrigerated chamber (10 to 12 °C) and refrigerated chamber (5-7 °C). At the beginning of storage and every 90 days, we determined the water content, germination and vigor of seeds. Reduction in the physiological quality of seeds of physic nut occurred during storage, regardless of the temperature and packaging. The seeds can be stored for 270 days at room without controlled temperature and relative humidity, in Viçosa-MG, both in plastic packaging such as cloth. From 270 days, it is recommended

to use refrigerated environment, with temperatures $\leq 18-20$ °C for seed storage, regardless of packaging used.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A demanda por combustíveis renováveis tem-se expandido rapidamente nos últimos anos. A Comunidade Européia, os Estados Unidos e diversos outros países vêm estimulando a substituição do petróleo por combustíveis de fontes renováveis, incluindo, principalmente, o biodiesel, diante de sua expressiva capacidade de redução da emissão de diversos gases causadores do efeito estufa, a exemplo do gás carbônico e enxofre (Miragaya, 2005).

Essa demanda é verificada também no Brasil, pela necessidade de diminuir a dependência de derivados de petróleo nas matrizes energéticas nacionais e pelo incentivo à agricultura e às indústrias locais. O biodiesel pode ser utilizado, também, em aquecedores, lanternas e fornos, como solvente de tintas e adesivos químicos, como óleo de limpeza para peças e máquinas, lubrificante geral, e o seu subproduto, a glicerina, empregada em cosméticos na elaboração de sabonetes, cremes, xampus, hidratantes e outros, na fabricação de tintas, vernizes, resinas, lubrificantes e produtos de limpeza (Castro et al., 2005).

O Brasil tem potencial para se tornar um dos maiores produtores de biodiesel do mundo por dispor de solo e clima adequados ao cultivo de oleaginosas. Há dezenas de espécies vegetais no Brasil das quais se pode produzir o biodiesel, tais como mamona, dendê (palma), girassol, babaçu, amendoim, pinhão manso e soja (Castro et al., 2005).

Dentro deste contexto, o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) vem sendo estudado como alternativa para regiões quentes e secas do país. O pinhão manso é um arbusto com até cinco metros de altura, possivelmente nativo do Brasil. Essa espécie ocorre espontaneamente desde o Maranhão até o Paraná, mesmo em áreas de solos arenosos e pouco férteis. A planta é resistente à seca e apresenta crescimento mais rápido em regiões de clima quente (Arruda et al., 2004). As sementes e o óleo retirado

destas são freqüentemente usados como purgativo, no tratamento de infecções da pele, hidropisia, gota, paralisia e reumatismo, principalmente nos países tropicais. Estudos estão sendo feitos com a espécie para avaliação das propriedades medicinais e toxicológicas em animais e humanos e, ainda, no controle de insetos, moluscos e fungos, de todas as partes da planta do pinhão manso (Gübitz et al., 1999). Seu fruto é uma cápsula que contém três sementes escuras, lisas, dentro das quais se encontra a amêndoa branca, tenra e rica em óleo (Luo et al., 2007; Sirisomboon et al., 2007). Devido ao alto teor de óleo encontrado em suas sementes (até 39,8%), destaca-se como espécie com grande potencial para a produção de biodiesel (Shaochun et al., 2007).

Entretanto, a expansão do cultivo dessa espécie apresenta alguns entraves, dentre os quais se destacam a escassez e a falta de informação sobre a qualidade das sementes utilizadas, pois o cultivo ainda é realizado com sementes dos próprios agricultores e apresenta alto grau de heterogeneidade. Assim, pesquisas com ênfase na produção, à qualidade e à conservação de sementes de pinhão manso são essenciais para que essa cultura se estabeleça como uma boa alternativa agrícola na produção de biodiesel, em detrimento a outras opções, como a soja, o amendoim e o girassol, culturas essas que possuem uma tecnologia de produção no campo mais aprimorada. Com o incentivo criado pelo governo federal brasileiro a partir do Programa de Biodiesel, o plantio de áreas com essa espécie vem crescendo, tanto em pequenas propriedades como em grandes empresas agrícolas, que buscam explorar novos nichos de mercado. Isso se deve principalmente às várias vantagens que o pinhão manso apresenta em relação à mamona (oleaginosa indicada pelo governo como primeira escolha para projetos relacionados à agricultura familiar), e entre estas vantagens destacam-se a menor exigência hídrica e nutricional, a capacidade de recuperação de áreas degradadas em

função de suas raízes profundas, além de apresentar maior produtividade média, de 5 t/ha (Teixeira, 2005).

Para dar suporte técnico ao desenvolvimento da cultura do pinhão manso, estudos em diferentes áreas devem ser realizados, principalmente os relacionados com produção, colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento de sementes, insumo fundamental para o sucesso de qualquer atividade agrícola. Vale destacar que, para as nossas condições, são escassas as informações na literatura científica sobre produção e tecnologia de sementes dessa oleaginosa.

A secagem das sementes é uma etapa de fundamental importância na cadeia produtiva das mesmas, pois o teor de água atua diretamente na diminuição do metabolismo, o que pode contribuir para diminuir a taxa de deterioração e aumentar o período em que podem ser armazenadas, sem perda da qualidade fisiológica.

Apesar das vantagens que apresenta, a secagem é uma operação potencialmente danosa à qualidade das sementes e depende do correto manejo dos teores de água inicial e final das sementes, da temperatura, da umidade relativa, fluxo de ar, da taxa de secagem e do período de exposição ao ar aquecido (Miranda et al., 1999). Os danos térmicos podem não ter efeito imediato na qualidade fisiológica das sementes, contudo, após um período de armazenamento, a qualidade das sementes pode sofrer reduções consideráveis.

A maioria das atividades relacionadas ao manejo das sementes ainda é realizada de forma precária, pois ainda não se conhecem os métodos mais adequados. Atualmente, a maioria dos produtores de sementes de pinhão manso realiza a secagem por meio natural, sem os devidos cuidados em relação às condições do ambiente de secagem.

Entre as principais características físicas que influenciam na qualidade fisiológica das sementes, estão o tamanho (largura, espessura e comprimento) e a massa específica.

Em estudos realizados por Siyasubramanian e Ramakrishnam (1974) foi constatada a superioridade das sementes grandes de amendoim em relação às pequenas quanto à germinação e ao vigor. Essas diferenças, segundo os autores, estariam relacionadas com o tamanho dos cotilédones, mais precisamente com seu conteúdo de aminoácidos e proteínas.

Outros estudos realizados com diferentes espécies, relacionando o tamanho de sementes com a germinação e o vigor, mostraram correlação positiva entre estas variáveis. Oliveira e Sader (1984), estudando sementes de caupi, e Aguiar et al. (1996), estudando sementes de pau-brasil, observaram maiores porcentagens de germinação e vigor para sementes maiores.

Sementes maiores também têm sido correlacionadas com maiores taxas de crescimento inicial de plântulas (Gonzales, 1993; Surlles et al., 1993; Leichman e Westoby, 1994), aumentando assim a probabilidade de sucesso durante o estabelecimento destas (Gross, 1984), já que o rápido crescimento de raiz e parte aérea possibilita à plântula aproveitar as reservas nutricionais e hídricas do solo e realizar a fotossíntese.

Estudando o comportamento germinativo de sementes de girassol com diferentes pesos, Adamo et al. (1984) não verificaram melhor desempenho das sementes mais pesadas quando comparadas com aquelas mais leves. Entretanto, em um mesmo lote, sementes leves normalmente apresentam pior desempenho que as pesadas, como observado por Ledo et al. (2002) em sementes de pupunha (*Bactris gasipaes*). Bezerra et al. (2004) concluíram que o peso da semente influenciou a porcentagem e o índice de

velocidade de germinação de sementes de moringa (*Moringa oleifera*). Bezerra et al. (2002) demonstraram que a classificação das sementes por peso não afetou a percentagem e a velocidade de germinação de sementes de copaíba (*Copaifera langsdorffii*); porém, as plântulas oriundas das sementes mais pesadas foram mais vigorosas que as provenientes de sementes mais leves. Resultados similares foram apresentados por Frazão et al. (1984) em cacau (*Theobroma cacao*). Em sementes de mamão, Martins et al. (2005) verificaram que sementes mais pesadas também apresentam maior qualidade fisiológica. Segundo Lollato e Silva (1984) sementes mais pesadas de feijão apresentaram pesos unitário e volumétrico, poder germinativo, vigor, sanidade e pureza física maiores que as sementes mais leves.

Em estudo realizado por Zuchi et al. (2010), foi observado que o tamanho das sementes de mamona influenciou seu desempenho fisiológico, sendo que nas cultivares IAC 226 e BRS 188 Paraguaçu houve tendência de as sementes menores apresentarem maior velocidade e porcentagem final de germinação, o que não ocorreu para as cultivares IAC 80 e Al Guarany 2002. Shepetina e Sevastyanova (1986) relataram que sementes de mamona separadas por tamanho não diferiram em características como germinação ou vigor e, ainda, que as plantas provenientes destas sementes também não diferiram em produtividade. Porém, se sementes de mesmo tamanho forem separadas por peso, são detectadas grandes diferenças no desenvolvimento inicial e na produtividade das plantas.

Segundo Albuquerque et al. (1995), o tamanho das sementes de soja não influenciou na germinação, mas sementes pequenas originaram plântulas com menor peso da matéria verde e seca do que sementes grandes. As sementes mais pesadas formaram plântulas com peso de matéria verde igual às daquelas originadas de sementes

grandes, mas com peso da matéria seca inferior. Em sementes de soja, o efeito do tamanho de sementes na sua qualidade fisiológica foi relatado por Beckert et al., (2000).

Para sementes de pinhão manso, as informações a respeito da qualidade das sementes em relação ao tamanho e a massa específica são escassas. Segundo Severino et al. (2006), o peso das sementes de pinhão manso influencia na qualidade fisiológica das mesmas, sendo que as mais pesadas possuem maior poder germinativo e geram plantas com emergência e crescimento inicial mais rápidos quando comparadas às sementes mais leves; não houve informações sobre a influência do tamanho na qualidade fisiológica das sementes.

O armazenamento constitui etapa obrigatória de um programa de produção de sementes. A umidade e a temperatura são os principais fatores que afetam a qualidade das sementes no armazenamento e a sua condução de forma regular e eficiente refletirá na viabilidade do lote, evitando os descartes por reduções de germinação abaixo dos padrões de sementes para cada espécie. As melhores condições para a manutenção da qualidade de sementes ortodoxas são a baixa umidade relativa do ar e a baixa temperatura, por reduzirem a atividade metabólica do embrião e a deterioração. Vários autores observaram decréscimos na viabilidade e no vigor das sementes durante o período de armazenamento (Arrigoni-Blank et al., 1997; Macedo et al., 1998; Corvello et al., 1999; Freitas et al., 2000; Pádua e Vieira, 2001).

A longevidade das sementes também pode ser afetada pelo genótipo e pela composição química, pois sementes oleaginosas são mais propensas à deterioração do que as amiláceas, devido à menor estabilidade química dos lipídios em relação ao amido (Carvalho e Nakagawa, 2000; Braccini et al., 2001 e Marcos Filho, 2005). As principais alterações em lipídios durante a deterioração são atribuídas às hidrólises enzimáticas, à peroxidação e à autooxidação. A temperatura necessária para a degradação do amido é

mais elevada que a responsável pelos mesmos efeitos em oleaginosas. Nestas, uma elevação moderada da temperatura, como consequência do processo respiratório, é suficiente para a decomposição dos lipídios e elevação da taxa de deterioração; por esse motivo, as sementes oleaginosas devem ser armazenadas com grau de umidade inferior ao recomendado para as amiláceas. O teor de proteínas também pode contribuir para a redução do potencial de armazenamento, devido à elevada afinidade dessa substância com a água (Braccini et al., 2001 e Marcos Filho, 2005).

A conservação da qualidade fisiológica das sementes está também relacionada ao tipo de embalagem utilizada para determinadas condições ambientais (Warham, 1986).

Medeiros Filho et al. (1996) observaram que, quando sementes de algodão foram armazenadas em ambiente sem controle de temperatura e umidade relativa, ocorreu redução da germinação e do vigor, durante um período de quatro meses. Macedo et al. (1998), estudando o armazenamento de sementes de algodão em condições de ambiente, no município de Campinas, observaram que, independente da embalagem utilizada (papel multifoliado ou plástico trançado), a redução da qualidade fisiológica das sementes teve início a partir do oitavo mês de armazenamento, mostrando que as sementes de algodão possuem boa armazenabilidade nas condições ambientes daquele município. Freitas et al. (2009) observaram queda acentuada na germinação e no vigor de sementes de algodão mantidas em condições de laboratório quando comparadas àquelas mantidas em sala refrigerada a 10 °C, e que, para ambas condições, houve decréscimo na atividade das enzimas lipoxigenase e fosfatase acida e no conteúdo de lipídeos.

Segundo Azeredo et al. (2005), quando extraídas dos frutos, acondicionadas em embalagem metálica e mantidas em ambiente não controlado, sementes de amendoim perdem acentuadamente o vigor após seis meses de armazenamento.

Em relação ao armazenamento de sementes de mamona, Fanan et al. (2009) afirmam que sementes da cultivar IAC-2028 mantêm satisfatoriamente a sua qualidade fisiológica, durante 12 meses de armazenamento, quando mantidas em sacos de papel Kraft em temperatura ambiente. De acordo com Gonçalves et al. (1981), no ambiente de armazenamento de sementes de mamona, deve-se dar preferência a ambientes de umidade relativa baixa, devido à qualidade da semente comumente decair rapidamente durante os primeiros meses após a colheita. Lago et al. (1985), concluíram que a deterioração das sementes de mamona provenientes de frutos descascados mecanicamente e assim armazenadas foi mais rápida do que aquelas armazenadas dentro do fruto, principalmente após o primeiro ano.

Segundo Sedyama et al. (1993), para um armazenamento seguro, a umidade das sementes de soja deve permanecer em torno de 11% a 12%, durante todo o período de armazenamento. Padilha et al. (1998a) concluíram que sementes de soja acondicionadas com 6,8 e 8,6% de umidade inicial na embalagem de polietileno apresentaram maior vigor. No entanto, esta embalagem foi extremamente prejudicial às sementes com 11,2% de umidade inicial, causando redução drástica do vigor durante o armazenamento. Júnior et al. (2000) observaram que, para as temperaturas de armazenagem de 5 e 10 °C, as sementes de soja mantêm a viabilidade em níveis satisfatórios, independente do teor de água. Verificaram também que as sementes com 8% de umidade são capazes de conservar a viabilidade em níveis elevados para todas as temperaturas estudadas (5, 10, 20, 30 e 40 °C) durante 60 dias. O armazenamento de sementes de soja, durante oito meses nas condições de Pelotas, RS, realizado por

Amaral e Baudet (1983), não afetou a germinação, independente do tipo de embalagem, do período de armazenamento e da umidade inicial das sementes. Entretanto, a partir do quinto mês de armazenamento, as sementes estavam severamente comprometidas em termos de vigor. Martins Filho et al, (2001) observaram que, independente do genótipo, as sementes de soja mantidas em sacos de algodão em temperatura ambiente, apresentaram, a partir de 210 dias, vigor nulo e baixa capacidade germinativa, culminando com aproximadamente 100% de deterioração após 240 dias de armazenamento. Padilha et al. (1998b) observaram que, aos 12 e 16 meses de armazenamento, a sacaria de polietileno, quando comparada às de papel multifoliado, algodão, polipropileno trançado e juta, favorecem a conservação da viabilidade das sementes de soja 6,8% e 8,6% de umidade, sendo prejudicial para as sementes com 11,2% de umidade.

As sementes de pinhão manso são consideradas ortodoxas quanto ao comportamento fisiológico que apresentam durante o armazenamento (Joker e Jepsen, 2003). Sementes com esse comportamento são tolerantes à dessecação e podem ser armazenadas com reduzido teor de água em ambientes com baixas temperaturas e umidade relativa do ar. Joker e Jepsen (2003) afirmaram que sementes de pinhão manso, armazenadas à temperatura ambiente, podem permanecer viáveis pelo menos por um ano. Entretanto, devido a seu alto conteúdo de óleo, não se pode esperar que o armazenamento seja tão prolongado como de outras espécies ortodoxas. Ratre (2004) relata que a porcentagem de germinação de sementes de pinhão manso diminuiu lentamente ao longo do período de armazenamento à temperatura ambiente, mostrando uma lenta deterioração das sementes com o tempo. Guzman e Aquino (2009) afirmam que o potencial germinativo das sementes de pinhão manso não é afetado pela temperatura de armazenamento, mas sim pelo teor de água contido na semente, com as

sementes apresentando, após um ano, pequena queda na percentagem de germinação quando armazenadas com teor de água na faixa de 4 a 5% e mantidas em embalagem impermeável. Por outro lado, Heller (1996) observou germinação de 62% em sementes armazenadas por cinco meses em temperatura ambiente, 47% por sete meses a 16 °C, e abaixo de 50% após quinze meses para sementes submetidas a condições extremas de mudanças de temperatura e umidade relativa do ar. Worang et al. (2008) citam que, durante o armazenamento de sementes de pinhão manso, sendo estas mantidas em embalagens plásticas em armazém, ocorre decréscimo no conteúdo de lipídeos, na viabilidade e no vigor das sementes e acréscimo no conteúdo de ácidos graxos livres e na atividade da enzima lipase. Concluíram que, sob condições não controladas de temperatura e umidade e com uso de embalagem plástica, as sementes podem ser armazenadas por um mês, quando o objetivo é o plantio e por cinco meses para a extração do óleo.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMO, P.E.; SADER, R.; BANZANATTO, D.A. Influência do tamanho na produção e qualidade de sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, v.6, n.3, p.9-14, 1984.

AGUIAR, F.F.A.; KANASHIRO, S.; BARBEDO, C.J.; SEMACO, M. Influência do tamanho de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (Pau-brasil). **Revista Brasileira de Sementes**, v.18, n.2, p.283-285, 1996.

ALBUQUERQUE, M.C.F.; NOGUEIRA, R.L.; CASEIRO, E.M.F.D.; DOMENE, M.P. Influência do tamanho de sementes de soja na qualidade fisiológica. **Revista Agricultura Tropical**, v.1, n.1, p.30-40, 1995.

AMARAL, A.S.; BAUDET L.M. Efeito do teor de umidade da semente, tipo de embalagem e período de armazenamento, na qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.5, n.3, p.27-35, 1983.

ARRIGONI-BLANK, M.F.; ALVARENGA, A.A.; BLANK, A.F.; CARVALHO, D.C. Armazenamento e viabilidade de sementes de *Campomanesia rufa*. **Ciência e Agrotecnologia**, v.21, n.1, p.85-90, 1997.

ARRUDA, F.P.; BELTRÃO, N.E.M.; ANDRADE, A.P.; PEREIRA, W.E.; SEVERINO, L.S. Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.8, n.1, p.789-799, 2004.

AZEREDO, G.A.; BRUNO, R.L.A.; LOPES, K.P.; SILVA, A.; DINIZ, E.; LIMA, A.A. Conservação de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) em função do beneficiamento, embalagem e ambiente de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.1, p.37-44, 2005.

BECKERT, O.P.; MIGUAL, M.H.; MARCOS FILHO, J. Absorção de água e potencial fisiológico em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Scientia Agricola**, v.57, n.4, p.671-675, 2000.

BEZERRA, A.M.E.; MOMENTÉ, V.G.; MEDEIROS FILHO, S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleífera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substratos. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, p.295-299, 2004.

BEZERRA, A.M.E.; MEDEIROS FILHO, S.; MOREIRA, M.G.; MOREIRA, F.J.C.; ALVES, T.T.L. Germinação e desenvolvimento de plântulas de copaíba em função do tamanho e da imersão da semente em ácido sulfúrico. **Revista Ciência Agronômica**, v.33, n.2, p.79-84, 2002.

BRACCINI, A.L.; BRACCINI, M.C.L.; SCAPIM, C.A. Mecanismos de deterioração das sementes: aspectos bioquímicos e fisiológicos. **Informativo ABRATES**, v.11, n.1, p.10-15, 2001.

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

CASTRO, C.E.F.; CARBONELL, S.A.M.; MAIA, M.S.D.; MORAIS, C.G. **Biodiesel**. 1. ed. Campinas, 2005. 62p. (CONSEPA, SÉRIE REUNIÕES TÉCNICAS).

CORVELLO, W.B.V.; VILLELA, F.A.; NEDEL, J.L.; PESKE, S.T. Época de colheita e armazenamento de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.2, p.28-34, 1999.

FANAN, S.; MEDINA, P.F.; CAMARGO, M.B.P.; RAMOS, N.P. Influência da colheita e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.150-159, 2009.

FRAZÃO, D.A.C.; COSTA, J.D.; CORAL, F.J.; AZEVEDO, J.A.; FIGUEIREDO, F.J.C. Influência do peso da semente no desenvolvimento e vigor de mudas de cacau. **Revista Brasileira de Sementes**, v.6, n.3, p.31-39, 1984.

FREITAS, R.A.; DIAS, D.C.F.S.; OLIVEIRA, M.G.A.; DIAS, L.A.S.; HILST, P.C. Physiological and biochemical changes in cotton seeds during storage. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.34, n.1, p.64-69, 2009.

FREITAS, R.A.; DIAS, D.C.F.S.; CECOM, P.R.; REIS, M.S. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de algodão durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.94-101, 2000.

GONÇALVES, N. P.; MARCIANI-BENDEZÚ, J.; LIMA, C. A. de S. Colheita e armazenamento da mamona. **Informe Agropecuário**, v.7, n.82, p.44-45, 1981.

- GONZALES, J.E. Effect of seed size on germination and seedling vigour of *Virola koschnyi* Warb. **Forest Ecology and Management**, v.57, n.1-4, p.275-281, 1993.
- GROSS, K.L. Effects of seed size and growth form on seedling establishment of six monocarpic perennial plants. **Journal of Ecology**, v.72, n.2, p.369-387, 1984.
- GÜBITZ, G.M.; MITTELBAACH, M.; TRABI, M. Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. **Bioresource Technology**, v.67, n.1, p.73-82, 1999.
- GUZMAN, L.E.P.; AQUINO, A.L. Seed characteristics and storage behavior of physic nut (*Jatropha curcas* L.). **Philippine Journal of Crop Science**, v.34, n.1, p.13-21, 2009.
- HELLER, J. **Physic nut. *Jatropha curcas* L.:** promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 1 ed. Roma: IPGRI, 1996, 66 p.
- JOKER, D.; JEPSEN, J. *Jatropha curcas* L. **Seed Leaflet**, Humleback, Denmark, n.83, p.1-2, 2003.
- JÚNIOR, P.C.A.; CORRÊA, P.C.; FARONI, L.R.D. Efeito das condições e período de armazenagem sobre a viabilidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Oleaginosa e Fibrosas**, v.4, n.1, p.1-7, 2000.
- LAGO, A. A.; ZINK, E.; SAVY FILHO, A.; TEIXEIRA, J. P. F.; BANZATO, N. V.:. Deterioração de sementes de mamona armazenadas com e sem casca. **Bragantia**, v.44, n.1, p.17-25, 1985.
- LEDO, A.S.; MEDEIROS FILHO, S.; LEDO, F.J.S.; ARAÚJO, E.C. Efeito do tamanho da semente, do substrato e pré-embebição na germinação de sementes de pupunha. **Revista Ciência Agronômica**, v.33, n.1, p.29-32, 2002.
- LEICHMAN, M.R.; WESTOBY, M. The role of large seed size in shaded conditions: experimental evidence. **Functional Ecology**, v.8, p.205-214, 1994.

LOLLATO, M.A.; SILVA, W.R. Efeitos da utilização de mesa gravitacional na qualidade de sementes de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, n.12, p.1483-1496, 1984.

LUO, C.W.; LI, R.; CHEN, Y.; SUN, Y.Y. Floral display and breeding system of *Jatropha curcas* L. **Forestry Studies in China**, v.9, n.2, p.114-119, 2007.

MACEDO, E.C.; GROTH, D.; SOAVE, J. Influência da embalagem e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.2, p.454-461, 1998.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

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

MARTINS-FILHO, S.; LOPES, J.C.; RANGEL, O.J.P.; TAGLIAFERRE, C. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas em condições de ambiente natural em Alegre-ES. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.2, p.201-208, 2001.

MEDEIROS-FILHO, S.; FRAGA, A.C.; QUEIROGA, V.P.; SOUSA, L.C.F. Efeito do armazenamento sobre a qualidade fisiológica de sementes deslintadas de algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, v.20, n.3, p.284-292, 1996.

MIRAGAYA, J.C.G. Biodiesel: tendências no mundo e no Brasil. **Informe Agropecuário**, v.26, n.229, p.7-13, 2005.

MIRANDA, L.C.; DA SILVA, W.R.; CAVARIANI, C. Secagem de sementes de soja em silo com distribuição radial do fluxo de ar. I. Monitoramento físico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.11, p.2097-2108, 1999.

- OLIVEIRA, A.F.F.; SADER, R. Capacidade germinativa e vigor de cultivares de caupi. **Revista Brasileira de Sementes**, v.6, n.3, p.21-29, 1984.
- PADILHA, L.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; ROCHA, V.S.; ARAÚJO, E.F. Efeito de embalagens no vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) armazenadas com diferentes graus de umidade inicial. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.1, p.120-125, 1998a.
- PADILHA, L.; REIS, M.S.; ARAÚJO, E.F.; SEDIYAMA, C.S.; ROCHA, V.S. Efeito de embalagens na viabilidade de sementes de soja armazenadas com diferentes graus de umidade inicial. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.2, p.39-43, 1998b.
- PÁDUA, G.P.; VIEIRA, R.D. Deterioração de sementes de algodão durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.2, p.255-262, 2001.
- RATREE, S. A preliminary study on physic nut (*Jatropha curcas* L.) in Thailand. **Journal of Biological Sciences**, v.7, n.9, p.1620-1623, 2004.
- SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, C.S.; GOMES, J.L.L. **Cultura da soja**. Viçosa: UFV, 1993. 75p.
- SEVERINO, L.S.; LIMA, R.L.S.; BELTRÃO, N.E.M. **Germinação e crescimento inicial de plântulas de pinhão-mansão em função do peso da semente**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 4p. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 309).
- SHAO-CHUN, M.; ZHU-YING, L.; CONG, L. Application of biodiesel produced from *Jatropha curcas* L. seed oil. **Zhongguo Youzhi / China Oils and Fats**, v.32, n.7, p.40-42, 2007.
- SHEPETINA, F.A.; SEVASTYANOVA, L.B. Seed Technology. In: MOSHKIN, V.A. **Castor**. New Delhi: Amerind Publishing, 1986. p.175-178.

- SIRISOMBOON, P.; KITCHAIYA, P.; PHOLPHO, T.; MAHUTTANYAVANITCH, W. Physical and mechanical properties of *Jatropha curcas* L. fruits, nuts and kernels. **Biosystems and Engineering**, v.97, p.201-207, 2007.
- SIYASUBRAMANIAM, S.; RAMAKRISKNAN, V. Effect of seed size on seedling vigour in groundnut. **Seed Science and Technology**, v.2, n.3, p.435-441, 1974.
- SURLES, S.E.; WHITE, T.L.; HODGE, G.R.; DURYEYEA, M.L. Relationships among seed weight components, seedling growth traits, and predicted field breeding values in slash pine. **Canadian Journal Forest Research**, v.23, n.8, p.1550-1556, 1993.
- TEIXEIRA, L.C. Potencialidades de oleaginosas para produção de biodiesel. **Informe Agropecuário**, v.26, n.229, p.18-27, 2005.
- WARHAM, E. Comparison of packaging materials for seed with particular reference to humid tropical environments. **Seed Science and Technology**, v.14, n.1, p.191-211, 1986.
- WORANG, R.L.; DHARMAPUTRA, O.S.; MIFTAHUDIN, R.S. The quality of physic nut (*Jatropha curcas* L.) seeds packed in plastic material during storage. **Biotropia**, v.15, n.1, p. 25-36, 2008.
- ZUCHI, J.; PANOZZO, L.E.; HEBERLE, E.; DIAS, D.C.F.S. Qualidade fisiológica de sementes de mamona classificadas por tamanho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.177-183, 2010.

I. EFEITO DA SECAGEM NA CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE PINHÃO MANSO

RESUMO – Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da secagem na conservação de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). As sementes, com teor de água de 32%, foram secadas à sombra, ao sol e em estufa de circulação forçada às temperaturas de 33 e 43 °C, até o teor de água de 9±1%. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelos testes de germinação, primeira contagem de germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, emergência em areia e índice de velocidade de emergência. A temperatura de 43 °C proporcionou secagem mais rápida das sementes, com duração de 42 horas. Nas secagens a 33 °C, ao sol e a sombra, o período de secagem foi mais prolongado, com 54, 144 e 456 horas, respectivamente. A secagem à sombra proporcionou redução imediata na qualidade fisiológica das sementes. As sementes secadas ao sol ou à temperatura de 33 °C não diferiram entre si quanto à qualidade fisiológica e foram superiores àquelas secadas à sombra; entretanto, a germinação foi inferior àquelas secadas a 43 °C, a partir dos 180 dias de armazenamento. A secagem à temperatura de 43 °C não afetou a germinação das sementes e apenas reduziu ligeiramente o vigor, mesmo após 270 dias de armazenamento. Como a maior temperatura utilizada não afetou a germinação das sementes, isto sugere ter sido o tempo gasto na secagem das sementes determinante para sua conservação. Concluiu-se que houve efeito imediato e latente da secagem à sombra na qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso; as sementes de pinhão manso podem ser secadas à temperatura de 43 °C, e o tempo gasto na secagem não deve ser superior a 42 horas.

Termos para indexação: *Jatropha curcas* L., germinação, deterioração, qualidade fisiológica

I. EFFECTS OF DRYING ON THE CONSERVATION OF PHYSIC NUT SEEDS

ABSTRACT – This study aimed to evaluate the effects of drying on the conservation of seeds of physic nut (*Jatropha curcas* L.). The seeds with water content of 32%, were dried in the shade, the sun and forced circulation oven at temperatures of 33 and 43 °C until the water content of $9 \pm 1\%$. The physiological quality of seeds was evaluated by germination, first count of germination teste, electrical conductivity, accelerated aging, seedling emergence index and seedling emergence rate. The temperature of 43 °C provides faster drying of the seeds, which lasted 42 hours. On drying at 33 °C, the sun and shadow, this period was longer, with 54, 144 and 456 hours respectively. The drying in the shade provided immediate reduction in the physiological quality of seeds. The seeds dried in the sun or at a temperature of 33 °C did not differ regarding the physiological status and were better than those dried in the shade, however, germination was lower than those dried at 43 °C after 180 days of storage. The drying temperature of 43 °C did not affect seed germination and slightly reduced the vigor, even after 270 days of storage. As the highest temperature used did not affect seed germination, this suggests it was the time spent on seed drying crucial to its conservation. It was concluded that there was immediate and latent effects of drying in the shade on physiological quality of seeds of physic nut; seeds of physic nut can be dried at a temperature of 43 °C, and time spent drying must not exceed 42 hours.

Index terms: *Jatropha curcas* L., germination, deterioration, physiological quality.

1. INTRODUÇÃO

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é um arbusto da família Euphorbiaceae que pode apresentar de até 5 m de altura, perene, semidecídua, monóica e que produz muito látex. Seu fruto é uma cápsula que contém três sementes escuras, lisas, dentro das quais se encontra a amêndoa branca, tenra e rica em óleo (Luo et al., 2007; Sirisomboon et al., 2007). Devido ao alto teor de óleo encontrado em suas sementes (até 39,8%), destaca-se como uma espécie com grande potencial para a produção de biodiesel (Shaochun et al., 2007).

Durante o processo de produção, vários fatores podem interferir na qualidade das sementes, destacando-se, entre eles, as condições predominantes durante a sua maturação, a colheita, o beneficiamento, o manuseio, a secagem e o armazenamento. Nesse sentido, a redução do teor de água das sementes como resultado da secagem atua diretamente na diminuição do metabolismo, o que pode contribuir para diminuir a taxa de deterioração e aumentar o período em que podem ser armazenadas, sem perda da qualidade fisiológica. Ainda, o teor de água das sementes tem relação direta com a atividade de insetos e microrganismos, cuja atividade é proporcional ao teor de água das sementes (Marcos Filho, 2005).

A secagem das sementes, além de contribuir para a preservação da qualidade fisiológica durante o armazenamento, possibilita a antecipação da colheita, evitando perdas de natureza diversa durante o processo produtivo. A secagem pode ser realizada de forma natural ou artificial. Na escolha do método de secagem, o fator quantidade de sementes é limitante e, quando necessitamos secar grandes quantidades, é imprescindível a utilização de secagem artificial, cujos custos de operação estão relacionados com o volume, a velocidade de secagem e a temperatura do ar (Garcia et al., 2004). Na secagem artificial, a fonte de calor pode ser variável. O que caracteriza

um método como artificial é o fato de que o processo é executado com o auxílio de alternativas mecânicas, elétricas ou eletrônicas e o ar, que atravessa a massa de sementes, é forçado (Cavariani, 1996). A secagem natural é baseada nas ações do vento e do sol para a remoção da umidade das sementes. Tal processo é limitado pelo clima, quando as condições de umidade relativa do ar e temperatura não permitem, ou quando se trata de maiores volumes de sementes (Maia, 1995).

Em geral, recomenda-se que a secagem seja realizada de tal forma que a temperatura das sementes não ultrapasse 40 °C, para que não haja redução acentuada da qualidade fisiológica. No entanto, a temperatura máxima às quais as sementes podem ser expostas, durante a secagem, depende do seu teor de água e do tempo de exposição a essa condição.

Apesar das vantagens que apresenta, a secagem é uma operação potencialmente danosa à qualidade das sementes e depende do correto manejo dos teores de água inicial e final das sementes, da temperatura, da umidade relativa, fluxo de ar, da taxa de secagem e do período de exposição ao ar aquecido (Miranda et al., 1999). Os danos térmicos podem não manifestar efeitos imediatos na germinação, contudo, após um período de armazenamento, o vigor das sementes pode sofrer reduções consideráveis (Popinigis, 1985).

Para sementes de pinhão manso, Ullmann et al. (2010) citam que estas podem ser secadas artificialmente as temperaturas de 30, 40, 50 e 60 °C sem haver prejuízo imediato na porcentagem de germinação. Em relação ao efeito latente, não há relatos na literatura.

Tendo em vista a escassez de informações sobre o processo de secagem em sementes de pinhão-manso, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os

efeitos imediatos e latentes das condições de secagem na conservação de sementes de pinhão manso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa em Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, nos anos de 2009 e 2010. Para tanto, foram utilizadas sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) provenientes da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), coletadas no município de Janaúba – MG.

Após a colheita, frutos de pinhão manso maduros (casca amarela), cujas sementes se encontravam com o tegumento com a coloração marrom escuro, foram descascados à mão e transportados da Unidade Regional Epamig Norte de Minas, em Janaúba-MG, para a Unidade Regional Epamig Zona da Mata, em Viçosa-MG.

Imediatamente após o recebimento das sementes, determinou-se o teor de água pelo método da estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 horas, conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), utilizando-se três amostras de 15 sementes intactas. As sementes estavam com teor de água de aproximadamente 32%.

Foram utilizados os seguintes tratamentos de secagem: secagem à sombra, secagem ao sol e secagem artificial em estufa de ventilação forçada com temperaturas de 33 e 43 °C. Durante o período de secagem das sementes, a temperatura média e a umidade relativa eram de 23 °C e 83%. O teor de água das sementes foi acompanhado por diferença de peso, utilizando-se cinco subamostras de sementes acondicionadas em sacos de filó, com massa e umidade iniciais conhecidas. Durante a secagem, em intervalos de 30 minutos, os sacos de filó com as sementes foram pesados até atingirem as massas finais desejadas, correspondentes aos teores de água finais.

Ao fim do processo de secagem, uma amostra de sementes foi retirada para determinação do teor de água final, seguindo-se o método da estufa descrito para determinação do teor de água inicial. O restante do material foi utilizado para realização dos testes de avaliação da qualidade fisiológica. Para avaliar o efeito imediato das condições de secagem sobre a germinação e o vigor, os testes foram realizados imediatamente após a secagem. Para avaliar o efeito latente, os testes foram realizados aos 90, 180 e 270 dias de armazenamento das sementes.

A porção de sementes destinada à avaliação do efeito latente foi acondicionada em sacos de pano, sendo armazenadas em sala refrigerada a 18 °C e 60-65% de umidade relativa. Para verificação da ocorrência de variação no teor de água ao longo do tempo, o teor de água das sementes foi determinado ao final de cada período de armazenamento.

O teste de germinação foi conduzido com oito repetições de 25 sementes, utilizando-se como substrato rolo de papel germitest, umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes seu peso seco. Após a confecção dos rolos, estes foram colocados e mantidos em câmara de germinação, à temperatura constante de 30 °C. As avaliações foram realizadas aos 5 e 10 dias, considerando-se germinadas as sementes com protrusão de raiz primária igual ou superior a 2,0 cm e que apresentassem pelo menos três raízes secundárias (Martins et al, 2008). No momento da montagem do teste de germinação, as sementes foram tratadas com fungicida Captan, sendo utilizados 2,4 g de produto por Kg de semente.

Para determinação do vigor, foram conduzidos os testes de primeira contagem de germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado e emergência em areia, no qual foram obtidos os valores de percentagem e índice de velocidade de emergência.

A primeira contagem do teste de germinação foi realizada conjuntamente com o teste de germinação e consistiu do registro das porcentagens de sementes germinadas no quinto dias após a instalação do teste.

O teste de condutividade elétrica da solução de embebição das sementes foi conduzido pelo sistema de massa (Vieira e Krzyzanowski, 1999), com oito repetições de 15 sementes intactas, previamente pesadas em balança de precisão. As sementes foram colocadas em copos plásticos com capacidade para 200 mL, nos quais foram adicionados 75 mL de água destilada. Os copos contendo as sementes e a água foram colocados em câmara de germinação (tipo BOD) a 25 °C, durante 6 horas, sendo então efetuadas as leituras de condutividade elétrica da solução de embebição das sementes, sendo esta realizada com auxílio de condutivímetro (DIGIMED DM 31), com os resultados expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$.

O teste de envelhecimento acelerado foi conduzido com oito repetições de 25 sementes, adaptando-se a metodologia proposta por Marcos Filho (1999). Foram utilizadas caixas plásticas transparentes com tampa (gerbox) com 11 x 11 x 3 cm, adaptadas como mini-câmaras, dentro das quais foram adicionados 40 mL de água destilada. Acima da água, foi colocada uma tela. Sobre a tela, em cada caixa, foram colocadas 55 sementes e, assim, para cada tratamento foram utilizadas quatro caixas. Em seguida, as caixas plásticas foram levadas para a câmara do tipo BOD, regulada na temperatura de 42 °C, onde permaneceram por 48 horas. Ao final do período de envelhecimento, as caixas plásticas foram retiradas das câmaras para a realização dos ensaios de germinação, sendo os testes realizados conforme metodologia descrita para o teste de germinação. No momento da realização do teste de germinação, as sementes foram tratadas com fungicida Captan, sendo utilizados 2,4 g de produto por Kg de semente.

O teste de emergência em areia foi conduzido em casa de vegetação, sendo a areia anteriormente lavada e esterilizada em estufa a 200 °C, durante duas horas. As sementes foram semeadas em bandejas plásticas a três cm de profundidade. A umidade do substrato foi mantida com irrigações, realizadas diariamente. Foram utilizadas oito repetições de 30 sementes por tratamento. A contagem foi realizada a partir da emergência da primeira plântula e prosseguiu até quando não se observasse mais a emergência das mesmas. No momento da última contagem, foi determinado o percentual de plântulas emergidas. Conjuntamente com o teste de emergência em areia, anotando-se diariamente, no mesmo horário, o número de plântulas que apresentaram cotilédone visível, foi determinado o índice de velocidade de emergência empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962).

O experimento foi instalado no delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade. As médias dos tratamentos, dentro de cada período de avaliação, foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Para avaliação do comportamento dos tratamentos durante o período de armazenamento, os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial. Para análise dos dados foi utilizado o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (Saeg, 2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água das sementes obtido no final do processo de secagem e o tempo gasto nessa operação são apresentados na Tabela 1. Para os métodos de secagem ao sol e em estufa a 33 e 43 °C, a secagem das sementes foi realizada até estas alcançarem teor de água de 8,8%, 8,5% e 8,3%, respectivamente. Para as sementes secadas a sombra, as condições climáticas do ambiente não permitiram a secagem até o referido nível e,

assim, as sementes apresentaram no final do processo teor de água de aproximadamente 10%. Em relação ao tempo necessário para as sementes atingirem o teor de água desejado, nota-se que a secagem em estufa proporcionou secagem mais rápida das sementes, em ambas as temperaturas utilizadas, quando comparada aos tratamentos de secagem natural (sol e sombra). Para a secagem em estufa, o tempo gasto na secagem foi de 54 e 42 horas para as temperaturas de 33 e 43 °C, respectivamente. Já para as secagens à sombra e ao sol, o tempo gasto foi de 456 e 144 horas, respectivamente. Assim, nota-se que o tempo gasto na secagem em estufa a 43 °C foi mais de 10 vezes inferior aquele gasto na secagem à sombra, evidenciando que com o aumento da temperatura há diminuição no tempo gasto no processo. Sirisomboon e Kitchaiya (2009) secando sementes de pinhão manso nas temperaturas de 40, 60 e 80 °C observaram que com o aumento da temperatura ocorreu diminuição no tempo de secagem. Resultados semelhantes também foram observados por Ullmann et al. (2010) que verificaram diminuição no período de secagem com o aumento da temperatura. Durante o armazenamento, as sementes entraram em equilíbrio higroscópico com o ambiente de armazenamento, mantendo o teor de água em torno de 7,5% (dados não apresentados). Analisando os resultados da germinação das sementes (Tabela 2), observou-se efeito imediato (logo após a secagem) da secagem a sombra, que proporcionou uma redução de aproximadamente 20% na germinação, quando comparada aos demais métodos de secagem. Esses resultados mostram que sementes de pinhão manso necessitam de um processo de secagem que não seja muito lento, como é o caso da secagem à sombra, pois provavelmente essas sementes, pelo fato de terem permanecido por período prolongado de tempo com alto teor de água, tiveram o processo de deterioração acelerado, perdendo rapidamente a capacidade germinativa.

Quanto aos demais métodos de secagem, não houve diferença significativa na capacidade germinativa das sementes quando avaliados logo após o processo de secagem, com ambos os tratamentos apresentando germinação em torno de 98% (Tabela 2). Esses resultados mostram que a secagem em estufa à temperatura de 33 e 43 °C e a secagem ao sol não causam danos imediatos às sementes de pinhão-manso. Corroborando com os resultados, Ullmann et al. (2010) observaram que a secagem de sementes de pinhão manso à temperatura de 30 e 40 °C não foi prejudicial a germinação das sementes. Harrington (1972) afirma que a temperatura máxima para a secagem segura de sementes depende da espécie, mas geralmente varia de 35 a 45 °C, sendo que, para sementes parcialmente secas, essa temperatura pode ser mais elevada. Barbedo et al. (2002) submeteram sementes de *Caesalpinia echinata* (pau-brasil) à secagem em estufas reguladas a 40 e 50 °C, reduzindo teor de água até 8%, e não constataram efeito da temperatura de secagem sobre a germinação das sementes. Para sementes de mamona, oleaginosa com características semelhantes as do pinhão manso, Moshkin (1986) afirma que a temperatura de secagem suportada pela massa de sementes não deve ser superior a 45 °C.

Quanto ao efeito da secagem na germinação das sementes durante o armazenamento (Tabela 2), nas avaliações realizadas aos 90 e aos 180 dias, as sementes secadas ao sol ou em estufa, tanto a 33 como a 43 °C, não diferiram significativamente entre si e foram ambos superiores a secagem à sombra. Para a avaliação realizada aos 270 dias, as sementes secadas a 43 °C, ou seja, aquelas que tiveram o teor de água reduzido mais rapidamente, apresentaram porcentagem de germinação significativamente superior aos demais tratamentos, com poder germinativo de aproximadamente 90%. Para as demais condições de secagem, o maior decréscimo foi observado para as sementes secadas à sombra, que apresentaram poder germinativo de

43%, aos 270 dias de armazenamento, enquanto que, para as sementes secadas ao sol e em estufa a 33 °C, a germinação permaneceu acima de 75%, o que em termos práticos pode ser considerado satisfatório, já que a espécie ainda não possui padrões nacionais para produção e comercialização de sementes.

Observando-se o comportamento germinativo das sementes ao longo do armazenamento (Figura 1), nota-se que, para as sementes secadas a sombra, ao sol e em estufa a 33 °C houve decréscimo linear e significativo da porcentagem de germinação. Para as sementes secadas em estufa a 43 °C, não houve decréscimo no poder germinativo ao longo do armazenamento, com as sementes mantendo, aos 270 dias, porcentagem de germinação semelhante àquela observada imediatamente após a secagem.

Quanto ao efeito imediato da secagem no vigor das sementes, verificou-se que a secagem à sombra influenciou negativamente, para todos os testes utilizados. Para os demais tratamentos pode-se afirmar que as sementes apresentaram alto vigor, pois os valores obtidos nos testes de primeira contagem, de envelhecimento acelerado e de emergência em areia foram praticamente semelhantes àqueles observados no teste de germinação (Tabelas 2 e 3). Para o efeito da secagem no vigor das sementes ao longo do armazenamento (90, 180 e 270 dias), manteve-se o padrão observado na avaliação realizada logo após a secagem, com as sementes secadas à sombra apresentando vigor significativamente inferior às sementes secadas nas demais temperaturas, em todos os testes de vigor (Tabelas 2 e 3). Em relação ao comportamento das sementes ao longo do armazenamento quanto ao vigor, os testes de primeira contagem de germinação (Figura 2), envelhecimento acelerado (Figura 3) e condutividade elétrica (Figura 4) apresentaram a mesma característica, com as sementes, para todas as temperaturas de secagem estudadas, apresentando decréscimo linear no vigor. Para o teste de

emergência em areia (Figura 5), não houve decréscimo no vigor das sementes, com todos os tratamentos apresentando, na última avaliação (270 dias), valores semelhantes àquela observada logo após a secagem. Os valores de índice de velocidade de emergência (IVE) não foram analisados ao longo do armazenamento, pois esta característica sofre influência direta das condições ambientais. Como o teste de emergência, no qual são computados os valores de IVE, foi instalado em casa de vegetação em diferentes épocas do ano, portanto em condições de temperatura e luminosidade completamente diferentes de uma avaliação para outra, os valores de IVE foram analisados somente para comparar os tratamentos de secagem dentro de cada período de avaliação.

De maneira geral foi observado que, tanto no método de secagem em estufa, a 33 e 43 °C, quanto na secagem ao sol, as sementes apresentaram alta porcentagem de germinação inicial, com as sementes secadas a 43 °C mantendo esta germinação ao longo do armazenamento. As sementes secadas em estufa a 33 °C e ao sol apresentaram decréscimo na porcentagem de germinação. Quanto ao vigor, para todos os testes utilizados, as sementes secadas em estufa a 33 e 43 °C e ao sol apresentaram, em todos os períodos de avaliação, resultados semelhantes. Conseqüentemente e em função da maior rapidez, o método de secagem em estufa a 43 °C é o mais indicado para sementes de pinhão manso.

Outro fator importante a ser considerado no presente estudo é o tempo gasto no processo de secagem. Como a temperatura de 43 °C (maior temperatura utilizada no estudo) foi a que propiciou melhores resultados, pode-se inferir que o principal problema encontrado nas condições de secagem utilizadas foi em relação ao tempo gasto na secagem das sementes e não propriamente na temperatura utilizada. Assim, foi traçado um gráfico relacionando a germinação e o vigor (teste de envelhecimento

acelerado) das sementes, logo após o processo de secagem e no final do período de armazenamento (270 dias), com o tempo gasto nas quatro condições de secagem (Figura 6). Os resultados mostram queda linear da qualidade fisiológica das sementes com o aumento do tempo gasto na secagem, tanto na avaliação realizada logo após a secagem como naquela realizada 270 dias. Assim, pode-se afirmar que o tempo gasto na secagem de sementes de pinhão-manso não deve ser superior a 42 horas, com a temperatura de secagem menor ou igual a 43 °C (Figura 6). Peske (2005) afirma que as sementes devem permanecer úmidas o menor tempo possível, pois o alto teor de água é o fator que mais influencia na qualidade fisiológica da semente durante o armazenamento. Segundo este mesmo autor, sementes com teor de água de 20% não devem permanecer mais de 24 a 48 horas sem secar, salvo quando armazenadas em silos com sistema de aeração adequado.

4. CONCLUSÕES

Houve efeito imediato e latente da secagem à sombra na qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso. De acordo com os resultados obtidos as sementes de pinhão-manso podem ser secadas à temperatura de 43 °C; O tempo gasto na secagem não deve ser superior a 42 horas.

5. REFERÊNCIAS

BARBEDO, C.J.; BILIA, D.A.C.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C. Tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil), espécie da Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Botânica**, v.25, n.4, p.431-439, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

- CAVARIANI, C. **Secagem estacionária de sementes de milho com distribuição radial do fluxo de ar.** 1996. 85f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Esalq-USP.
- GARCIA, D.C.; BARROS, A.C.S.A.; PESKE, S.T.; MENEZES, N.L. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p.603-608, 2004.
- HARRINGTON, J.F. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T.T. **Seed biology.** New York : Academic, v.3, 1972, p.145-245.
- LUO, C.W.; LI, R.; CHEN, Y.; SUN, Y.Y. Floral display and breeding system of *Jatropha curcas* L. **Forestry Studies in China**, v.9, n.2, p.114-119, 2007.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MAIA, M. **Secagem de sementes de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) com ar ambiente forçado.** 1995. 108f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - UFPel.
- MARCOS FILHO, J. Teste de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: Conceitos e Testes.** Londrina: ABRATES, 1999. Cap.1, p.1-21.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- MARTINS, C.C.; MACHADO, G.M.; CAVASINI, R. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de pinhão-manso. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.3, p.863-868, 2008.
- MIRANDA, L.C.; DA SILVA, W.R.; CAVARIANI, C. Secagem de sementes de soja em silo com distribuição radial do fluxo de ar. I. Monitoramento físico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.11, p.2097-2108, 1999.
- MOSHKIN, V.A. **Castor.** New Delhi: Amerind, 1986. 315p.

- NUNES, C.F.; SANTOS, D.N.; PASQUAL, M.; VALENTE, T.C.T. Morfologia externa de frutos, sementes e plântulas de pinhão-manso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.2, p.207-210, 2009.
- PESKE, S.T. **Sementes**: fundamentos científicos e tecnológicos. 2ª edição. Pelotas: Ed. Universitária, 2006. 470p.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.
- SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.
- SHAO-CHUN, M.; ZHU-YING, L.; CONG, L. Application of biodiesel produced from *Jatropha curcas* L. seed oil. **Zhongguo Youzhi / China Oils and Fats**, v.32, n.7, p.40-42, 2007.
- SIRISOMBOON, P.; KITCHAIYA, P. Physical properties of *Jatropha curcas* L. kernels after heat treatments. **Biosystems Engineering**, v.102, n.02, p.244-250, 2009.
- ULLMANN, R.; RESENDE, O.; SALES, J.F.; CHAVES, T.H. Qualidade das sementes de pinhão manso submetidas à secagem artificial. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.3, p.442-447, 2010.
- VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. cap.4, p.1-26.

Tabela 1. Tempo de secagem e teor de água final das sementes de pinhão manso, de acordo com as condições de secagem.

Condições de Secagem	Tempo (horas)	Teor de água final (%)
Sombra	456	9,9
Sol	144	8,8
33 °C	54	8,5
43 °C	42	8,3

Tabela 2. Germinação, primeira contagem de germinação e teste de envelhecimento acelerado de sementes de pinhão manso submetidas a diferentes condições de secagem e períodos de armazenamento.

Condições de Secagem	Período de Armazenamento (dias)	Germinação (%)	Primeira Contagem (%)	Envelhecimento Acelerado (%)
Sombra	0	78 b ¹	70 b	61 b ¹
Sol		99 a	93 a	96 a
33 °C		98 a	96 a	91 a
43 °C		97 a	93 a	96 a
Sombra	90	67 b	62 b	57 c
Sol		96 a	85 a	86 b
33 °C		97 a	85 a	89 ab
43 °C		97 a	92 a	95 a
Sombra	180	43 b	27 b	39 b
Sol		79 a	66 a	65 a
33 °C		76 a	60 a	67 a
43 °C		85 a	74 a	73 a
Sombra	270	43 c	27 b	36 b
Sol		79 b	66 a	65 a
33 °C		76 b	60 a	67 a
43 °C		89 a	69 a	75 a

¹Para cada período de avaliação, médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Vigor, pelos testes de condutividade elétrica, emergência em areia e índice de velocidade de emergência, de sementes de pinhão manso submetidas a diferentes condições de secagem e períodos de armazenamento.

Condições de Secagem	Período de Armazenamento (dias)	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)	Emergência em Areia (%)	IVE
Sombra	0	60,34 a	72 b ¹	2,233 c
Sol		51,30 c	98 a	2,670 b
33 °C		55,95 b	99 a	2,03 ab
43 °C		54,37 bc	99 a	3,037 a
Sombra	90	71,80 a	66 b	2,442 b
Sol		63,04 b	97 a	3,594 a
33 °C		65,39 b	97 a	3,646 a
43 °C		64,16 b	97 a	3,631 a
Sombra	180	79,21 a	62 b	2,119 b
Sol		72,01 b	90 a	3,678 a
33 °C		73,60 b	91 a	3,555 a
43 °C		71,68 b	97 a	3,651 a
Sombra	270	98,53 a	63 b	2,108 b
Sol		76,55 b	90 a	2,862 a
33 °C		80,98 b	91 a	2,895 a
43 °C		80,41 b	95 a	2,826 a

¹Para cada período de avaliação, médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

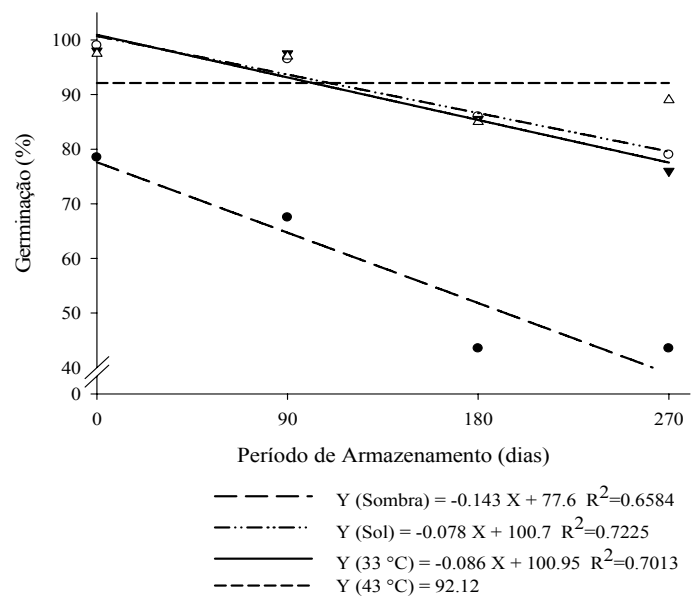


Figura 1. Germinação de sementes de pinhão manso, de acordo com as condições de secagem e os períodos de armazenamento.

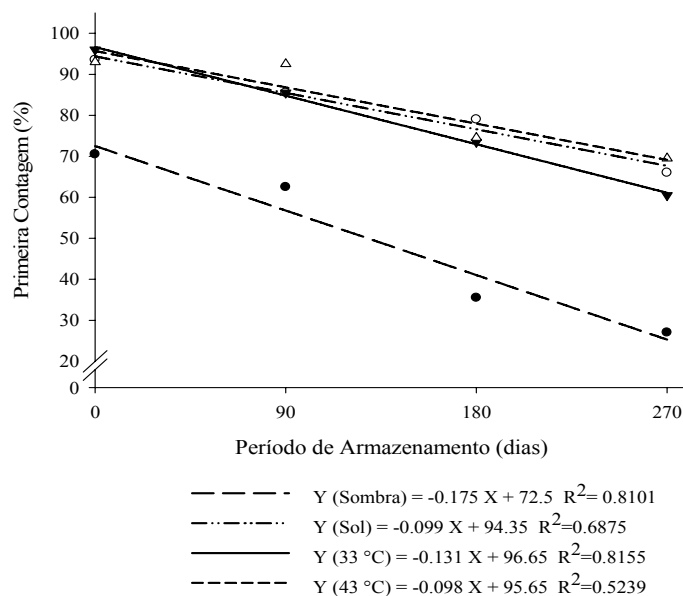


Figura 2. Vigor, pelo teste de primeira contagem de germinação, de sementes de pinhão manso, de acordo com as condições de secagem e os períodos de armazenamento.

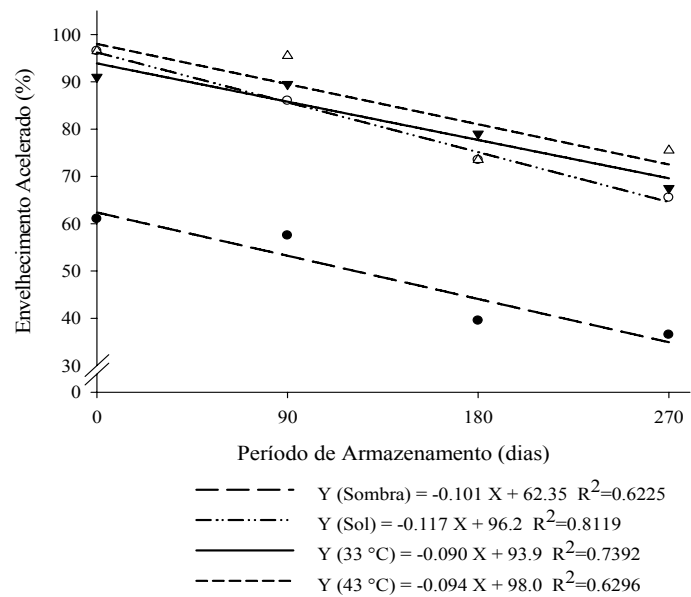


Figura 3. Vigor, pelo teste de envelhecimento acelerado, de sementes de pinhão manso, de acordo com as condições de secagem e os períodos de armazenamento.

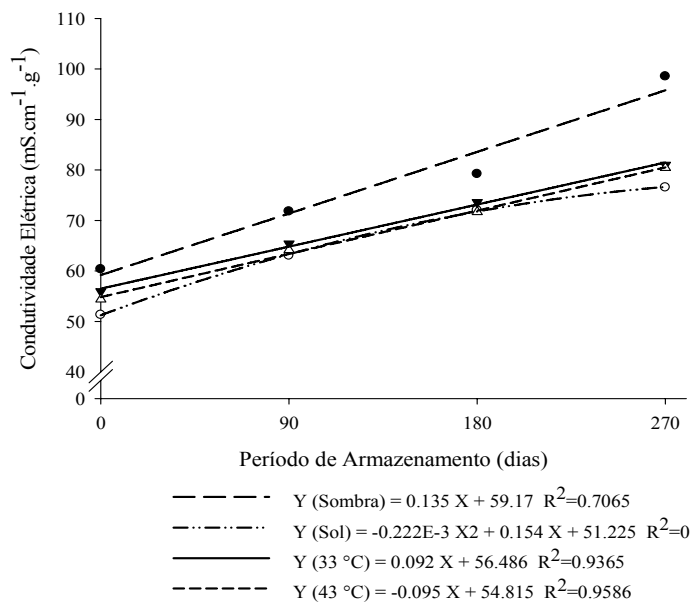


Figura 4. Vigor, pelo teste de condutividade elétrica, de sementes de pinhão manso, de acordo com as condições de secagem e os períodos de armazenamento.

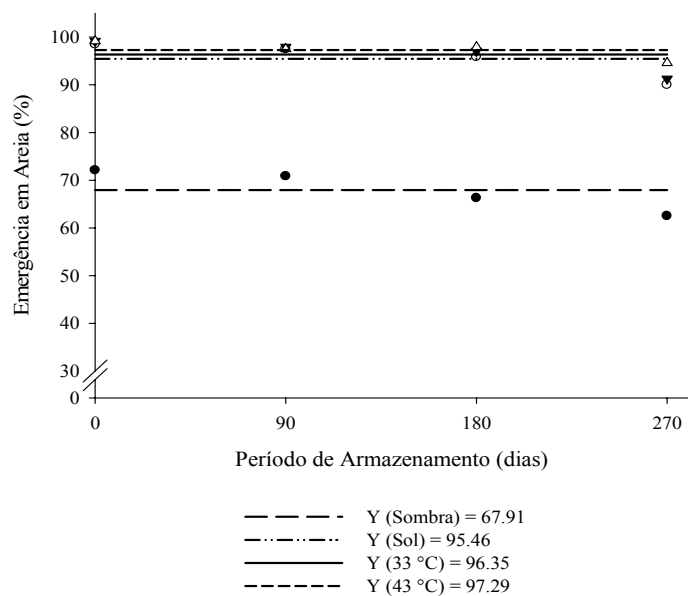


Figura 5. Emergência em areia de sementes de pinhão manso, de acordo com as condições de secagem e os períodos de armazenamento.

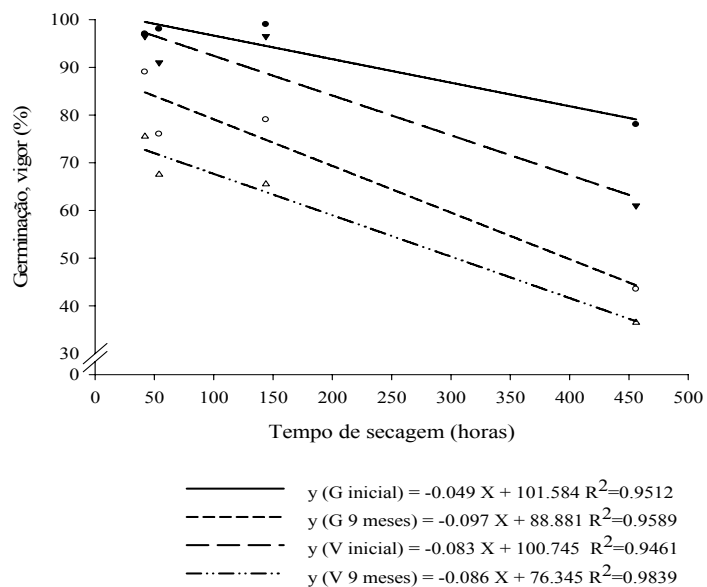


Figura 6. Germinação e vigor (teste de envelhecimento acelerado) de sementes de pinhão manso, em função do tempo gasto na secagem, no início e após nove meses de armazenamento.

II. EFEITO DA MASSA ESPECÍFICA E DO TAMANHO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE PINHÃO MANSO

RESUMO - O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função da massa específica e do tamanho. Sementes de pinhão manso submetidas à separação em separador pneumático, sendo obtidas duas classes de acordo com a massa específica (sementes pesadas e leves). Para separação por tamanho, as sementes (pesadas e leves) foram classificadas em peneiras de crivos oblongos, em grandes, intermediárias, pequenas e ainda as não classificadas, constituindo oito tratamentos: sementes pesadas não classificadas em tamanho, sementes pesadas grandes, sementes pesadas intermediárias, sementes pesadas pequenas, sementes leves não classificadas em tamanho, sementes leves grandes, sementes leves intermediárias e sementes leves pequenas. Utilizou-se o esquema fatorial 2 x 4 (massa específica x tamanho), num delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições. Após a obtenção dos tratamentos as sementes foram armazenadas durante doze e avaliadas quanto à germinação, primeira contagem de germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência. Houve efeito significativo da massa específica na qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso, com as sementes pesadas apresentando qualidade fisiológica superior as mais leves. Concluiu-se que a massa específica de sementes de pinhão manso influenciou a qualidade fisiológica, sendo que as sementes mais pesadas apresentam qualidade fisiológica superior às mais leves. O tamanho das sementes não influenciou na sua qualidade fisiológica.

Termos para indexação: *Jatropha curcas* L., germinação, vigor.

II. EFFECT OF SEED SIZE AND SEED SPECIFIC MASS ON PHYSIOLOGICAL QUALITY OF PHYSIC NUT SEEDS

ABSTRACT - This study aimed to evaluate the effect of specific mass and seed size on germination and vigor of physic nut seeds (*Jatropha curcas* L.). The experiment was conducted with physic nut seeds processed in a pneumatic separator, and obtained two classes as the specific mass (heavy and light seeds). To obtain seed lots with different sizes, heavy and light seeds were screened in oblong sieves for large, intermediate, small and even non-size-classified seeds, providing eight treatments: heavy seeds not classified by size, large heavy seeds, intermediate heavy seeds, small heavy seeds, light seeds not classified by size, large light seeds, intermediate light seeds and small light seeds. The experiment design was a factorial 2 x 4 (specific mass x size) completely randomized with eight biological replications. After those treatments and twelve months of storage we assessed its seed quality with the following seed evaluations: germination on the 5th and 10th days after test settle, electric conductivity, accelerated aging, seedling emergence index and seedling emergence rate. There was significant effect of seed specific mass on physiological quality of physic nut seeds; heavy seeds showed higher quality than the lighter ones. Seed size showed no effect on physiological quality of physic nut seeds. We concluded that the specific mass of physic nut seeds influences on its physiological quality and heavier seeds have higher physiological quality than lighter ones. There was not effect of seed size on physiological quality of physic nut seeds.

Index terms: *Jatropha curcas* L., germination, vigor.

1. INTRODUÇÃO

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é um arbusto possivelmente nativo do Brasil e ocorre espontaneamente desde o Maranhão até o Paraná, mesmo em áreas de solos arenosos e pouco férteis. A planta é resistente à seca e apresenta crescimento mais rápido em regiões de clima quente (Arruda et al., 2004). Para dar suporte técnico ao desenvolvimento da cultura do pinhão-manso, estudos em diferentes áreas devem ser realizados, principalmente, os relacionados com produção, processamento e qualidade de sementes, insumo fundamental para o sucesso de qualquer atividade agrícola. Entre as principais características físicas que influenciam na qualidade fisiológica das sementes, estão a massa específica e o tamanho (largura, espessura e comprimento).

Em estudo realizado por Zuchi et al. (2010), foi observado que o tamanho das sementes de mamona influenciou seu desempenho fisiológico, sendo que nas cultivares IAC 226 e BRS 188 Paraguaçu as sementes menores apresentaram maior velocidade e porcentagem final de germinação, o que não ocorreu para as cultivares IAC 80 e Al Guarany 2002. Siyasubramanian e Ramakrishnam (1974) constataram superioridade das sementes grandes de amendoim em relação às pequenas quanto à germinação e ao vigor. Essas diferenças, segundo os autores, estariam relacionadas com o tamanho dos cotilédones, mais precisamente com seu conteúdo de aminoácidos e proteínas. Outros estudos realizados com diferentes espécies relacionando o tamanho de sementes com a germinação e o vigor mostraram correlação positiva entre estas variáveis. Oliveira e Sader (1984), estudando sementes de caupi, e Aguiar et al. (1996), estudando sementes de pau-brasil, também observaram maiores porcentagens de germinação e vigor para sementes maiores.

Maior tamanho das sementes também têm sido correlacionado com maiores taxas de crescimento inicial de plântulas (Gonzales, 1993; Surlles et al., 1993; Leichman

e Westoby, 1994), aumentando assim a probabilidade de sucesso durante o estabelecimento destas (Gross, 1984), já que o rápido crescimento de raiz e parte aérea possibilita à plântula aproveitar as reservas nutricionais e hídricas do solo e realizar a fotossíntese. Evidências indicam que sementes pequenas de soja apresentam reduzida emergência e originam plantas menores, porém, a superioridade das sementes grandes no rendimento de grãos não foi suficientemente comprovada (Lima e Carmona, 1999).

Estudando o comportamento germinativo de sementes de girassol com diferentes massas específicas, Adamo et al. (1984) não verificaram melhor desempenho das sementes mais pesadas quando comparadas com aquelas mais leves. Bezerra et al. (2004) concluíram que a massa específica da semente influencia a porcentagem e o índice de velocidade de germinação de sementes de moringa (*Moringa oleifera*). Segundo Lollato e Silva (1984) sementes mais pesadas de feijão apresentaram pesos unitário e volumétrico, poder germinativo, vigor, sanidade e pureza física maiores que as sementes mais leves. Em sementes de ervilhaca-comum (*Vicia sativa* L.), Alexandre e Silva (2001) constataram que sementes de maior massa específica possuem qualidade fisiológica superior as de menor peso específico. Resultados semelhantes também foram obtidos por Mertz et al. (2007), que observaram diferença na qualidade fisiológica em sementes de feijão-miúdo quando separadas pela massa específica, sendo de melhor qualidade aquelas de maior massa.

Para sementes de pinhão manso, as informações a respeito da qualidade das sementes em relação ao tamanho e a massa específica são escassas. Segundo Severino et al. (2006), a massa das sementes de pinhão manso influencia na qualidade fisiológica das mesmas, sendo que as mais pesadas possuem maior poder germinativo e geram plantas com emergência e crescimento inicial mais rápidos quando comparadas às

sementes mais leves; não houve informações sobre a influência do tamanho na qualidade fisiológica das sementes.

Com base nestas considerações, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da massa específica e do tamanho de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas L.*) na sua qualidade fisiológica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Viçosa-MG. Foram utilizadas sementes de pinhão manso provenientes de frutos colhidos com a casca amarela, provenientes da fazenda experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG/CTNM), localizada no município de Janúba-MG. Após a colheita, os frutos de pinhão-manso foram secados à sombra e descascados à mão. Em seguida, as sementes foram submetidas a uma secagem final, à sombra, até o teor de água de 10%.

Para classificação em lotes com diferentes massas específicas e tamanhos, as sementes foram submetidas à separação em separador pneumático (massa específica) e em peneiras (tamanho). Assim, primeiramente as sementes foram classificadas quanto a massa específica, sendo obtidas duas classes (sementes pesadas e leves). Posteriormente, as sementes (pesadas e leves) foram classificadas em peneiras de crivos oblongos, em grandes (retidas na peneira 8,5 x 17 mm), intermediárias (retidas na peneira 8 x 15 mm) e pequenas (passaram pela peneira 8 x 15 mm). Portanto, foram formados os seguintes tratamentos: sementes pesadas não classificadas em tamanho ($\pm 0,650$ g); sementes pesadas grandes ($\pm 0,695$ g e espessura $>8,5$ mm); PI - sementes pesadas intermediárias ($\pm 0,641$ g e espessura $<8,5$ mm e >8 mm); PP - sementes pesadas pequenas ($\pm 0,569$ g e espessura <8 mm); LNC - sementes leves não classificadas em tamanho ($\pm 0,457$ g); LG - sementes leves grandes ($\pm 0,522$ g e

espessura >8,5 mm); LI - sementes leves intermediárias ($\pm 0,505$ g e espessura <8,5mm e >8 mm) e LP - sementes leves pequenas ($\pm 0,421$ g e espessura <8 mm). Após separação dos lotes as sementes foram embaladas em embalagem permeável e armazenadas durante doze meses em ambiente sem controle de temperatura e umidade relativa. Inicialmente e após doze meses as sementes foram submetidas às seguintes avaliações:

1. Determinação do teor de água (%): empregou-se o método da estufa, a 105 ± 3 °C, durante 24 horas, com duas repetições, conforme especificações das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009);

2. Teste de germinação: conduzido com oito repetições de 25 sementes, tratadas com o fungicida Captan, sendo utilizados 2,4 g de produto por Kg de semente. Utilizou-se como substrato rolo de papel germitest, umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes seu peso seco, os quais foram colocados em câmara de germinação, à temperatura constante de 30 °C. As avaliações foram realizadas aos cinco e dez dias após a instalação do teste, considerando-se germinadas as sementes com protrusão de radícula igual ou superior a 2,0 cm e que apresentassem pelo menos três raízes secundárias (Martins et al, 2008). Os resultados foram expressos em porcentagem de germinação.

3. Primeira contagem do teste de germinação: realizada conjuntamente com o teste de germinação e consistiu no registro das sementes germinadas no quinto dia após a instalação do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem.

4. Teste de condutividade elétrica: conduzido pelo sistema de massa (Vieira e Krzyzanowski, 1999), com oito repetições de 15 sementes intactas, previamente pesadas em balança de precisão. As sementes foram colocadas em copos plásticos com capacidade de 200 mL, nos quais foram adicionados 75 mL de água destilada. Os copos

contendo as sementes e a água foram colocados em câmara de germinação (tipo BOD) a 25 °C, durante seis horas, sendo então efetuadas as leituras de condutividade elétrica da solução de embebição das sementes, com auxílio de condutivímetro (DIGIMED DM 31). Os resultados foram expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$.

5. Teste de envelhecimento acelerado: conduzido com oito repetições de 25 sementes, adaptando-se a metodologia proposta por Marcos Filho (1999). Foram utilizadas caixas plásticas transparentes com tampa (gerbox) com 11 x 11 x 3 cm, adaptadas como mini-câmaras, dentro das quais foram adicionados 40 mL de água destilada. Acima da água, foi colocada uma tela. Sobre a tela, em cada caixa, foram colocadas 55 sementes e, assim, para cada tratamento foram utilizadas quatro caixas. Em seguida, as caixas plásticas foram colocadas em câmara do tipo BOD, regulada na temperatura de 42 °C, onde permaneceram por 48 horas. Ao final do período de envelhecimento, as sementes foram retiradas das câmaras para a realização dos testes de germinação, conforme metodologia descrita anteriormente.

6. Teste de emergência em areia: conduzido em casa de vegetação, sendo a areia anteriormente lavada e esterilizada em estufa a 200 °C, durante duas horas. As sementes foram semeadas em bandejas plásticas a 3,0 cm de profundidade. A umidade do substrato foi mantida com irrigações diárias. Foram utilizadas oito repetições de 30 sementes por tratamento. A contagem foi realizada diariamente, no mesmo horário, a partir da emergência da primeira plântula e prosseguiu até não se observar mais a emergência das mesmas. No momento da última contagem, foi determinado o percentual de plântulas emergidas. Foi considerado como emergida a plântula que apresentava cotilédone visível. A partir das avaliações diárias, foi determinado o índice de velocidade de emergência, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962).

O delineamento experimental utilizado, isoladamente para cada período de avaliação (zero e doze meses), foi o inteiramente casualizado, num esquema fatorial 2 x 4 (massa específica x tamanho), com oito repetições. Os dados de germinação e vigor de sementes, dentro de cada período de avaliação, foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para análise dos dados foi utilizado o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (Saeg, 2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística dos dados, referentes às avaliações realizadas antes do armazenamento, não mostrou efeito significativo da interação massa específica x tamanho para os valores de germinação, primeira contagem de germinação, emergência em areia e índice de velocidade de emergência. Para as demais características analisadas (condutividade elétrica e envelhecimento acelerado) a interação foi significativa (Tabela 1).

A porcentagem de germinação das sementes antes do armazenamento foi superior nas sementes pesadas quando comparadas às sementes leves. O tamanho das sementes não influenciou significativamente a germinação das sementes (Tabela 1). Quanto ao efeito da massa específica, os resultados estão de acordo com os obtidos por Severino et al. (2006), os quais verificaram que sementes de pinhão manso mais pesadas apresentavam maior porcentagem de germinação quando comparadas com sementes mais leves. O efeito da massa específica na porcentagem de germinação também é citado por Lollato e Silva (1984) e Buitrago et al. (1991), os quais verificaram que sementes de feijão mais pesadas apresentavam maior porcentagem de germinação que as sementes mais leves.

Em relação ao tamanho das sementes, os resultados estão de acordo com aqueles obtidos por Shepetina et al. (1986) em sementes de mamona. Estes autores também não observaram diferença em relação à germinação quando as sementes foram classificadas em diferentes tamanhos. Por outro lado, Zuchi et al. (2010) avaliando o efeito do tamanho na qualidade fisiológica de sementes de diferentes cultivares de mamona, observaram que o efeito do tamanho das sementes é dependente da cultivar, sendo que para as cultivares IAC 226 e BRS 188 Paraguaçu as sementes menores tiveram germinação superior às sementes maiores, ao passo que na cultivar IAC 80, as sementes maiores apresentaram maiores valores de germinação. Para a cultivar AL Guarany 2002, o tamanho não influenciou a germinação das sementes. Ainda, foram semelhantes aos obtidos por Adamo et al. (1984) com sementes de girassol, que não verificaram diferença no desempenho germinativo quando foram utilizadas sementes maiores. Entretanto, estes resultados são contraditórios em relação aos resultados obtidos por Siyasubramanian e Ramakrishnam (1974) trabalhando com sementes de amendoim, aos de Oliveira e Sader (1984) estudando sementes de caupi e aos de Aguiar et al. (1996) estudando sementes de pau-brasil, os quais observaram que maiores porcentagens de germinação e vigor foram obtidas quando se utilizaram sementes maiores.

Quanto aos testes de vigor, observa-se que para os testes de primeira contagem de germinação, emergência em areia e índice de velocidade de emergência, assim como no teste de germinação, as sementes pesadas apresentaram valores superiores as sementes mais leves. Quanto ao efeito do tamanho das sementes no vigor, não foi observado efeito significativo (Tabela 1).

No teste de condutividade elétrica (Tabela 2), podemos observar que entre os quatro níveis de tamanho das sementes, somente para aquelas classificadas como pequenas não houve diferença significativa entre as sementes pesadas e leves. Para as

demais classes (não classificadas em tamanho, grandes e intermediárias), as sementes pesadas apresentaram valores de condutividade elétrica inferior ao observado para as sementes leves, evidenciando assim maior vigor das sementes pesadas. Quanto ao efeito do tamanho nas diferentes classes de massa específica das sementes, nota-se que para as sementes pesadas, diferença significativa nos valores de condutividade elétrica foram observados entre as sementes não classificadas e as pequenas, com estas apresentando menor vigor. Para as sementes leves, não houve diferença significativa entre as sementes com diferentes tamanhos.

Pelo teste de envelhecimento acelerado (Tabela 2), observa-se que dentro dos quatro níveis de tamanho das sementes, as pesadas apresentaram valores superiores aqueles apresentados pelas sementes leves. Quanto ao efeito do tamanho nas diferentes classes de massa específica das sementes, nas sementes pesadas não houve diferença nos valores observados entre as sementes com diferentes tamanhos. Para as leves, as sementes de tamanho intermediário apresentaram vigor maior que as demais, com as não classificadas e as pequenas apresentando valores intermediários e as grandes valores significativamente inferiores as demais. Corroborando com estes resultados, Severino et al. (2006) verificaram que sementes de pinhão manso mais pesadas (0,68 g) apresentavam maior vigor quando comparadas com sementes mais leves (0,40 g). Concluíram que o percentual de emergência aumentou de 10% para 84%, o índice de velocidade de emergência subiu de 0,13 para 1,69 e o peso seco da parte aérea variou de 78 mg para 223,6 mg/planta. O efeito da massa específica na qualidade das sementes também é citado por Lollato e Silva (1984) e Buitrago et al. (1991), os quais verificaram que sementes de feijão mais pesadas apresentavam vigor superior as sementes mais leves. Quanto ao tamanho das sementes, Severino et al. (2004) também não observaram influência do tamanho das sementes de mamona sobre o vigor, quando este foi avaliado

pelo desenvolvimento inicial de plântulas. No entanto, de acordo com Brum et al. (2008) sementes de mamona dos híbridos Sara e Lyra, de maior tamanho e mais pesadas, resultaram em plântulas mais vigorosas aos sete e 14 dias após a emergência.

Nas avaliações realizadas doze meses após o armazenamento, a interação massa específica x tamanho foi significativa para a porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação, emergência em areia e índice de velocidade de emergência. Para os dados de condutividade elétrica e envelhecimento acelerado, não houve efeito da interação (Tabela 3).

A massa específica das sementes influenciou significativamente a germinação sendo que as sementes pesadas apresentaram valores significativamente maiores que as sementes leves, independentemente do tamanho das sementes. Quanto ao tamanho das sementes, este não apresentou efeito nas sementes pesadas. As sementes leves de tamanho intermediário e as não classificadas obtiveram porcentagem de germinação superior as grandes e pequenas (Tabela 4).

Os resultados do teste de primeira contagem de germinação (Tabela 4) mostram que houve efeito da massa específica das sementes para todas as classes de tamanho, sendo que as sementes pesadas apresentaram valores significativamente maiores que as sementes leves. O tamanho das sementes foi significativo somente para as pesadas, com as sementes não classificadas apresentando valor inferior aos demais.

No teste de envelhecimento acelerado (Tabela 3) as sementes pesadas obtiveram desempenho superior as leves. Quanto ao tamanho, as sementes não classificadas apresentaram vigor inferior às demais.

Pelo teste de condutividade elétrica (Tabela 3), resultados semelhantes aqueles observados para o teste de envelhecimento acelerado foram obtidos, com as sementes

pesadas apresentando vigor superior às leves. Porém, para esse teste de vigor não houve efeito do tamanho das sementes.

Os valores referentes ao teste de emergência em areia e IVE (Tabela 4) evidenciam o maior vigor das sementes pesadas, pois, para estes testes, as sementes pesadas foram significativamente superiores as leves, independentemente do tamanho. Quanto ao efeito do tamanho das sementes, não houve efeito deste para as sementes pesadas. Para as sementes leves, em ambos os testes as sementes grandes apresentaram vigor inferior.

Os resultados de germinação e vigor demonstram que, provavelmente, o melhor desempenho das sementes de todos os tratamentos compostos por sementes pesadas, quando comparado com aquele das sementes de todos os tratamentos compostos por sementes leves, esteja relacionado à maior quantidade de reservas acumulada nos tecidos de reserva (endosperma e cotilédones mais desenvolvidos) das sementes pesadas.

Em relação à classificação das sementes por tamanho, comparando-se a qualidade fisiológica das sementes entre os tratamentos compostos por sementes pesadas, em geral não houve diferença entre os tamanhos das sementes, a exceção do teste de condutividade elétrica, no qual as sementes não classificadas por tamanho apresentaram qualidade superior às demais. Quando se compara a germinação e o vigor das sementes entre os tratamentos compostos por sementes leves, praticamente não houve diferença entre os diferentes tamanhos estudados, a exceção do teste de envelhecimento acelerado, no qual as sementes intermediárias apresentaram qualidade superior as demais.

No geral, os resultados demonstram que a massa específica das sementes influencia na sua qualidade fisiológica, sendo as sementes mais pesadas de maior

qualidade, enquanto que o tamanho não apresentou efeito significativo. Provavelmente, o tamanho das sementes não apresentou efeito significativo pelo fato de, mesmo as sementes pequenas pesadas, com massa específica de $\pm 0,569$ g, apresentavam massa específica superior às maiores sementes leves ($\pm 0,522$ g), evidenciando maior acúmulo de reservas nas sementes pesadas. O fato das sementes leves grandes apresentarem massa específica inferior as menores sementes pesadas deve-se a problemas no processo de enchimento das sementes, acarretando em espaços vazios entre o tegumento e o endosperma, resultando em sementes com menor tecido de reserva e, portanto, menos vigorosas. As substâncias acumuladas nestes tecidos de reserva durante a formação e enchimento das sementes são utilizadas pelo eixo embrionário, por ocasião da germinação, como fonte de energia e material metabolizado para se desenvolver e originar uma plântula vigorosa.

4. CONCLUSÕES

A massa específica influenciou na qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso, sendo que as sementes mais pesadas apresentaram qualidade fisiológica superior às mais leves. O tamanho das sementes não influenciou na qualidade fisiológica das mesmas.

5. REFERÊNCIAS

ADAMO, P.E.; SADER, R.; BANZANATTO, D.A. Influência do tamanho na produção e qualidade de sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, v.6, n.3, p.9-14, 1984.

AGUIAR, F.F.A.; KANASHIRO, S.; BARBEDO, C.J.; SEMACO, M. Influência do tamanho sobre a germinação de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (Pau-brasil).

Revista Brasileira de Sementes, v.18, n.2, p.283-285, 1996.

ALBUQUERQUE, M.C.F.; NOGUEIRA, R.L.; CASEIRO, E.M.F.D.; DOMENE, M.P.

Influência do tamanho de sementes de soja na qualidade fisiológica. **Revista Agricultura Tropical**, v.1, n.1, p.30-40, 1995.

ALEXANDRE, A.D.; SILVA, W.R. Mesa gravitacional e qualidade fisiológica e sanitária de sementes de ervilhaca-comum (*Vicia sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.1, p.167-174, 2001.

ARRUDA, F.P.; BELTRÃO, N.E.M.; ANDRADE, A.P.; PEREIRA, W.E.; SEVERINO, L.S. Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curca* L.) como alternativa para o semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.8, n.1, p.789-799, 2004.

BEZERRA, A.M.E.; MOMENTÉ, V.G.; MEDEIROS FILHO, S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleífera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substratos. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, p.295-299, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

BUITRAGO, I.C.; VILLELA, F.A.; TILLMANN, M.A.A.; da SILVA, J.B. Perdas e qualidade de sementes de feijão beneficiadas em máquina de ventiladores e peneiras e mesa de gravidade. **Revista Brasileira de Sementes**, v.13, n.2, p.99-104, 1991.

BRUM, B.; LOPES, S.J.; SILVEIRA, T.R.; TOEBE, M. Relações entre características de sementes e plântulas em dois híbridos de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO

DA MAMONA, 3., 2008, Salvador. Energia e Ricinoquímica **Anais...** Salvador: SEAGRI: Embrapa Algodão, 2008.

GONZALES, J.E. Effect of seed size on germination and seedling vigour of *Virola koschnyi* Warb. **Forest Ecology and Management**, v.57, n.1-4, p.275-281, 1993.

GROSS, K.L. Effects of seed size and growth form on seedling establishment of six monocarpic perennial plants. **Journal of Ecology**, v.72, n.2, p.369-387, 1984.

LEICHMAN, M.R.; WESTOBY, M. The role of large seed size in shaded conditions: experimental evidence. **Functional Ecology**, v.8, p.205-214, 1994.

LIMA, A.M.M.P.; CARMONA, R. Influência do tamanho da semente no desempenho produtivo da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.1, p.157-163, 1999.

LOLLATO, M.A.; SILVA, W.R. Efeitos da utilização de mesa gravitacional na qualidade de sementes de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, n.12, p.1483-1496, 1984.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. Teste de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap.1, p.1-21.

MARTINS, C.C.; MACHADO, G.M.; CAVASINI, R. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de pinhão-mansão. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.3, p.863-868, 2008.

MERTZ, L.M.; HENNING, F.A.; MAIA, M.S.; MENEGHELLO, G.E.; HENRIQUES, A.; MADAIL, R. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-miúdo beneficiadas em mesa gravitacional. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.1-7, 2007.

OLIVEIRA, A.F.F.; SADER, R. Capacidade germinativa e vigor de cultivares de caupi. **Revista Brasileira de Sementes**, v.6, n.3, p.21-29, 1984.

SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SEVERINO, L.S.; LIMA, R.L.S.; BELTRÃO, N.E.M. **Germinação e crescimento inicial de plântulas de pinhão-manso em função do peso da semente**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 4p. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 309).

SEVERINO, L.S.; COELHO, D. K.; CARDOSO, G. D. Caracterização de sementes de mamona em diferentes faixas de peso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais eletrônicos...** Campina Grande: EMBRAPA, 2004. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes> . Acesso em: 25 agosto de 2010.

SHEPETINA, F.A.; SEVAST'YANOVA, L.B. Seed Technology. In: MOSHKIM, V.A. **Castor**. New Delhi: Amerind Publishing, 1986. p.175-178.

SIYASUBRAMANIAM, S.; RAMAKRISKANAN, V. Effect of seed size on seedling vigour in groundnut. **Seed Science and Technology**, v.2, n.3, p.435-441, 1974.

SURLES, S.E.; WHITE, T.L.; HODGE, G.R.; DURYEY, M.L. Relationships among seed weight components, seedling growth traits, and predicted field breeding values in slash pine. **Canadian Journal Forest Research**, v.23, n.8, p.1550-1556, 1993.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.4, p.1-26.

ZUCHI, J.; PANOZZO, L.E.; HEBERLE, E.; DIAS, D.C.F.S. Qualidade fisiológica de sementes de mamona classificadas por tamanho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.177-183, 2010.

Tabela 1. Valores de F e médias de germinação (G), primeira contagem de germinação (PC), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE), emergência em areia (EM), índice de velocidade de emergência (IVE), em função da massa específica (ME) e do tamanho (T) de sementes de pinhão manso, na avaliação realizada antes do armazenamento.

Tratamentos	G (%)	PC (%)	EA (%)	CE ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)	EM (%)	IVE
Pesadas	98 a ¹	95 a	96	122,1	99 a	7,62 a
Leves	72 b	57 b	56	148,5	72 b	4,54 b
Não classificadas	87 a	76 a	75	131,9	80 a	6,40 a
Grandes	85 a	75 a	69	136,5	84 a	6,06 a
Intermediárias	86 a	76 a	83	135,4	90 a	5,86 a
Pequenas	82 a	76 a	77	137,3	86 a	6,00 a
CV (%)	11,257	13,170	10,429	8,776	8,258	15,656
Valores de F						
ME	123,3**	227,9**	394,0**	9,3**	115,5**	83,5**
T	0,89 ^{NS}	0,08 ^{NS}	8,42**	0,32 ^{NS}	2,46 ^{NS}	0,45 ^{NS}
ME x T	1,00 ^{NS}	0,34 ^{NS}	6,17**	0,04*	2,94 ^{NS}	0,11 ^{NS}

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey à 5% de probabilidade; ^{NS} Não significativo pelo teste F; ** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2. Valores médios de condutividade elétrica e de envelhecimento acelerado de sementes de pinhão manso, em função da massa específica e do tamanho, na avaliação realizada antes do armazenamento.

Tamanho/ Massa específica	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)		Envelhecimento acelerado (%)	
	Pesada	Leve	Pesada	Leve
Não classificadas	109,7 bA ¹	154,2 aB	97 aA	53 bB
Grande	121,5 abA	151,5 aB	94 aA	45 cB
Intermediária	123,9 abA	147,0 aB	96 aA	71 aB
Pequena	133,4 aA	141,3 aA	98 aA	57 bB

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Valores de F e médias de germinação (G), primeira contagem de germinação (PC), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE), emergência em areia (EM) e índice de velocidade de emergência (IVE), em função da massa específica (ME) e do tamanho (T) de sementes de pinhão manso, na avaliação realizada doze meses após o armazenamento.

Tratamentos	G (%)	PC (%)	EA (%)	CE ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)	EM (%)	IVE
Pesadas	88	54	81 a	116,5 b	97	2,91
Leves	43	17	46 b	140,0 a	46	1,28
Não classificadas	67	48	58 b	124,5 a	76	2,22
Grandes	60	34	66 a	129,2 a	58	1,69
Intermediárias	68	36	64 a	129,7 a	75	2,19
Pequenas	67	38	67 a	129,8 a	77	2,28
CV (%)	4,676	11,845	11,520	8,901	12,170	11,498
Valores de F						
ME	1588,3**	616,0**	262,0**	34,02**	279,3**	365,8**
T	12,10**	2,33 ^{NS}	3,51*	0,40 ^{NS}	8,12**	9,96**
ME x T	29,64**	3,72*	0,31 ^{NS}	0,73 ^{NS}	10,00**	12,33**

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey à 5% de probabilidade; ^{NS} Não significativo pelo teste F; ** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 4. Valores médios de germinação, primeira contagem de germinação, emergência em areia e índice de velocidade de emergência de sementes de pinhão manso, em função da massa específica e do tamanho, na avaliação realizada doze meses após o armazenamento.

Tamanho/ Massa específica	Germinação (%)		Primeira contagem (%)	
	Pesada	Leve	Pesada	Leve
Não classificadas	87 aA ¹	47 aB	48 bA	18 aB
Grande	90 aA	30 bB	56 aA	13 aB
Intermediária	86 aA	51 aB	54 aA	19 aB
Pequena	89 aA	46 bB	58 aA	19 aB

Tamanho/ Massa específica	Emergência (%)		IVE	
	Pesada	Leve	Pesada	Leve
Não classificadas	98 aA	54 aB	2,91 aA	1,53 aB
Grande	98 aA	19 bB	2,93 aA	0,46 bB
Intermediária	100 aA	51 aB	2,99 aA	1,40 aB
Pequena	94 aA	60 aB	2,82 aA	1,74 aB

¹ Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

III. ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE PINHÃO MANSO EM DIFERENTES EMBALAGENS E AMBIENTES

RESUMO - O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso armazenadas em diferentes temperaturas e embalagens. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG. As sementes, com teor de água de 8,3%, foram acondicionadas em embalagem de pano e plástico e armazenadas por 450 dias em condições de laboratório (sem controle de temperatura; sala refrigerada (18 a 20 °C); câmara fria (10 a 12 °C) e câmara fria (5 a 7 °C). No início do armazenamento e a cada 90 dias, foram determinados o teor de água, a germinação e o vigor das sementes. Redução na qualidade fisiológica das sementes de pinhão manso ocorreu durante o armazenamento, independentemente das condições de temperatura e embalagem. As sementes podem ser armazenadas por 270 dias em ambiente não controlado, em Viçosa-MG, tanto em embalagem de plástico como de pano. A partir dos 270 dias, é recomendada a utilização de ambiente refrigerado, com temperatura $\leq 18-20$ °C, para armazenamento das sementes, independentemente da embalagem utilizada.

Termos para indexação: *Jatropha curcas* L., germinação, deterioração, temperatura.

III. STORAGE OF PHISIC NUT SEEDS IN DIFFERENT PACKAGINGS AND ENVIRONMENTS

ABSTRACT - The study aimed to evaluate the physiological quality of seeds of physic nut stored at different temperatures and packaging. The experiment was conducted at the Federal University of Viçosa-MG. The seeds, with water content of 8,3%, were packed in cloth and plastic and stored for 450 days under laboratory conditions (no temperature control) air-conditioned room (18 to 20 °C), refrigerated chamber (10 to 12 °C) and refrigerated chamber (5-7 °C). At the beginning of storage and every 90 days, we determined the water content, germination and vigor of seeds. Reduction in the physiological quality of seeds of physic nut occurred during storage, regardless of the temperature and packaging. The seeds can be stored for 270 days at room without controlled temperature and relative humidity, in Viçosa-MG, both in plastic packaging such as cloth. From 270 days, it is recommended to use refrigerated environment, with temperatures $\leq 18-20$ °C for seed storage, regardless of packaging used.

Index terms: *Jatropha curcas* L., germination, deterioration, temperature.

1. INTRODUÇÃO

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é um arbusto da família Euphorbiaceae que pode apresentar de até 5 m de altura, perene, semidecídua, monóica e que produz látex em abundancia. Seu fruto é uma cápsula que contém três sementes escuras, lisas, dentro das quais se encontra a amêndoa branca, tenra e rica em óleo (Luo et al., 2007; Sirisomboon et al., 2007). Devido ao alto teor de óleo encontrado em suas sementes (até 39,8%), destaca-se como uma planta com grande potencial para a produção de biodiesel (Shao-Chun et al., 2007).

Segundo a seqüência do processo de deterioração de sementes proposta por Delouche e Baskin (1973), o decréscimo do potencial de armazenamento é a próxima manifestação fisiológica da deterioração, após a redução da velocidade de germinação. Assim, o armazenamento de sementes assume papel importante no processo produtivo e, quando bem conduzido, minimiza o processo deteriorativo e o descarte de lotes. Para sementes oleaginosas, a condução adequada desta etapa é ainda mais importante (Braccini et al., 2001), porque são mais propensas à deterioração do que as amiláceas, devido à menor estabilidade química dos lipídios em relação ao amido (Carvalho e Nakagawa, 2000; Braccini et al., 2001; Marcos Filho, 2005).

Sabe-se que as condições ambientais de armazenamento são os fatores mais importantes para a conservação da viabilidade das sementes, especificamente a temperatura e o teor de água. Para sementes ortodoxas, as melhores condições para a manutenção da qualidade são a baixa umidade relativa do ar e a baixa temperatura, por reduzirem a atividade metabólica do embrião e, conseqüentemente, a deterioração (Carvalho e Nakagawa, 2000; Marcos Filho, 2005). A conservação da qualidade fisiológica das sementes está também relacionada ao tipo de embalagem utilizada, conforme a maior ou menor facilidade que apresentam para as trocas de vapor d'água entre as sementes e a atmosfera do ambiente em que estão armazenadas (Marcos Filho, 2005).

Ratree (2004) relata que a porcentagem de germinação de sementes de pinhão manso diminuiu lentamente durante o armazenamento à temperatura ambiente. Guzman e Aquino (2009) afirmam que o potencial germinativo das sementes de pinhão manso não é afetado pela temperatura de armazenamento, mas sim pelo teor de água contido na semente, com as sementes apresentando, após um ano, pequena queda na porcentagem de germinação quando armazenadas com teor de água na faixa de 4 a 5% e mantidas em

embalagem impermeável. Por outro lado, Heller (1996) verificou germinação de 62% em sementes armazenadas por cinco meses em temperatura ambiente, 47% por sete meses a 16 °C, e abaixo de 50% após quinze meses para sementes submetidas a condições extremas de mudanças de temperatura e umidade relativa do ar. Worang et al. (2008) citam que, durante o armazenamento de sementes de pinhão manso em embalagens plásticas em armazém, ocorre decréscimo no conteúdo de lipídeos, na viabilidade e no vigor das sementes e acréscimo no conteúdo de ácidos graxos livres e na atividade da enzima lípase. Concluíram que, sob condições não controladas de temperatura e umidade e com uso de embalagem plástica, as sementes de pinhão manso podem ser armazenadas por um mês, quando o objetivo é o plantio e por cinco meses para a extração do óleo.

Devido à escassez de informações encontradas na literatura e a necessidade de informações mais consistentes sobre as condições adequadas de armazenamento de sementes de pinhão manso, objetivou-se no presente trabalho avaliar a qualidade fisiológica de sementes de pinhão-manso armazenadas em diferentes temperaturas e embalagens.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. Foram utilizadas sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) provenientes da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), coletadas no município de Janaúba-MG. As sementes foram provenientes de frutos maduros (casca amarela), manualmente colhidos e debulhados, sendo as sementes posteriormente secadas à sombra. Após a secagem, as sementes foram colocadas em sacos de polietileno trançado e transportado para Viçosa-MG. Após o

recebimento as sementes foram beneficiadas em separador pneumático, para eliminação de sementes chochas e demais impurezas.

As sementes, com 8,3% de teor de água, foram acondicionadas em embalagens de pano e plástico (garrafa pet), sendo armazenadas por 15 meses em quatro condições: laboratório (sem controle de temperatura e umidade relativa); sala refrigerada (18 a 20 °C, 55 a 60% de umidade relativa); câmara fria (10 a 12 °C, 55 a 60% de umidade relativa) e câmara fria (5 a 7 °C, 60 a 65% de umidade relativa). No início do armazenamento e a cada 90 dias, foram determinados o teor de água, a germinação e o vigor (primeira contagem de germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado e emergência em areia) das sementes.

O teor de água foi determinado pelo método de estufa a 105 ± 3 °C durante 24 horas, conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), utilizando-se três subamostras de 15 sementes por tratamento.

O teste de germinação foi conduzido com oito repetições de 25 sementes, tratadas com o fungicida Captan, sendo utilizados 2,4 g de produto por Kg de semente. Utilizou-se como substrato rolo de papel germitest, umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes seu peso seco, os quais foram colocados em câmara de germinação, à temperatura constante de 30 °C. As avaliações foram realizadas aos cinco e dez dias após a instalação do teste, considerando-se germinadas as sementes com protrusão de raiz primária igual ou superior a 2,0 cm e que apresentassem pelo menos três raízes secundárias (Martins et al, 2008). Os resultados foram expressos em porcentagem de germinação.

A primeira contagem do teste de germinação foi realizada conjuntamente com o teste de germinação e consistiu no registro das sementes germinadas no quinto dia após a instalação do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem.

O teste de condutividade elétrica da solução de embebição das sementes foi conduzido pelo sistema de massa (Vieira e Krzyzanowski, 1999), com oito repetições de 15 sementes intactas, previamente pesadas em balança de precisão. As sementes foram colocadas em copos plásticos com capacidade para 200 mL, nos quais foram adicionados 75 mL de água destilada. Os copos contendo as sementes e a água foram colocados em câmara de germinação (tipo BOD) a 25 °C, durante seis horas, sendo então efetuadas as leituras de condutividade elétrica da solução de embebição das sementes, com auxílio de condutivímetro (DIGIMED DM 31). Os resultados foram expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$.

O teste de envelhecimento acelerado foi conduzido com oito repetições de 25 sementes, adaptando-se a metodologia proposta por Marcos Filho (1999). Foram utilizadas caixas plásticas transparentes com tampa (gerbox) com 11 x 11 x 3 cm, adaptadas como mini-câmaras, dentro das quais foram adicionados 40 mL de água destilada. Acima da água, foi colocada uma tela. Sobre a tela, em cada caixa, foram colocadas 55 sementes e, assim, para cada tratamento foram utilizadas quatro caixas. Em seguida, as caixas plásticas foram colocadas em câmara do tipo BOD, regulada na temperatura de 42 °C, onde permaneceram por 48 horas. Ao final do período de envelhecimento, as caixas plásticas foram retiradas das câmaras para a realização dos testes de germinação, sendo os testes realizados conforme metodologia descrita anteriormente.

O teste de emergência em areia foi conduzido em casa de vegetação, sendo a areia anteriormente lavada e esterilizada em estufa a 200 °C, durante duas horas. As sementes foram semeadas em bandejas plásticas a 3,0 cm de profundidade. A umidade do substrato foi mantida com irrigações diárias. Foram utilizadas oito repetições de 30 sementes por tratamento. A contagem foi realizada diariamente, no mesmo horário, a

partir da emergência da primeira plântula e prosseguiu até não se observar mais a emergência das mesmas. No momento da última contagem, foi determinada a porcentagem de plântulas emergidas. Foi considerado como emergida a plântula que apresentava cotilédone sobre o solo.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, no esquema fatorial 2 x 4 x 6 (duas embalagens x quatro ambientes x seis períodos de armazenamento), com oito repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Para analisar a qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento, foi realizada análise de regressão polinomial, sendo escolhido o modelo que apresentasse maior significância. Para avaliar o efeito das condições climáticas de armazenamento e das embalagens, as médias, dentro de cada período de armazenamento, foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para análise dos dados foi utilizado o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (Saeg, 2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na caracterização inicial do lote, observou-se porcentagem de germinação de 98%. Para os testes de vigor, foram observados os valores de 95% para o teste de primeira contagem, 96% para o teste de envelhecimento acelerado, $109,79 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ para o teste de condutividade elétrica e 100% para o teste de emergência em areia.

Para todas as condições de embalagem e temperatura de armazenamento, o teor de água inicial das sementes era 8,3%. Para as sementes mantidas em ambiente de laboratório, teor de água mais elevado ocorreu aos 180 e aos 450 dias de armazenamento, quando estas foram mantidas em embalagem de pano, apresentando, em ambas as avaliações, teor de água de 9,0% (Tabela 1). Esse resultado pode ser

explicado pela maior umidade relativa do ar ambiente apresentada nesse período, sendo observados valores acima de 85% em ambos os casos (Figura 1). Assim, as sementes absorveram água, elevando o seu teor de água em relação àquele observado no início do armazenamento. Para as sementes mantidas em condição controlada, nota-se que na temperatura de 5-7 °C o teor de água médio das sementes foi um pouco superior ($\pm 8,3\%$), quando mantidas em embalagem de pano, devido à maior umidade relativa na câmara, que era de 60 a 65%. Ainda, devido a esse fator, esse foi o único ambiente em que as sementes mantidas em embalagem de pano apresentaram teor de água médio superior às mantidas em embalagem plástica ($\pm 8,1\%$).

Em relação às embalagens, verifica-se que para todas as condições de armazenamento, não houve grande diferença no teor de água entre as sementes mantidas em embalagem de pano e de plástico. Esse fato evidencia que a embalagem plástica utilizada, no caso a garrafa pet, não foi totalmente impermeável à troca de vapor d'água, já que a variação no teor de água das sementes foi semelhante nas duas embalagens. Outro fator relevante é que independentemente da embalagem e das condições de armazenamento, o teor de água das sementes não variou muito em relação ao valor inicial, sendo que o maior teor de água foi observado nas sementes mantidas em ambiente de laboratório com embalagem de pano (9,04%) e menor para aquelas mantidas em câmara fria a 18-20 °C, também em embalagem de pano (6,70%).

No ambiente de laboratório (Figura 2A), a porcentagem de germinação das sementes mantidas em embalagem de plástico decresceu linearmente com o aumento do período de armazenamento, enquanto que nas sementes mantidas na embalagem de pano esse decréscimo seguiu comportamento quadrático. Analisando o efeito da embalagem, observa-se que a partir dos 270 dias a queda na porcentagem de germinação das sementes mantidas em embalagem de pano foi mais drástica do que a

observada em embalagem de plástico. Para as sementes mantidas em sala refrigerada a 18-20 °C e 55-60% de U.R. (Figura 2B), o comportamento foi semelhante ao observado no ambiente de laboratório, com as sementes mantidas em embalagem de pano apresentando decréscimo linear e as mantidas em embalagem plástica também apresentando decréscimo, porém seguindo comportamento quadrático. Para essa condição, não foi observada diferença significativa entre as embalagens durante todo o período de armazenamento. Nas condições de câmara fria, tanto a 10-12 °C e 55-60% de U.R. como a 5-7 °C e 60-65% de U.R. (Figuras 2C e 2D), para os dois tipos de embalagens foi observado decréscimo linear da porcentagem de germinação durante o período de armazenamento. Nas condições de câmara fria, não foi observada diferença significativa em relação às embalagens durante todo o período de armazenamento.

Quando comparamos a porcentagem de germinação das sementes nas diferentes condições de armazenamento, verificou-se que a partir dos 270 dias as sementes mantidas em embalagem de pano em ambiente de laboratório apresentaram germinação inferior àquelas armazenadas nas demais condições.

Em uma análise geral dos resultados, pode-se afirmar que houve decréscimo no poder germinativo das sementes, com aumento no período de armazenamento, independentemente das condições de ambiente e embalagem. Porém, para as sementes mantidas em temperatura mais baixa (sala refrigerada a 18-20 °C ou câmara fria a 5-7 ou 10-12 °C), as sementes mantiveram poder germinativo maior ou igual a 85% até os 450 dias de armazenamento. Para as sementes mantidas em ambiente de laboratório, o poder germinativo manteve-se com valores superiores a 85% até os 360 dias. Somente aos 450 dias, houve decréscimo acentuado da germinação das sementes, com 61% para as sementes mantidas em embalagem de pano e 79% para aquelas mantidas em embalagem de plástico. Resultados semelhantes foram observados por Guzman e

Aquino (2009), que observaram decréscimo na porcentagem de germinação em sementes de pinhão-manso armazenadas em ambiente de laboratório (temperatura e umidade relativa não citadas). Esses autores verificaram decréscimo acentuado na germinação das sementes a partir dos cinco meses, atingindo valores inferiores a 50% após o sétimo mês. Worang et al. (2008) observaram decréscimo na porcentagem de germinação de sementes de pinhão-manso durante o armazenamento, quando estas foram acondicionadas em embalagem de plástico e mantidas em condições não controladas de temperatura e umidade relativa. A porcentagem de germinação após um mês de armazenamento (74,67%) foi considerada baixa e significativamente inferior àquela obtida no início do armazenamento (89,33%). Após seis meses de armazenadas, o potencial germinativo das sementes sofreu decréscimo ainda mais acentuado, atingindo 53,33%. Assim, concluíram que as sementes de pinhão-manso podem ser armazenadas em ambiente sem controle de temperatura e umidade relativa por um mês, quando o objetivo é o plantio, período bem inferior ao verificado no presente trabalho, no qual as sementes, quando mantidas em ambiente sem controle de temperatura e umidade relativa, independentemente da embalagem utilizada, mantiveram porcentagem de germinação acima de 80% até 360 dias (12 meses) após o armazenamento.

Considerando que os teores de água não atingiram limites prejudiciais à qualidade fisiológica das sementes (até 9% para sementes oleaginosas, de acordo com Harrington (1973)), a queda na sua qualidade, quando mantidas em ambiente de laboratório, está relacionada às temperaturas registradas no ambiente de laboratório, que variaram de 12 a 32 °C (Figura 1). Essa situação causa aumento da atividade respiratória das sementes e a conseqüente redução da qualidade fisiológica das mesmas (Marcos Filho, 2005).

No teste de primeira contagem de germinação, verificou-se, nas sementes armazenadas em ambiente de laboratório (Figura 3A), nos dois tipos de embalagens, decréscimo linear do vigor das sementes durante o período de armazenamento. Nessa condição, diferença significativa entre as embalagens foi observada somente aos 450 dias, sendo maior vigor observado nas sementes mantidas em embalagem de plástico. Nas sementes mantidas em sala refrigerada a 18-20 °C e 55-60% de U.R. (Figura 3B) houve decréscimo linear do vigor das sementes quando mantidas em embalagem plástica. Para aquelas mantidas em embalagem de pano, foi observado decréscimo ao final do período de armazenamento, porém este seguiu comportamento quadrático. Nesta condição, não houve diferença significativa entre as embalagens durante todo o período de armazenamento. Para as sementes armazenadas em câmara fria a 10-12 °C e 55-60% de U.R., em ambas as embalagens foi observado decréscimo durante o período de armazenamento, com comportamento quadrático (Figura 3C). Para esta condição, não foi observada diferença significativa entre as embalagens durante todo o período de armazenamento. Nas sementes mantidas em câmara fria a 5-7 °C e 60-65% de U.R, em ambas as embalagens foi observado decréscimo linear do vigor das sementes durante o período de armazenamento (Figura 3D). Assim como nas condições de 10-12 °C e 55-60% de U.R. e 18-20 °C e 55-60% de U.R., nesta condição não foi observada diferença significativa entre as embalagens durante todo o período de armazenamento.

Analisando o vigor das sementes pelo teste de primeira contagem de germinação (Figura 3) em relação às diferentes condições de armazenamento, nota-se que, até os 180 dias, não houve diferença entre os tratamentos. A partir de 270 dias as sementes mantidas em ambiente de laboratório apresentaram vigor significativamente menor que aquelas mantidas nas demais condições.

Quanto ao vigor pelo teste de condutividade elétrica (Figuras 4A, 4B, 4C e 4D), não houve efeito dos tratamentos nos valores de condutividade elétrica da solução de embebição das sementes, com exceção dos valores observados para as sementes mantidas em embalagem de plástico e ambiente de laboratório, que apresentaram acréscimo linear dos valores de condutividade elétrica com o aumento do período de armazenamento. A análise desses resultados indica que o teste de condutividade elétrica não foi sensível para detectar variações no vigor das sementes de pinhão-manso. Os resultados desse teste podem ser afetados por fatores como características da semente, qualidade e volume de água, temperatura e duração do período de embebição e número de sementes testadas (Vieira e Krzyzanowski, 1999; Marchi e Cicero, 2002). Vale ressaltar que para esta espécie ainda não se encontra padronizada metodologia para o teste de condutividade elétrica.

Pelo teste de envelhecimento acelerado, verificou-se decréscimo ao longo do armazenamento no vigor das sementes em todas as condições de ambiente e embalagem (Figura 5). Para as sementes mantidas em ambiente de laboratório, em sala refrigerada a 18-20 °C e 55-60% de U.R. e em câmara fria a 10-12 °C e 55-60% de U.R., tanto em embalagem de plástico como de pano, a queda no vigor apresentou comportamento quadrático durante o período de armazenamento (Figuras 5A, 5B e 5C). Ainda, para as três temperaturas anteriormente citadas, não houve diferença significativa entre as embalagens utilizadas durante todo período de armazenamento. Quando as sementes foram mantidas em câmara fria a 5-7 °C e 60-65% de U.R, para a embalagem de plástico, observou-se queda linear do vigor, enquanto que para a embalagem de pano o comportamento foi quadrático (Figura 5D). Para esta condição de armazenamento, assim como nas demais, não foi observada diferença significativa entre as embalagens. Analisando as diferentes condições de armazenamento, verificou-se que até 360 dias de

armazenamento não há diferença significativa no vigor das sementes. Somente aos 450 dias, as sementes mantidas em ambiente de laboratório apresentaram média inferior àquelas mantidas em câmara fria a 5-7 °C e 60-65% de U.R.

A Figura 6 mostra os valores de porcentagem de emergência em areia obtidos durante o armazenamento de sementes de pinhão-manso. Para as sementes mantidas em ambiente de laboratório (Figura 6A), a queda da porcentagem de emergência apresentou comportamento quadrático, independentemente da embalagem. Para esta temperatura, não houve diferença significativa entre as embalagens durante todo período de armazenamento. Nas sementes mantidas em sala refrigerada a 18-20 °C e 55-60% de U.R., em câmara fria a 10-12 °C e 55-60% de U.R. e a 5-7 °C e 60-65% de U.R. houve decréscimo linear da porcentagem de emergência em areia, independentemente da embalagem (Figuras 6B, 6C e 6D). Para estas condições, não houve diferença significativa entre as embalagens durante todo o período de armazenamento.

Analisando-se o efeito do ambiente de armazenamento na porcentagem de emergência das sementes, até os 360 dias não houve diferença significativa. Aos 450 dias, as sementes mantidas em câmara fria a 5-7 °C e 60-65% de U.R. apresentaram média superior àquelas mantidas nos demais ambientes, com as sementes mantidas em ambiente de laboratório apresentando porcentagem de emergência inferior as demais.

Quanto ao vigor, os resultados evidenciaram decréscimo em todos os testes estudados, com exceção do teste de condutividade elétrica. Pelos testes de primeira contagem de germinação e emergência em areia, as sementes mantidas em ambiente de laboratório, independentemente da embalagem, apresentaram vigor inferior àquelas mantidas em sala refrigerada ou câmara fria, a partir dos 270 dias. Pelo teste de envelhecimento acelerado, essa diferença só foi observada a partir dos 360 dias.

Para sementes oleaginosas de outras espécies, decréscimo na qualidade fisiológica durante o armazenamento também foi relatado por Medeiros Filho et al. (1996), Macedo et al. (1998) e Freitas et al. (2009) em sementes de algodão, Azeredo et al. (2005) em sementes de amendoim, Fanan et al. (2009) em sementes de mamona e Padilha et al. (1998a), Padilha et al. (1998b), Júnior et al. (2000), Martins Filho et al. (2001) em sementes de soja.

4. CONCLUSÕES

Redução na qualidade fisiológica das sementes de pinhão-manso ocorreu durante o armazenamento, independentemente das condições de temperatura e embalagem.

As sementes podem ser armazenadas por 270 dias em ambiente não controlado, em Viçosa-MG, tanto em embalagem de plástico como de pano.

A partir dos 270 dias, é recomendada a utilização de ambiente refrigerado, com temperatura $\leq 18-20$ °C, para armazenamento das sementes, independentemente da embalagem utilizada.

5. REFERÊNCIAS

- AZEREDO, G.A.; BRUNO, R.L.A.; LOPES, K.P.; SILVA, A.; DINIZ, E.; LIMA, A.A. Conservação de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) em função do beneficiamento, embalagem e ambiente de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.1, p.37-44, 2005.
- BRACCINI, A.L.; BRACCINI, M.C.L.; SCAPIM, C.A. Mecanismos de deterioração das sementes: Aspectos bioquímicos e fisiológicos. **Informativo ABRATES**, v.11, n.1, p.10-15, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

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

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, v.1, n.2, p.427-452, 1973.

FANAN, S.; MEDINA, P.F.; CAMARGO, M.B.P.; RAMOS, N.P. Influência da colheita e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.150-159, 2009.

FREITAS, R.A.; DIAS, D.C.F.S.; OLIVEIRA, M.G.A.; DIAS, L.A.S.; HILST, P.C. Physiological and biochemical changes in cotton seeds during storage. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.34, n.1, p.64-69, 2009.

GUZMAN, L.E.P.; AQUINO, A.L. Seed characteristics and storage behavior of physic nut (*Jatropha curcas* L.). **Philippine Journal of Crop Science**, v.34, n.1, p.13-21, 2009.

HARRINGTON, J. Packaging seed for storage and shipment. **Seed Science and Technology**, v.1, n.3, p.701-709, 1973.

HELLER, J. **Physic Nut (*Jatropha curcas* L.): Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 1**. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research. Rome: International Plant Genetic Research Institute. 1996. 66p.

JÚNIOR, P.C.A; CORRÊA, P.C.; FARONI, L.R.D. Efeito das condições e período de armazenagem sobre a viabilidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Oleaginosa e Fibrosas**, v.4, n.1, p.1-7, 2000.

LUO, C.W.; LI, R.; CHEN, Y.; SUN, Y.Y. Floral display and breeding system of *Jatropha curcas* L. **Forestry Studies in China**, v.9, n.2, p.114-119, 2007.

MACEDO, E.C.; GROTH, D.; SOAVE, J. Influência da embalagem e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.2, p.454-461, 1998.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARCOS FILHO, J. Teste de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap.1, p.1-21.

MARCHI, J.L.; CÍCERO, S.M. Procedimentos para a condução do teste de condutividade elétrica em sementes. **Informativo ABRATES**, v.12, n.1,2,3, p.20-27, 2002.

MARTINS, C.C.; MACHADO, G.M.; CAVASINI, R. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de pinhão-mansão. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.3, p.863-868, 2008.

MARTINS-FILHO, S.; LOPES, J.C.; RANGEL, O.J.P.; TAGLIAFERRE, C. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja armazenadas em condições de ambiente natural em Alegre-ES. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.2, p.201-208, 2001.

MEDEIROS-FILHO, S.; FRAGA, A.C.; QUEIROGA, V.P.; SOUSA, L.C.F. Efeito do armazenamento sobre a qualidade fisiológica de sementes deslintadas de algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, v.20, n.3, p.284-292, 1996.

PADILHA, L.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; ROCHA, V.S.; ARAÚJO, E.F. Efeito de embalagens no vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) armazenadas

com diferentes graus de umidade inicial. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.1, p.120-125, 1998a.

PADILHA, L.; REIS, M.S.; ARAÚJO, E.F.; SEDIYAMA, C.S.; ROCHA, V.S. Efeito de embalagens na viabilidade de sementes de soja armazenadas com diferentes graus de umidade inicial. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.2, p.39-43, 1998b.

RATREE, S. A preliminary study on physic nut (*Jatropha curcas* L.) in Thailand. **Journal of Biological Sciences**, v.7, n.9, p.1620-1623, 2004.

SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SHAO-CHUN, M.; ZHU-YING, L.; CONG, L. Application of biodiesel produced from *Jatropha curcas* L. seed oil. **Zhongguo Youzhi / China Oils and Fats**, v.32, n.7, p.40-42, 2007.

SIRISOMBOON, P.; KITCHAIYA, P.; PHOLPHO, T.; MAHUTTANYAVANITCH, W. Physical and mechanical properties of *Jatropha curcas* L. fruits, nuts and kernels. **Biosystems and Engineering**, v.97, p.201-207, 2007.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.4, p.1-26.

WORANG, R.L.; DHARMAPUTRA, O.S.; MIFTAHUDIN, R.S. The quality of physic nut (*Jatropha curcas* L.) seeds packed in plastic material during storage. **Biotropia**, v.15, n.1, p. 25-36, 2008.

Tabela 1. Teor de água de sementes de pinhão manso durante o armazenamento em diferentes condições de temperatura e embalagem.

Período de Armazenamento (dias)	Laboratório (Temperatura não controlada)		Sala refrigerada (18 a 20 °C)		Câmara fria (10 a 12 °C)		Câmara fria (5 a 7 °C)	
	Pano	Plástico	Pano	Plástico	Pano	Plástico	Pano	Plástico
	0	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3
90	8,3	8,1	7,5	8,4	8,2	8,4	8,6	8,4
180	9,0	8,9	6,7	7,5	7,6	7,9	8,4	7,8
270	7,9	7,8	7,0	7,8	7,7	8,0	8,3	8,0
360	7,6	8,5	6,9	7,6	7,6	7,7	8,2	7,9
450	9,0	8,3	7,0	7,6	7,5	7,9	8,2	8,0

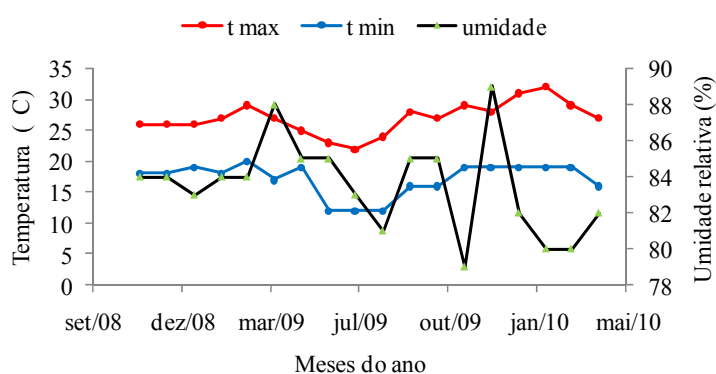


Figura 1. Médias mensais das temperaturas máximas (tmax) e mínimas (tmin) e da umidade relativa do ar em ambiente de laboratório, de novembro de 2008 (início de experimento) a abril de 2010 (fim do experimento).

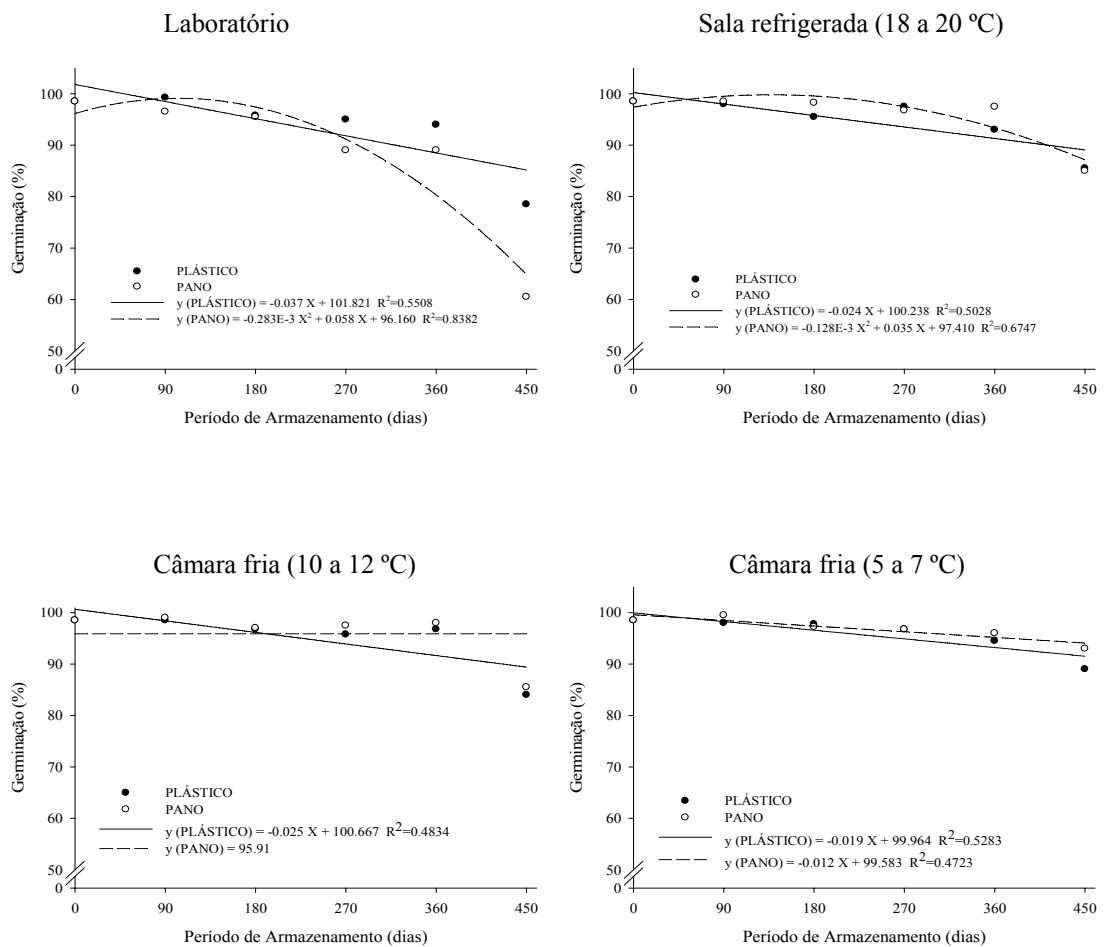


Figura 2. Germinação de sementes de pinhão manso, mantidas em diferentes tipos de embalagem, durante o armazenamento.

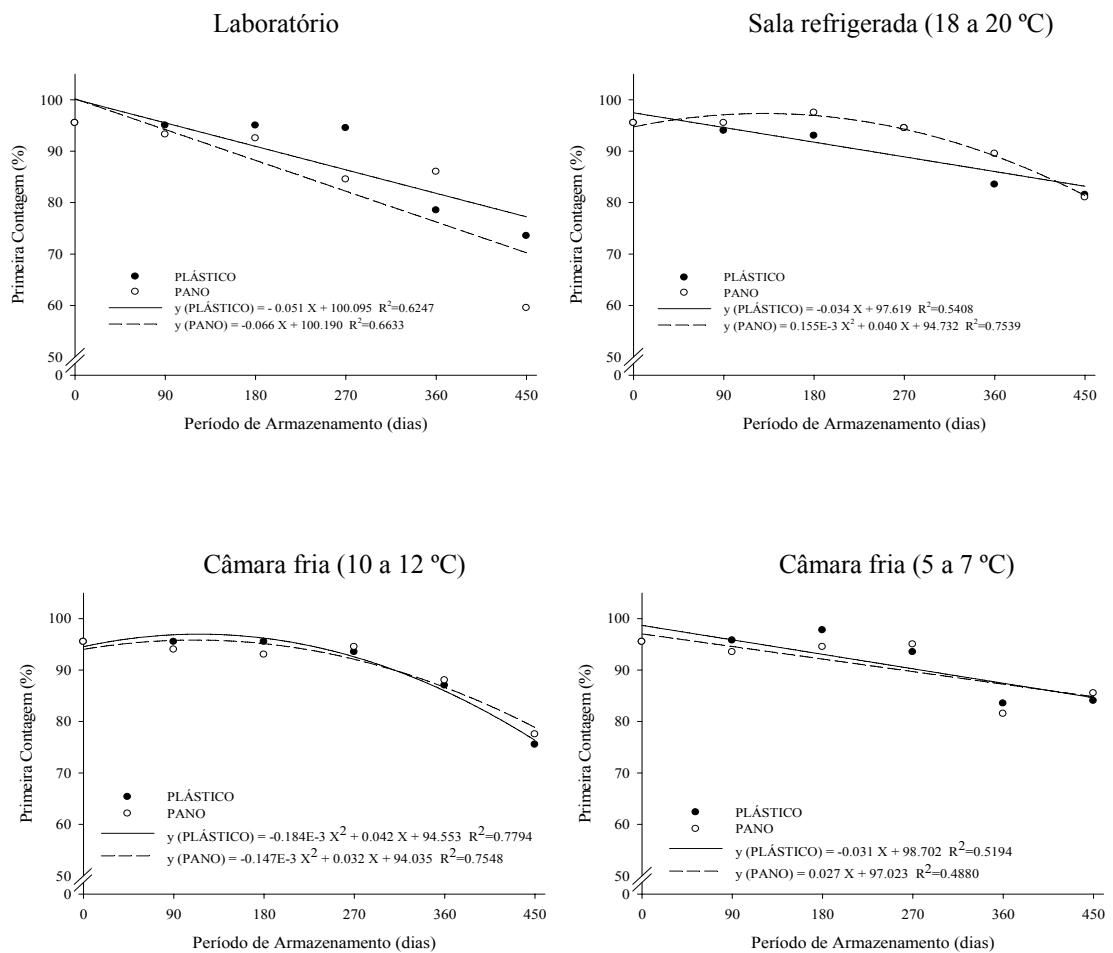


Figura 3. Vigor, pelo teste de primeira contagem de germinação, de sementes pinhão manso, mantidas em diferentes tipos de embalagem, durante o armazenamento.

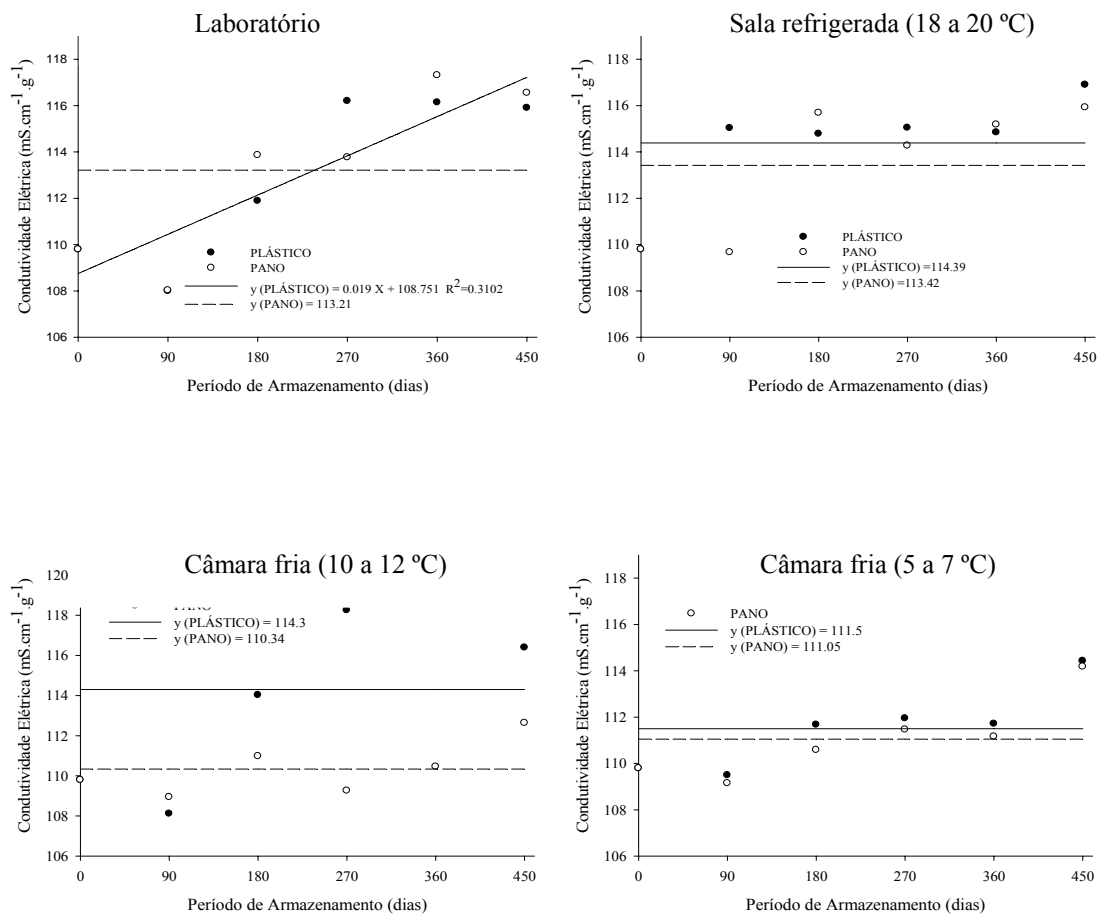


Figura 4. Vigor, pelo teste de condutividade elétrica, de sementes de pinhão manso, mantidas em diferentes tipos de embalagem, durante o armazenamento.

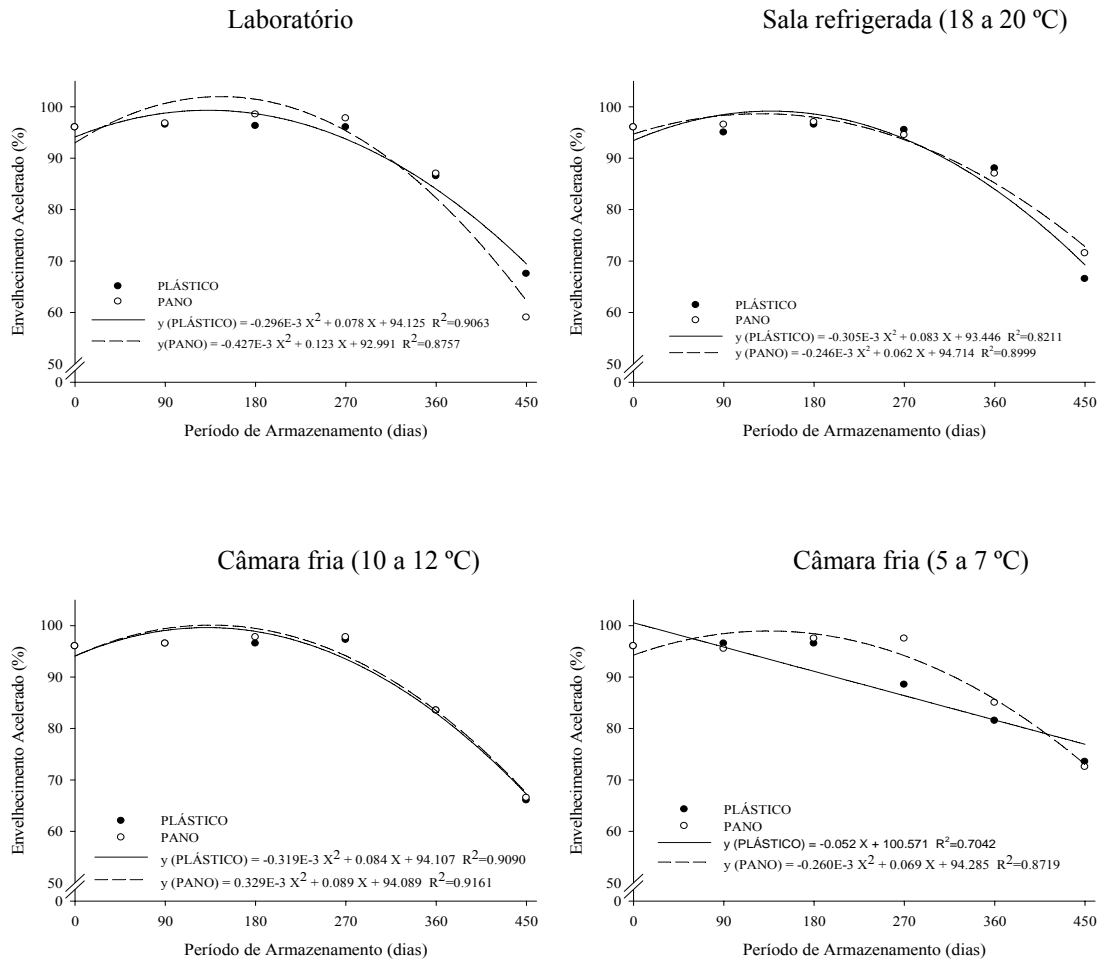


Figura 5. Vigor, pelo teste de envelhecimento acelerado, de sementes de pinhão manso, mantidas em diferentes tipos de embalagem, durante o armazenamento.

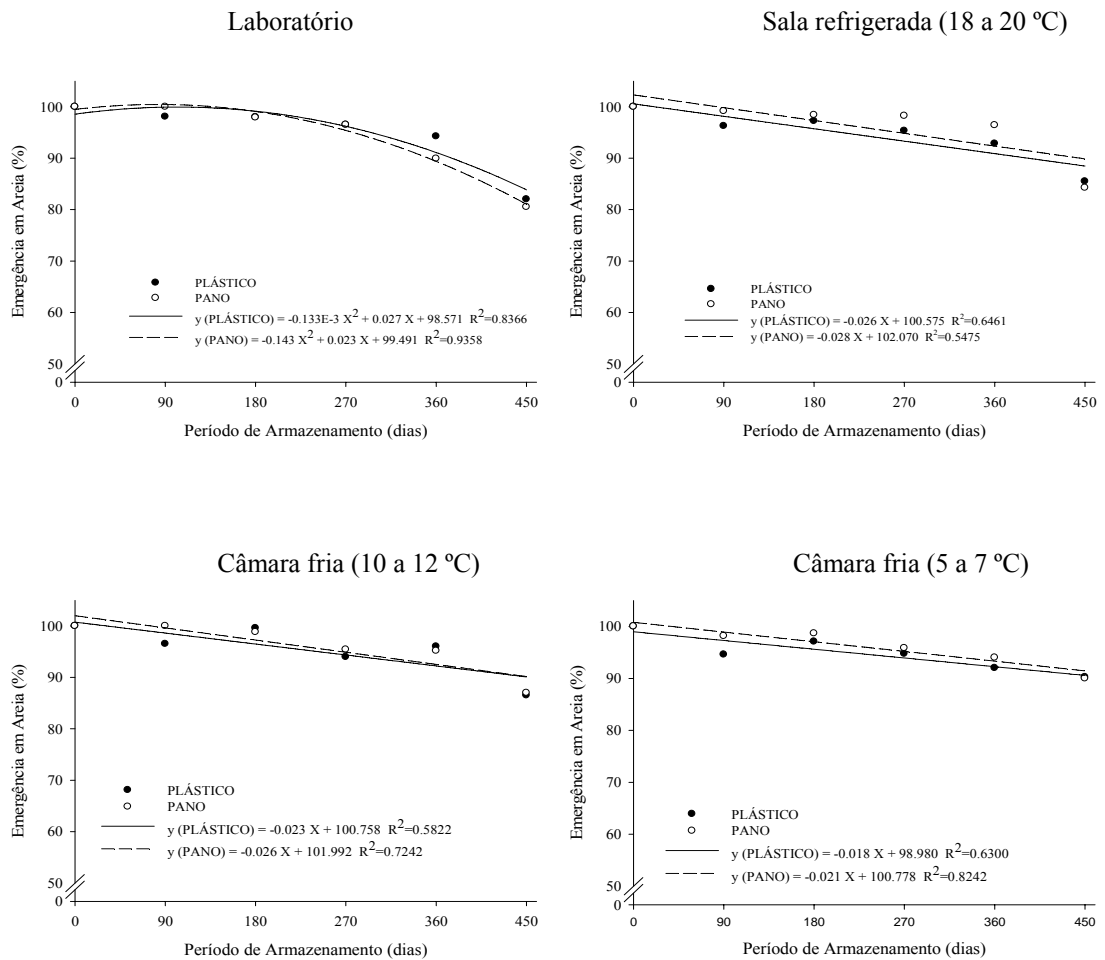


Figura 6. Emergência em areia de sementes de pinhão manso, mantidas em diferentes tipos de embalagem, durante o armazenamento.