

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM AGRONOMIA  
NÍVEL MESTRADO**

**TANIA HELENA NEUNFELD**

**TIPO DE SECAGEM E ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE DE SEMENTES DE  
*Jatropha curcas* L.**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**2012**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM AGRONOMIA  
NÍVEL MESTRADO**

**TANIA HELENA NEUNFELD**

**TIPO DE SECAGEM E ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE DE SEMENTES DE  
*Jatropha curcas* L.**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Orientador (a): Marlene de Matos Malavasi  
Co-orientadores: Cesar José da Silva / Ubirajara Contro Malavasi

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**2012**



Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46  
Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>  
Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000  
Marechal Cândido Rondon - PR.



Estado do Paraná

Ata da reunião da Comissão Julgadora da Defesa de Dissertação da Engenheira Agrônoma **Tania Helena Neunfeld**. Aos vinte e quatro dias do mês de fevereiro de 2012, às 07:30 horas, sob a presidência da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marlene de Matos Malavasi em sessão pública reuniu-se a Comissão Julgadora da defesa da Dissertação da Engenheira Agrônoma Tania Helena Neunfeld, discente do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Agronomia - Nível Mestrado com área de concentração em "**PRODUÇÃO VEGETAL**", visando à obtenção do título de "**MESTRE EM AGRONOMIA**", constituída pelos membros: Pesq. Dr. Cesar José da Silva (EMBRAPA/MS), Prof. Dr. Ubirajara Contro Malavasi e Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marlene de Matos Malavasi (Orientadora).

Iniciados os trabalhos, a candidata apresentou seminário referente aos resultados obtidos e submeteu-se à defesa de sua Dissertação, intitulada: "**TIPO DE SECAGEM E ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE DE SEMENTES DE *Jatropha curcas* L.**"

Terminada a defesa, procedeu-se ao julgamento dessa prova, cujo resultado foi o seguinte, observada a ordem de arguição:

Pesq. Dr. Cesar José da Silva.....Aprovada  
Prof. Dr. Ubirajara Contro Malavasi.....Aprovada  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marlene de Matos Malavasi (Orientadora).....Aprovada

Apurados os resultados, verificou-se que a candidata foi habilitada, fazendo jus, portanto, ao título de "**MESTRE EM AGRONOMIA**", área de concentração: "**PRODUÇÃO VEGETAL**". Do que, para constar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos senhores membros da Comissão Julgadora.

Marechal Cândido Rondon, 24 de fevereiro de 2012.

Pesq. Dr. Cesar José da Silva

Prof. Dr. Ubirajara Contro Malavasi (Co-orientador)

Prof. Dr. Marlene de Matos Malavasi (Orientadora)

## **AGRADECIMENTOS**

**“Pelo que nem o que planta é alguma coisa, nem o que rega, mas Deus, que dá o crescimento.” I Coríntios 3.7.**

Ao Deus Pai, Filho e Espírito Santo, criador, e mantenedor da vida, que me protege, me guarda, me ilumina todos os dias.

Agradeço aos meus pais, Dora e Mario Neunfeld que não me negaram auxílio, ainda que nossas opiniões fossem divergentes; que sempre esperaram o meu melhor, e torceram por minha felicidade.

Agradeço a meus irmãos Irlaine e Ivan e demais familiares, que sempre estiveram presentes.

Agradeço à minha orientadora Marlene de Matos Malavasi, portadora de inestimável conhecimento em Tecnologia de Sementes, que sempre manteve ânimo, uma palavra sábia e disposição incansável para que fosse possível a obtenção de bons resultados.

Agradeço a meus amigos, que Deus me permitiu conhecer, e que longe ou perto, participaram de uma forma ou outra de meus sonhos. Da mesma forma a todos os meus colegas de pós-graduação, que compartilharam dos mesmos momentos de dificuldades e aprendizado.

Agradeço ainda de forma especial a Tatiane Ohland, Fabiane Cristina Gusatto Brand, Cristina Fernanda Schneider e Rodrigo Barbosa e Silva que cederam seus braços, seus conhecimentos, sua amizade e seu carinho.

Por fim, agradeço ainda aos demais professores, funcionários e colaboradores que tornaram este momento possível.

## RESUMO

NEUNFELD, Tania Helena. **Tipo de secagem e armazenamento na qualidade de sementes de *Jatropha curcas* L.**

Professora Orientadora: Dra. Marlene de Matos Malavasi

A importância econômica dos biocombustíveis no cenário nacional vem despertando o interesse por culturas como o pinhão-manso e, por conseguinte, elevam-se as dúvidas com relação à pós-colheita das sementes da espécie. Assim, o trabalho objetivou determinar os efeitos de secagem, ambiente e período de armazenamento nas sementes de *Jatropha curcas* L. e quantificar a interferência destes processos em sua qualidade. O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes e Mudanças da Universidade Estadual do Oeste do Paraná durante maio de 2010 a setembro de 2011. Os frutos utilizados procederam do município de Dourados, Mato Grosso do Sul. Os tratamentos consistiram de quatro tipos de secagem: 1) secagem de frutos de pinhão-manso ao sol, 2) secagem de frutos de pinhão-manso à sombra, 3) secagem de sementes de pinhão-manso ao sol, 4) secagem de sementes de pinhão-manso à sombra; e dois ambientes de armazenamento: a) armazenamento em laboratório (condições atmosféricas não controladas) e b) armazenamento em câmara fria (temperatura de  $14\pm 2^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa do ar de 65-80%). O período de armazenamento foi de até 15 meses. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $4\times 2\times 6$ . Realizou-se a caracterização morfométrica das sementes de pinhão-manso com a mensuração do comprimento, largura e espessura das sementes, caracterização da massa de mil sementes e grau de umidade, e empregaram-se as variáveis de porcentagem de sementes normais germinadas em substrato rolo de papel, velocidade de germinação, e o teste de tetrazólio para a indicação do potencial fisiológico do lote de sementes; efetuando-se avaliações eqüidistantes de três meses a partir do armazenamento (zero meses - sementes não armazenadas, três, seis, nove, doze e quinze meses). Os dados foram submetidos à avaliação estatística pelos programas SISVAR e GENES. Os resultados indicaram que a secagem deve preferencialmente ser realizada na ausência do fruto, seja ao sol ou à sombra e o armazenamento, sobretudo por longos períodos, não deve ocorrer em ambiente de elevada umidade relativa (acima de 65-80%) como presente em câmara fria nas condições deste estudo.

**Palavras-chave:** teor de água, temperatura, viabilidade e vigor de sementes.

## ABSTRACT

NEUNFELD, Tania Helena. **Type of drying and storage on quality of seeds of *Jatropha curcas* L.**

Teacher Advisor: Dr. Marlene de Matos Malavasi

The economic importance of biofuels in the Brazilian national scene has increased interest in crops such as physic nut. The study aimed to determine the effects of drying, environment and period of storage in fruits and seeds of *Jatropha curcas* L. and the interference of these variables in seed quality. The experiment was conducted at the Laboratory of Technology of Seeds and Seedlings of the Western Parana State University during May 2010 to September 2011. The fruits were collected at Dourados, Mato Grosso do Sul. Treatments consisted of four types of drying: 1) dry physic nut fruits to sun, 2) dry physic nut fruits to shade, 3) seeds drying in the sun, 4) seeds drying in the shade; and two storage environments: a) laboratory storage (not controlled atmospheric conditions) and b) cold storage (temperature  $14 \pm 2$  ° C and relative humidity of 65-80%). The storage period was 15 months. The experimental design was a completely randomized in factorial scheme 4x2x6. We carried out a morphometric characterization of *Jatropha curcas* seeds (length, width and thickness) as well as weight of a thousand seeds and moisture content, percentage of normal seeds germinated in a substrate rollpaper, the germination speed, and tetrazolium test for the indication of the physiological potential of the seed lot; performing evaluations are equidistant from three months of storage (zero months - not stored seeds, three, six, nine, twelve and fifteen months). The data were subjected to statistical evaluation by SISVAR and GENES programs. The results indicated that drying should preferably be performed in the absence of fruit, whether the sun or shade and storage, especially for long periods, should not occur in an environment of high humidity as this in cold conditions in this study.

**Keywords:** water content, temperature, viability and vigor.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Germinação de semente de pinhão-manso em rolo de papel. Fonte: Tania Helena Neunfeld, UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon – PR, 2011.....	32
Figura 2. Teste de tetrazólio de sementes de pinhão-manso. Fonte: Tania Helena Neunfeld, UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon – PR, 2011. ....	34
Figura 3. Teor de água (% b.u.) durante o processo de secagem de frutos e sementes de pinhão-manso, Marechal Cândido Rondon, 2010.....	36
Figura 4. Temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) durante o período de secagem das sementes e frutos de pinhão-manso ao sol e à sombra, Marechal Cândido Rondon, 2011. ....	37
Figura 5. Temperatura e umidade relativa em ambiente não controlado (laboratório) durante os 15 meses de armazenamento de sementes de pinhão-manso, Marechal Cândido Rondon, 2011. ....	37
Figura 6. Massa de mil sementes (g) de pinhão-manso em função de diferentes ambientes e períodos de armazenamento, Marechal Cândido Rondon, 2011.....	41
Figura 7. Teor de água (% b.u.) de sementes de pinhão-manso em função de diferentes tipos de secagem e períodos de armazenamento, Marechal Cândido Rondon, 2011.....	42
Figura 8. Porcentagem de germinação de sementes de pinhão-manso em substrato rolo de papel em função de diferentes ambientes e períodos de armazenamento, Marechal Cândido Rondon, 2011.....	44
Figura 9. Viabilidade (%) de sementes de pinhão-manso em função de diferentes tipos de secagem e períodos de armazenamento, Marechal Cândido Rondon, 2011. ....	46
Figura 10. Viabilidade (%) de sementes de pinhão-manso em função de diferentes ambientes e períodos de armazenamento, Marechal Cândido Rondon, 2011.....	46
Figura 11. Vigor (%) de sementes de pinhão-manso pelo teste de tetrazólio em função de diferentes tipos de secagem, ambientes e períodos de armazenamento, Marechal Cândido Rondon, 2011.....	48

Figura 12. Velocidade de germinação de sementes de pinhão-mansó em substrato rolo de papel em função de diferentes ambientes e períodos de armazenamento, Marechal Cândido Rondon, 2011.....50

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação para avaliação de níveis de viabilidade e vigor em sementes de pinhão-mansinho no teste de tetrazólio. ....	33
Tabela 2. Médias de comprimento (mm) de sementes de pinhão-mansinho submetidas a quatro tipos de secagem e armazenadas em dois ambientes por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 meses.....	38
Tabela 3. Médias de largura (mm) de sementes de pinhão-mansinho submetidas a quatro tipos de secagem e armazenadas em dois ambientes por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 meses.....	39
Tabela 4. Médias de espessura (mm) de sementes de pinhão-mansinho submetidas a quatro tipos de secagem e armazenadas em dois ambientes por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 meses.....	39
Tabela 5. Massa de mil sementes (g) de sementes de pinhão-mansinho submetidas a quatro tipos de secagem e armazenadas em dois ambientes por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 meses.....	40
Tabela 6. Teor de água (%b.u.) de sementes de pinhão-mansinho submetidas a quatro tipos de secagem e armazenadas em dois ambientes por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 meses. ....	42
Tabela 7. Médias de germinação (%) de sementes de pinhão-mansinho em substrato rolo de papel, submetidas à quatro tipos de secagem e armazenados em dois ambientes por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 meses. ....	43
Tabela 8. Médias de viabilidade (%) de sementes de pinhão-mansinho submetidas a quatro tipos de secagem e armazenados em dois ambientes por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 meses e obtidas pelo teste de tetrazólio .....	45
Tabela 9. Médias de vigor de sementes de pinhão-mansinho pelo teste de tetrazólio submetidas a quatro tipos de secagem e armazenadas em dois ambientes por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 meses e obtidas pelo teste de tetrazólio .....	47

Tabela 10. Velocidade de germinação de sementes de pinhão-mansó em substrato rolo de papel, submetidas a quatro tipos de secagem e armazenadas em dois ambientes por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 meses .....	49
Tabela 11. Coeficiente de correlação de Pearson, para sementes de pinhão-mansó submetidas a quatro tipos de secagem e armazenados em dois ambientes por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 meses.....	51

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	<b>6</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>8</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1 Cenário dos Biocombustíveis</b> .....	<b>12</b>
<b>2.2 Origem e Descrição Botânica de <i>Jatropha curcas</i> L.</b> .....	<b>13</b>
<b>2.3 Composição Química das Sementes e Óleo de <i>J. curcas</i></b> .....	<b>15</b>
<b>2.4 Manejo da Produção de <i>J. curcas</i> L.</b> .....	<b>15</b>
2.4.1 Propagação vegetativa.....	15
2.4.2 Colheita .....	17
2.4.3 Descascamento dos frutos .....	18
2.4.4 Secagem .....	18
2.4.5 Armazenamento .....	20
<b>2.5 Qualidade de Sementes</b> .....	<b>22</b>
<b>2.6 Avaliação da Qualidade de Sementes</b> .....	<b>23</b>
2.6.1 Teste de germinação.....	23
2.6.2 Teste de tetrazólio .....	24
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	<b>27</b>
<b>3.1 Objetivos Gerais</b> .....	<b>27</b>
<b>3.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>27</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>28</b>
<b>4.1 Local de Condução do Experimento</b> .....	<b>28</b>
<b>4.2 Material Vegetal e Montagem do Experimento</b> .....	<b>28</b>
<b>4.3 Tipo de Secagem</b> .....	<b>28</b>
<b>4.4 Ambiente e Período de Armazenamento</b> .....	<b>30</b>
4.4.1 Monitoramento de Temperatura e Umidade Relativa do Ar.....	30
<b>4.5 Variáveis Avaliadas</b> .....	<b>31</b>
4.5.1 Caracterização Morfométrica das Sementes .....	31
4.5.2 Determinação do teor de água e massa de mil sementes.....	31
4.5.3 Teste de germinação.....	31
4.5.4 Teste de tetrazólio .....	32
4.5.4.1 Método de classificação .....	33
4.5.5 Testes de vigor .....	35
<b>4.6 Análise dos dados</b> .....	<b>35</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>36</b>
<b>5.1 Condições Climáticas</b> .....	<b>36</b>
<b>5.2 Características Biométricas</b> .....	<b>38</b>
<b>5.3 Massa de Mil Sementes e Teor de Água</b> .....	<b>39</b>
<b>5.4 Porcentagem de Germinação</b> .....	<b>43</b>
<b>5.5 Viabilidade</b> .....	<b>44</b>
<b>5.6 Vigor</b> .....	<b>47</b>
<b>5.7 Correlação de Pearson</b> .....	<b>50</b>
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>53</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde 1º de julho de 2010, o óleo diesel comercializado no Brasil contém 5% de biodiesel. O biodiesel é um combustível produzido a partir de óleos vegetais ou de gorduras animais. Dentre as espécies vegetais presentes no Brasil o pinhão-mansó pode ser utilizado para este fim e é considerado por Arruda et al. (2004) uma das mais promissoras fontes de grãos oleaginosos, por apresentar um alto índice de produtividade, facilidade de manejo e colheita das sementes.

Sabendo-se da utilização de sementes de pinhão-mansó como material reprodutivo, enaltece-se a importância do uso de sementes de alta qualidade, ausente de problemas fitossanitários, que tenham atingido o ponto de maturidade fisiológica, e não tenham sofrido injúrias provenientes de secagem e armazenamento inadequado (SATURNINO, 2005).

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), a secagem possibilita a antecipação da colheita, evita danos no campo devido a condições climáticas, ataque de insetos e de microrganismos, e reduz o teor de água a níveis que diminuem o efeito ou ataque dos insetos e dos microrganismos e reduzem a taxa de deterioração das sementes, durante o armazenamento.

O método de secagem natural é ainda amplamente empregado; entretanto, cuidados devem ser tomados quanto ao teor de água das sementes já que abaixo de teores críticos, distúrbios fisiológicos ocasionam decréscimos no poder germinativo e o aparecimento de elevado número de plântulas anormais (CARVALHO e NAGAKAWA, 2000). Somando-se, há evidências de que a incidência direta dos raios solares provoque prejuízos à viabilidade das sementes.

Dúvidas também são presentes quanto à influência do ambiente de armazenamento e ao período máximo em que as sementes de pinhão-mansó podem permanecer nestas condições, sem que seu potencial germinativo seja afetado.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi o de buscar respostas no que se refere à tecnologia de produção e principalmente pós-colheita do pinhão-mansó, determinando os efeitos de métodos de secagem e formas e períodos de armazenamento das sementes.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cenário dos Biocombustíveis

Biocombustíveis são derivados de biomassa renovável que podem substituir, parcial ou totalmente, combustíveis derivados de petróleo e gás natural em motores a combustão ou em outro tipo de geração de energia. Os principais biocombustíveis líquidos usados no Brasil são o etanol extraído de cana-de-açúcar e, em escala crescente, o biodiesel. No Brasil cerca de 18% dos combustíveis consumidos são renováveis (ANP, 2010).

Desde 1º de julho de 2010, o óleo diesel comercializado em todo o Brasil contém 5% de biodiesel. Esta regra foi estabelecida pela Resolução nº 6 de 16 de setembro de 2009, do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), publicada no Diário Oficial da União (DOU) em 26 de outubro de 2009, que estabeleceu em cinco por cento, em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final. Esta resolução atende ao disposto na Lei nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005, que trata da introdução do biodiesel na matriz energética brasileira. O biodiesel é um combustível produzido a partir de óleos vegetais ou de gorduras animais. Dezenas de espécies vegetais presentes no Brasil podem ser usadas na produção do biodiesel, entre elas soja, dendê, girassol, babaçu, amendoim, mamona e pinhão-mansão (ANP, 2010).

A cultura do pinhão-mansão vem ganhando importância, sendo considerada por Arruda et al. (2004) uma das mais promissoras fontes de grãos oleaginosos por apresentar um alto índice de produtividade, facilidade de manejo e colheita das sementes, tornando o cultivo bastante atrativo e especialmente recomendado para um programa agroenergético.

Estima-se que a área de plantio mundial com *J. curcas* não ultrapasse 100 mil hectares, com projeções de crescimento para os próximos anos em vários países tropicais. Espera-se que a Índia, isoladamente, poderá contar com mais de 10 milhões de hectares de pinhão-mansão divididos em áreas de pequena e grande escala antes de 2030, principalmente em solos improdutivos. Demais países tropicais como Mali, Burkina Faso, Gana, Tanzânia, Malauí, Zâmbia e Madagascar projetam produção de biodiesel a partir de pinhão-mansão (MUOK e KÄLLBÄCK,

2008). A produtividade de sementes pode variar entre 250 e 6000 kg ha<sup>-1</sup> por ano, dependendo do abastecimento de água e fertilidade do solo. O mais comum são rendimentos entre 500 e 3500 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (FRANKEN, 2010).

O incentivo criado pelo Governo Federal a partir do Plano Nacional de Agroenergia (MAPA, 2006) possibilitou a implantação de áreas com essa espécie, tanto por pequenos agricultores como por 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), entre elas: menor exigência hídrica e nutricional, capacidade de recuperação de áreas degradadas em função de suas raízes profundas, além de apresentar maior produtividade média – 5 ton ha<sup>-1</sup> (TEIXEIRA, 2005). Tem também uma vantagem dentre outras plantas oleaginosas: é a única com ciclo produtivo que se estende por mais de 40 anos; enquanto que a mamona precisa ser replantada a cada um ou dois anos – a depender da quantidade de chuvas (A LAVOURA, 2007).

No Brasil, cinco municípios receberam a implantação de Unidades de Observação de Pinhão-manso em setembro de 2010: Santa Tereza - ES, Piracuruca – PI, Wanderlândia – TO, Ribas do Rio Pardo – MS e Jales – SP. Projeto este viabilizado através da parceria entre a Associação Brasileira de Produtores de Pinhão-manso (ABPPM) e a Embrapa Agroenergia (EMBRAPA, 2010).

Além do seu uso na medicina e veterinária tradicional - por conter substâncias purgativas, anti-inflamatórias, cicatrizantes, e propriedades inseticidas, fungicidas e moluscicidas - seu uso se dá como biofertilizante, na produção de sabão, biogás e biocombustível (GüBITZ et al., 1999). Surgem novas perspectivas com a certificação pela ASTM (American Society for Testing and Materials) em 1 de julho de 2011 do bioquerosene (Bio-SPK), permitindo a utilização de até 50% de combustível renovável feito a partir de matérias-primas como pinhão-manso, microalgas, camelinas e restos de madeira, em mistura com o querosene fóssil em voos comerciais. (BIOJETFUELS, 2011).

## **2.2 Origem e Descrição Botânica de *Jatropha curcas* L.**

Segundo Heller (1996), as informações de colecionadores tornam altamente provável que o centro de origem do pinhão-manso é no México e demais países da

América Central; visto que as descrições em herbários dão conta de que a espécie outrora localizada de forma natural nestas regiões não era encontrada na África e Ásia, onde existia na forma cultivada com a disseminação realizada pelos portugueses através de Guiné Bissau e a Ilha de Cabo Verde por volta de 1836. No entanto, o verdadeiro centro de origem continua não esclarecido, dúvida que necessitaria da revisitação dos locais de coleta e da avaliação da diversidade existente através de técnicas moleculares.

Existem cerca de 170 espécies conhecidas compreendidas no gênero *Jatropha* que pertencem à família *Euphorbiaceae*. A maioria das espécies pertencentes ao gênero *Jatropha*, acredita-se, são nativas do continente americano, havendo cerca de 66 espécies nativas de outros continentes. Onde *J. afrocurcas* e *J. macrophylla* são originárias do Leste Europeu e *J. villosa* da Índia (Heller, 1996).

Embora seja uma planta conhecida e cultivada no continente americano, e esteja disseminada em todas as regiões tropicais e até em algumas áreas temperadas, o pinhão-manso ainda encontra-se em processo de domesticação e somente nos últimos 30 anos começou a ser mais pesquisado agronomicamente (SATURNINO, 2005).

Sua nomenclatura foi dada pelo botânico Carl Linnaeus em 1753, onde o nome *Jatropha* vem das palavras gregas *iatrós* (médico) e *trophé* (alimento); que mostrava o seu uso medicinal na época (HELLER, 1996). Conhecida popularmente como pinhão, pinhão-paraguaio, pinhão-de-purga e pinhão-da-índia; caracteriza-se como arbusto de crescimento rápido, caducifólico, que pode atingir de 3-5 m de altura, formando copa aberta e irregular. Com folhas simples, alternas, membranáceas (LORRENZI et al., 2003).

As flores da espécie são pequenas, amarelo-esverdeadas e o fruto é uma cápsula constituída por um pericarpo ou casca dura e lenhosa, contendo três sementes escuras e lisas. A semente é ovalada, endospermica de envoltório liso com suaves estrias, com carúncula presa na parte ventral. A rafe é marcada longitudinalmente e pouco evidente (NUNES, 2007). O tegumento é rijo, quebradiço de fratura resinosa. Abaixo do involúcro da semente existe uma película branca cobrindo a amêndoa; albúmens abundantes, brancos, oleaginosos, contendo o embrião provido de dois largos cotilédones achatados (ARRUDA et al., 2004). A planta é de fácil cultivo, e seu óleo tem variações pouco significativas de acidez,

além de possuir melhor estabilidade à oxidação do que a soja e adequada viscosidade se comparado ao da mamona (NUNES et al, 2008).

### **2.3 Composição Química das Sementes e Óleo de *J. curcas***

Souza et al. (2009), após dupla prensagem à frio para extração do óleo em sementes inteiras de pinhão-manso, observaram a seguinte composição química: lipídeos (40,33%), proteína bruta (20,95%), cinzas (4,95%), glicose (0,18%), sacarose (1,35%), amido (9,85%) e fibra alimentar (20,45%); sendo os valores corrigidos para a umidade, visto a matéria seca ser de 93,76%. Esses valores estão de acordo com os relatados por Heller (1996). Também no mesmo estudo considerando a composição mineral das sementes (mg 100 g<sup>-1</sup>), os mais abundantes foram potássio (487,58), magnésio (446,54), cálcio (444,07), seguidos por sódio (77,24), boro (4,41), ferro (4,30), e zinco (1,69).

O óleo de *J. curcas* contém os seguintes ácidos graxos: mirístico (C14:0, 0,1%), palmítico (C16:0, 14,1-15,3%), esteárico (C18:0, 3,7-9,8%), araquídico (C20:0, 0,3%), palmitoleico (C16:1, 0,2%), behênico (C22:0, 1,3%), oléico (C18:1, 34,3-45,8%), linoléico (C18:2, 29,0-44,2%) linolênico (C18:3, 0,0-0,3%) (GÜBITZ et al., 1999) sendo variável de acordo com o método de extração e variação genética das plantas. Entretanto, trabalhos realizados por Pereira (2009) e Adebawale & Adedire (2006) demonstraram valores semelhantes.

### **2.4 Manejo da Produção de *J. curcas* L.**

#### **2.4.1 Propagação vegetativa**

Diante da demanda por material de propagação para o estabelecimento de cultivos comerciais e a inexistência de programas de melhoramento genético que tenha resultado em uma cultivar aprovou-se a Instrução Normativa nº 4, de 14 de janeiro de 2008, que autoriza a inscrição da espécie sem exigência de mantenedor, no Registro Nacional de Cultivares-RNC até a disponibilidade de padrões de

identidade e de qualidade para o material de propagação de *Jatropha curcas* (DOU de 15/01/2008, seção 1, página 4).

O pinhão-manso pode ser propagado por sementes, estacas ou através da micropropagação, existindo vantagens e desvantagens em cada um dos métodos. A utilização de estacas dá origem a plantas que desenvolvem apenas raízes laterais limitando o acesso à água e nutrientes em camadas mais profundas. A produção de um grande número de plantas geneticamente idênticas à planta-mãe é considerada uma grande vantagem que ocorre tanto na utilização de estacas quanto na micropropagação. Porém as desvantagens deste último método são a necessidade de estímulo hormonal exógeno para induzir o crescimento de raízes verticais, bem como a exigência de tecnologias sofisticadas que oneram sobremaneira a produção, inviabilizando pequenas produções (FRANKEN, 2010).

Apesar das diferenças morfológicas atribuídas às variações genéticas, a utilização de sementes se sobressai na implantação da espécie. A propagação via sementes apresenta a vantagem de gerar indivíduos mais vigorosos e de maior longevidade, que podem atingir idade produtiva após quatro anos. As plantas oriundas de propagação sexuada tendem a apresentar uma raiz pivotante mais profunda com um bom crescimento, fixando a planta melhor ao solo e atribuindo uma melhor resistência à seca (ALVES et al., 2008).

Enaltece-se assim a importância da utilização de sementes de alta qualidade, ausente de problemas fitossanitários, que tenham atingido o ponto de maturidade fisiológica, e não tenham sofrido injúrias provenientes de secagem e armazenamento inadequado. Sendo a qualidade das sementes diretamente ligada ao estande inicial, vigor de plântulas e produtividade de uma lavoura.

As informações sobre o impacto de agentes biológicos (plantas daninhas, fungos, insetos, etc.) na cultura são escassas, embora se assuma que o plantio do pinhão-manso em grandes extensões tenha presença desses agentes biológicos - como observado em outros países onde essa cultura é cultivada em áreas maiores como China, Índia, Filipinas, Malásia, Nicarágua e Honduras (FRANCO e GABRIEL, 2008). Da mesma maneira, existem poucos estudos indicando como se deve proceder as operações de pós-colheita, como o descascamento dos frutos, a secagem e armazenamento de sementes de pinhão-manso.

#### 2.4.2 Colheita

A colheita dos frutos de pinhão-manso é realizada principalmente de forma manual, o que encarece a produção. O processo de maturação desigual dos frutos juntamente com a presença de flores é o maior impedimento para a colheita mecanizada. Recomenda-se que apenas os frutos de coloração amarela para marrom sejam colhidos visto que o conteúdo de óleo nos frutos verdes é muito baixo (RIJSSENBEEK, 2010). Priorizando a propagação sexuada da espécie, Albuquerque et al. (2008) verificaram que a maturidade fisiológica ocorre quando os frutos estão secos, o que permite desempenho superior em termos de germinação, vigor e fitomassa de plântulas.

Silva et al. (2011a) objetivando monitorar o processo de maturação e definir o ponto ideal de colheita de *J. curcas* em Viçosa, MG, observaram que as sementes aumentam de tamanho aproximadamente até 50 dias após a antese (DAA), enquanto a maturidade fisiológica representada pela máxima germinação, vigor e conteúdo de massa seca ocorre aos 65 DAA quando o grau de umidade das sementes é de 52%. Silva et al. (2011b) observaram que sementes obtidas de frutos marrons possuem elevado potencial de germinação mas apresentam menor vigor em relação aos frutos de estádios amarelos e amarelo-marrons sendo por isso considerados os pontos ideais para colheita dos frutos.

A colheita dos frutos é realizada em alguns lugares e em árvores mais altas, com um pequeno saco preso à extremidade de uma vara (KUMAR e SHARMA, 2005). Pesquisas têm buscado novas formas de colheita, sendo possível a utilização de agitadores mecânicos de ramos ou árvores que permitem que frutos amarelos e marrons caiam no chão (como é o caso do protótipo desenvolvido pela empresa brasileira Viridas PLC, similar ao utilizado na indústria de oliva), a utilização de redes de diâmetro de até 6-8 mm que impedirão que as sementes deteriorem no chão, limpadores de ramos que retiram todos os frutos de cada ramo, robôs com braços coletores, coletores de sementes que caíram e estão sob o chão, utilização de químicos para que ocorra a deiscência dos frutos (RIJSSENBEEK, 2010).

### 2.4.3 Descascamento dos frutos

O descascamento dos frutos que consiste na retirada da casca (pericarpo) das sementes é uma etapa fácil da pós-colheita, devido ao formato, textura e tamanho dos frutos, podendo ser de forma manual, semimecanizada ou totalmente mecanizada. Deve ser feita tanto em frutos frescos de coloração amarelada até aqueles secos de coloração marrom para preto. O descascamento pode ser tanto manual como realizado com o auxílio de descascadores baseados em uma pequena pressão e atrito sobre os frutos e semelhantes aos usados para café e amendoim (GALEMA, 2010).

Após a colheita dos frutos é realizada a retirada da casca e exposição e limpeza das sementes com remoção de materiais indesejáveis como poeira, material orgânico e solo. E em seguida as sementes são classificadas e separadas manual ou mecanicamente evitando sementes muito pequenas, deformadas e doentes (SINGH et al., 2006).

Alguns autores observam que o descascamento dos frutos deve ser realizado não após a colheita, mas após a secagem. Gour (2006) recomendou que após a secagem dos frutos em terreno cimentado, as sementes podem ser removidas manualmente ou através de descortizadores. Galema (2010) citou que, para o descascamento, os frutos devem estar secos e o processo de secagem e descascamento podem ser realizados em área central da plantação - evitando os custos com o transporte dos frutos molhados.

### 2.4.4 Secagem

A secagem pós-colheita é efetuada com o objetivo de reduzir o grau de umidade das sementes até níveis seguros, procurando atenuar a possibilidade de ocorrência de injúrias durante o manejo e permitir conservação adequada do potencial fisiológico durante o armazenamento, protegendo-as contra os efeitos nocivos da deterioração (MARCOS FILHO, 2005).

Dentre os métodos de secagem empregados, a secagem natural é ainda amplamente utilizada em espécies como o café e o pinhão-manso como observou Öhman (2011), em fazendas no Quênia. Neste método as sementes são secadas

essencialmente pela ação do calor do sol e do vento, ficando esparramadas em camadas de espessura variável sobre equipamentos arquitetônicos simples do tipo terreiros, feito de chão batido, tijolos, asfalto, cimento. Seu diferencial é a não utilização de qualquer equipamento mecânico e/ou elétrico-eletrônico. Sua utilização se dá principalmente em pequenas propriedades. Em se tratando de empresas produtoras de sementes, seu emprego é verificado para espécies forrageiras e/ou que apresentem determinados apêndices (aristas) que dificultam sua movimentação através das câmaras de secagem e de resfriamento em secador artificial. A secagem natural também é o método mais adequado para algumas hortaliças e espécies florestais onde tem ainda o papel de auxiliar na extração das sementes do interior dos frutos (CARVALHO, 1994; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

O grau de umidade é a característica mais estreitamente associada à deterioração, recomendando-se que sementes ortodoxas devem ser mantidas com grau de umidade de 10 a 12% para o armazenamento durante seis a oito meses, sendo valores mais baixos indicados para espécies em que predominam reservas de lipídeos (MARCOS FILHO, 2005).

Galema (2010) observou que para o pinhão-manso o rendimento por hectare, o período de colheita e a duração da secagem determinam o tamanho da área de secagem necessária. O mesmo autor estima que uma semente requer durante a secagem cerca de 2 cm<sup>2</sup>, considerando 1000 sementes que podem pesar de 550-800 gramas, necessita-se de 0,2 m<sup>2</sup>, ou seja, para secar um quilo de sementes (em torno de 1400 sementes) uma área de 0,25 m<sup>2</sup> é necessária.

A secagem de frutos de *J. curcas* L. ao sol e o posterior descascamento tem sido uma prática comumente utilizada (PUNIA, 2007; ÖHMAN, 2011). Porém, segundo Joker e Jepsen (2003), a incidência direta de sol nas sementes de pinhão-manso reduz a viabilidade destas, sendo por isso recomendado a secagem à sombra.

Segundo Gour (2006), as sementes de pinhão-manso com o propósito de plantio deveriam ser secadas à sombra enquanto as sementes onde o propósito é a extração de óleo deveriam ser secadas ao sol por quatro dias, até a umidade de 6-10% antes do empacotamento. Galema (2010) enfatizou que sementes com o propósito de semeadura devem ser secadas à sombra, até atingirem 5-7% de umidade; sendo para tanto preferível um terreno com piso de concreto ou com

plásticos agrícolas simples, sendo indicado local levemente inclinado que permita o escoamento da água em caso de chuva.

#### 2.4.5 Armazenamento

O armazenamento das sementes deve ser iniciado na maturidade fisiológica e o maior desafio é a manutenção de elevada qualidade por longo período, sendo necessários cuidados especiais para minimizar e retardar a deterioração das sementes, processo este que envolve uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas e físicas que eventualmente causam a morte de sementes (VILELA e PERES, 2004).

Roberts (1973) apud Marcos Filho (2005) sugeriu o termo recalcitrante para indicar sementes incapazes de sobreviver ao armazenamento por longos períodos, estabelecendo-se relação deste comportamento dependendo do grau de tolerância à dessecação. Assim, convencionou-se distinguir as sementes entre ortodoxas (podem ser secadas até baixos teores de água e conservadas por longos períodos) e recalcitrantes (sementes sensíveis à dessecação). Comportamento ortodoxo para pinhão-manso foi verificado por Souza et al. (2008) devido os valores de teor de água dessas sementes variar normalmente de 5 a 10%.

A velocidade e a intensidade da deterioração dependem da ação de vários fatores, verificando-se que os efeitos manifestam-se principalmente durante o armazenamento. Tais fatores envolvem desde fatores genéticos (tipo de reserva, cultivar), as condições durante a produção de sementes (práticas culturais, condições climáticas), colheita (momento e época da realização), secagem, beneficiamento e culminando com as condições de armazenamento (embalagens, relação temperatura e grau de umidade do ambiente, período de duração). (MARCOS FILHO, 2005; VILELA e PERES, 2004).

Öhman (2011), em estudos em fazendas no Quênia, observou que os fazendeiros daquela região possuíam o hábito de esperar pela valorização dos preços de pinhão-manso para decidirem pela venda das sementes ou pela semeadura, não se preocupando com a falta de sistemas de resfriamento durante o armazenamento, prejudicando tanto o rendimento na extração de óleo quanto no estabelecimento das mudas.

Marcos Filho (2005) discutiu que durante o armazenamento para os graus de umidade de 5% a 14% e entre 0°C e 50°C acentua-se a deterioração causada pela autoxidação de lipídios, enquanto acima de 14% há prejuízos adicionais causados pelo desenvolvimento de fungos de armazenamento; ao passo que se considera de modo geral, que as sementes ortodoxas em equilíbrio com umidade relativa de 65% ou inferior mantêm o potencial fisiológico durante período prolongado. O mesmo autor ressaltou a importância da escolha da embalagem de acordo com a espécie, grau de umidade das sementes, condições e período de armazenamento. Conforme Marcos Filho (2005), em recipientes porosos o grau de umidade das sementes da maioria das grandes culturas pode ser mantido relativamente baixo, sob umidade relativa inferior a 70%. Não sendo recomendado o armazenamento em ambientes mais úmidos e sob temperatura elevada.

Diversos autores realizaram estudos indicando a manutenção da qualidade de sementes de pinhão-manso armazenados sob diferentes teores de água, períodos de armazenamento e recipientes.

Para manutenção da qualidade Singh et al. (2006) citam a necessidade das sementes serem armazenadas em bolsas de anagem, devendo ser mantidas em local fresco e seco, sob suporte de madeira, não encostada na parede e sob adequado empilhamento.

Joker e Jepsen (2003) afirmam que as sementes da espécie deveriam ser secadas a baixos teores de água (5-7%) e armazenadas em recipientes herméticos. Gour (2006) observa que as sementes quando armazenadas em condições ambientais mantêm-se viáveis por 7-8 meses. Franken (2010) recomenda que as sementes da espécie devam ser secadas com teor de umidade de cerca de 7% e não ser armazenadas por mais de seis meses desde que em ambiente seco, fresco e escuro.

Worang et al.(2008) utilizando sacos plásticos com baixa concentração de oxigênio observaram que sementes de pinhão-manso com grau de umidade em torno de 8% e submetidas ao armazenamento, tiveram a viabilidade e vigor reduzidos com o aumento do período de armazenamento, sendo preferível a utilização de sementes para o plantio quando estocadas por período igual ou inferior a um mês.

Dharmaputra et al. (2009), avaliando a qualidade de sementes de *J. curcas* armazenadas sob diferentes níveis de atividade de água (0,64; 0,75; 0,84 e 0,93),

observaram o rápido decréscimo da porcentagem de germinação de sementes nos maiores níveis de atividade de água e período de armazenamento, obtendo melhores resultados para atividade de água de 0,64-0,75 armazenadas por oito semanas, sendo portanto as recomendadas para a semeadura à campo.

Galema (2010) ressaltou que as sementes de *J. curcas* possuem alto teor de óleo e portanto não podem ser armazenadas por longo período. Sob condições tropicais sementes mais velhas que 15 meses mostraram viabilidade abaixo de 50%, devendo-se optar por armazenamento em locais escuros e frescos e não utilização de recipientes herméticos. A viabilidade das sementes começa a decair após oito meses de armazenamento, porém sob temperatura abaixo de 20°C as sementes de pinhão-mansão podem reter alta viabilidade e habilidade para efetivamente germinar por até um ano.

## 2.5 Qualidade de Sementes

A emergência das plântulas em campo depende diretamente das condições do ambiente, e como estas não são na grande maioria controláveis, a avaliação do potencial fisiológico das sementes deve ser efetuada com tal eficiência que permita identificar os lotes com maior probabilidade de se estabelecer satisfatoriamente, bem como determinar a qualidade dos lotes, estabelecer bases para a comercialização e identificar problemas que afetam sua qualidade (MARCOS FILHO et al., 1987; MARCOS FILHO, 2005).

Marcos Filho (1987, 2005) definiu que a qualidade de um lote de sementes resulta da interação de características que determinam o seu valor para a semeadura, onde os atributos de natureza genética, física, fisiológica e sanitária apresentam importância. Embora estes quatro componentes apresentem importância equivalente é o potencial fisiológico que geralmente desperta maior interesse da pesquisa.

Para uma contínua e alta produção de óleo é importante ter plantas que produzam grandes quantidades de frutos e sementes, e que estas possuam alto potencial germinativo e boa qualidade fisiológica (CARNIELLI, 2003).

Desse modo, Paramathma e Srimathi (2006) concordaram que a seleção das sementes de pinhão-mansão deve ser feita com base no tamanho, cor e peso

específico para obtenção de sementes de qualidade, recomendando a utilização de sementes de maior tamanho, coloração preta e de maior peso, propiciando melhor desempenho durante o armazenamento e semeadura. Pode-se utilizar peneiras de malha de 12 mm como padrão na classificação de sementes de *J. curcas*.

Franken (2010) recomendou a utilização de sementes de tamanho e peso maior; enquanto Araujo et al. (2011a) verificou que o tamanho das sementes não influencia a qualidade fisiológica, o mesmo não ocorrendo com a massa específica, onde as sementes mais pesadas apresentaram qualidade fisiológica maior.

## **2.6 Avaliação da Qualidade de Sementes**

Tendo como base a expressiva utilização de sementes na produção agrícola brasileira e mundial, necessário se faz a utilização de métodos padronizados que permitam a avaliação da qualidade de sementes, ou em outras palavras, a avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes.

A avaliação da qualidade de um lote de sementes requer a utilização de metodologias padronizadas, de forma que os testes possam ser reproduzíveis em qualquer laboratório com o mesmo material genético; entretanto, as Regras para Análise de Sementes não apresentam ainda padrões e metodologia própria para uma série de espécies florestais, ornamentais e medicinais (PINÃ-RODRIGUES et al., 2004); como é o caso de *Jatropha curcas*.

### **2.6.1 Teste de germinação**

Considerando que a tomada de decisão durante o manejo e comercialização das sementes é efetuada de acordo com a qualidade dos lotes de sementes, indispensável se faz as informações referentes à viabilidade destas. Nesta busca vários são os testes que compõe a análise das sementes, como é o caso do teste de germinação (MARCOS FILHO et al., 1987). Sua condução segue as instruções contidas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) que define a germinação, em testes de laboratório, como a emergência e desenvolvimento das

estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo.

Infelizmente não existem padrões para o teste de germinação para várias espécies como é o caso da *Jatropha curcas* L., sendo atualmente realizados vários estudos que permitam identificar as melhores condições para realização do teste referente aos substratos, período e temperatura durante a condução do teste.

Conforme Martins et al.(2008), o processo de germinação de sementes de pinhão-manso é positivamente influenciado quando o substrato utilizado for areia ou rolo de papel propiciando maiores velocidades e porcentagens finais de germinação, sobretudo em temperatura alternada de 20-30°C.

Mota et al.(2011), estudando as temperaturas 20, 25, 30 e 20-30°C para execução do teste de germinação, verificaram que as temperaturas constantes de 20 e 25°C são as mais favoráveis para avaliação da germinação e vigor, enquanto que a temperatura alternada de 20-30°C comprometem o desempenho das sementes do pinhão-manso. Semelhantemente, Heinz et al. (2011) observou resultados ainda melhores quando a temperatura utilizada para o teste foi de 25°C.

O processo germinativo de *J. curcas* é rápido, podendo ser realizada a semeadura diretamente no solo ou através da produção de mudas em casa de vegetação, a profundidade de semeadura não deve ultrapassar 2 centímetros, devendo a extremidade da semente ser virada levemente para baixo enquanto a porção mais arredondada deve ficar para cima (FRANKEN, 2010).

Alguns autores têm observado a presença de níveis de dormência em sementes de pinhão-manso. Conforme Galema (2010), altos níveis de viabilidade e baixos níveis de germinação após a colheita indicam dormência primária. Gour (2006) destacou que sementes recém-colhidas devem ser mantidas durante um mês à temperatura ambiente para superação da dormência e adequada germinação, já que há indícios da dormência primária em sementes de pinhão-manso, porém, não sendo necessários pré-tratamentos.

### 2.6.2 Teste de tetrazólio

Embora o teste de germinação seja extremamente importante o período para sua realização é somente completado após vários dias, semanas ou até

meses, principalmente em espécies que requerem tratamento adicional para superar a dormência, somadas à dificuldade deste teste caracterizar o estágio de deterioração das sementes. Assim a utilização de métodos que determinem em um período relativamente curto o potencial de germinação de um lote de sementes assume grande importância em programas de produção de sementes (MARCOS FILHO et al., 1987).

Dentre os métodos existentes, o teste de tetrazólio é um método rápido para estimar a viabilidade e o vigor de sementes, com base na alteração da coloração de tecidos vivos, em presença de uma solução de cloreto de 2,3,5-trifenil tetrazólio, refletindo a atividade do sistema de enzimas desidrogenases, intimamente relacionado à viabilidade das sementes (MARCOS FILHO, 2005). Isso porque as enzimas desidrogenases, entre as quais estão a xantina oxidase e a diaforase, estão envolvidas na atividade respiratória de sistemas biológicos e que durante o teste de tetrazólio agem transferindo íons  $H^+$ , liberados pela respiração de tecidos vivos para o sal de tetrazólio, que é reduzido formando-se um composto insolúvel de coloração vermelha conhecido como formazan (MARCOS FILHO et al., 1987).

A coloração resultante da reação é uma indicação positiva da viabilidade através da detecção da respiração a nível celular; destarte, coloração vermelho carmin claro se formará em tecidos vigorosos, e vermelho mais intenso será visualizado em tecidos em deterioração em virtude da maior difusão da solução de sal de tetrazólio por estas membranas celulares; enquanto que em tecidos mortos a redução do sal não ocorrerá e a indicação da inviabilidade será observada através da cor branca (não colorido) (FRANÇA NETO et al., 1998).

Marcos Filho (2005) defendeu que entre os métodos disponíveis para obtenção rápida de informações sobre o potencial fisiológico de sementes o teste de tetrazólio é o mais completo e eficiente; e que segundo Krzyanowski et al. (1999) propicia informações valiosas sobre vigor, além de possibilitar o diagnóstico dos principais problemas que afetam a qualidade de sementes.

Segundo Brenha et al. (2011), o teste de tetrazólio em sementes de pinhão-manso deve ser realizado na concentração de 0,5% de sal de tetrazólio, em um período de 6 horas de imersão, a 40°C. As sementes devem ser pré-embebidas com o tegumento com posterior retirada para a imersão na solução de tetrazólio, utilizando o corte longitudinal no sentido transversal da abertura dos cotilédones para a avaliação da viabilidade. Brasileiro et al. (2011) verificaram que o

procedimento mais adequado deve levar em conta o pré-condicionamento das sementes entre papel toalha por 16 horas, seguido de remoção do tegumento, corte longitudinal mediano, com imersão em solução de 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio a 0,1% em BOD, por 120 minutos, a 40° C.

Segundo Höring (2008), o teste de tetrazólio mostra-se satisfatório para determinação de vigor e viabilidade de sementes de pinhão-manso, pois, obteve correlação positiva com o teste de germinação. Da mesma forma, Pinto Junior (2010) encontrou correlação positiva entre o teste de germinação em laboratório e o teste de tetrazólio para sementes armazenadas em câmara fria durante seis meses.

Pinto et al. (2009) observaram a eficiência da utilização do teste de tetrazólio e de raios X na avaliação da viabilidade de sementes de pinhão-manso, especialmente quando da hidratação das sementes entre papel até atingir 30% em água, seguida da remoção do tegumento, com a utilização de 0,5% de tetrazólio durante 120 minutos no escuro a 40°C.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivos Gerais**

Determinar o tipo de secagem que possibilita a manutenção da qualidade fisiológica de sementes de pinhão-mansó durante o armazenamento.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- 1) Avaliar o efeito da secagem na presença e ausência do fruto (pericarpo) na qualidade fisiológica das sementes;
- 2) Avaliar o efeito da secagem ao sol e à sombra na qualidade fisiológica das sementes;
- 3) Avaliar o efeito da condição controlada e não controlada de armazenamento na qualidade fisiológica das sementes;

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Local de Condução do Experimento**

O estudo foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes e Mudanças da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – *Campus* de Marechal Cândido Rondon.

### **4.2 Material Vegetal e Montagem do Experimento**

Frutos de *Jatropha curcas* L. foram colhidos no município de Dourados, no estado do Mato Grosso do Sul, em área experimental do Centro de Pesquisas Agropecuária Oeste (CPAO) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA); nas coordenadas geográficas 22°05'45''S de latitude, 55°18'50''W de longitude e 485 metros de altitude. O solo da área experimental é classificado como Latossolo vermelho distrófico. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cwa (clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos), com a temperatura dos meses mais frios (junho e julho) inferior a 18°C e do mês mais quente (janeiro) superior a 22°C (FIETZ e FISCH, 2008).

Os frutos secos foram colhidos manualmente na primeira quinzena de maio de 2010. O estádio caracterizou-se pela coloração marrom e início de deiscência. Imediatamente após a colheita os frutos foram acondicionados em sacos de rafia e transportados para o laboratório para secagem e beneficiamento.

No laboratório realizou-se prévia seleção e homogeneização do material para retirada de frutos de coloração verde e/ou amarelada, restos da cultura e pragas. O peso dos frutos foi utilizado como parâmetro para amostragem do lote e garantia do número suficiente de sementes para a realização dos testes.

### **4.3 Tipo de Secagem**

Foram empregados quatro tipos de secagem:

- a) Secagem de frutos ao sol;
- b) Secagem de frutos à sombra;
- c) Secagem de sementes ao sol e;
- d) Secagem de sementes à sombra.

Na secagem tipo a, os frutos após o recebimento e seleção foram imediatamente postos sob mesa de secagem, de malha de sombrite branco 70% presa em suporte de madeira de pinho, de dimensão 1,2m de comprimento, 0,7m de largura e borda de 0,12m de altura; estas permaneceram a 0,5m da superfície, sob terreno plano com cobertura de pedras brita, nas proximidades do Laboratório de Tecnologia de Sementes e Mudas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Na secagem tipo b, os frutos foram igualmente recebidos, selecionados e postos sob armação de madeira confeccionada com tela de nylon permanecendo em laboratório a 20 centímetros da bancada de concreto.

Paralelamente, na secagem tipo c, retirou-se a casca (pericarpo) dos frutos e as sementes contidas em seu interior foram homogeneizadas, levadas para a mesa de secagem e dispostas nas mesmas condições daquela usada para a secagem tipo a.

Na secagem tipo d, retirou-se a casca (pericarpo) dos frutos, sendo as sementes homogeneizadas e postas sob armação de madeira com tela de nylon permanecendo em laboratório a 20 centímetros da bancada de concreto.

Durante a realização da secagem, as condições atmosféricas tanto ao ar livre como em laboratório foram acompanhadas através de Termo Hígro Monitor, modelo THC, que registrou em dois horários a temperatura e umidade relativa do ar para ambos os ambientes.

Na secagem dos frutos e das sementes ao sol, a mesa de secagem era mantida em abrigo das 18 horas da tarde até às 8 horas da manhã; o mesmo ocorria quando da ocorrência de precipitações pluviométricas.

Em cada um dos tipos de secagem utilizados, tomou-se o cuidado para que a camada de frutos ou sementes não ultrapassasse três centímetros de espessura. O revolvimento e inversão dos frutos e sementes nas mesas de secagem auxiliaram para que o processo de secagem ocorresse de forma homogênea.

Diariamente amostras eram retiradas para mensurar o grau de umidade das sementes, através do método de secagem em estufa por 24 horas a  $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$  (BRASIL, 2009), dando suporte na decisão da data de término do processo de

secagem. Diante dos objetivos do estudo e embasamento teórico, preferiu-se pela secagem das sementes até que estas atingissem teor de água inferior a 10%.

#### **4.4 Ambiente e Período de Armazenamento**

Após a secagem executou-se o descascamento manual dos frutos provindos da secagem dos tipos a e b. As sementes após a secagem foram acondicionadas em embalagens permeáveis de algodão do tipo Saco cru fechado 165, da empresa Artepano, de dimensão 55 cm x 80 cm.

Foram utilizados dois ambientes de armazenamento:

- 1) Armazenamento sob condições não controladas de umidade e temperatura em laboratório.
- 2) Armazenamento em câmara fria de dimensão 4 x 2,5 m sob temperatura de  $14 \pm 2^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa do ar de 65-80%, controladas através de condicionador de ar de 90 BTUs e desumidificador.

O período de armazenamento foi de zero (sem armazenamento) três, seis, nove, doze e quinze meses.

##### **4.4.1 Monitoramento de Temperatura e Umidade Relativa do Ar**

Durante o período de armazenamento, a temperatura e umidade do ar da câmara fria foi monitorada diariamente com o auxílio de Data logger, modelo AK275 (-40 a +85°C/ 0 a 100% UR).

Para o monitoramento das condições climáticas das sementes armazenadas em laboratório, utilizaram-se os dados climáticos provenientes da Estação Climatológica Automática A820; localizada na Estação Experimental Prof. Dr Antônio Carlos dos Santos Pessoa, situada no município de Marechal Cândido Rondon; que registrou os dados de temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C) e umidade relativa do ar (%).

## 4.5 Variáveis Avaliadas

### 4.5.1 Caracterização Morfométrica das Sementes

As variáveis empregadas na caracterização morfométrica das sementes envolveram a mensuração do comprimento, largura e espessura, com quatro repetições de cinco sementes para cada condição de secagem e ambiente de armazenamento utilizado; com auxílio de paquímetro digital de precisão em 0,01 milímetros.

Para tanto, considerou-se o comprimento como a medida da parte distal da semente, equivalente a maior distância compreendida entre as extremidades; a largura como medida transversal ao comprimento e, espessura a medida adjacente a largura tendo como base a porção achatada da semente. Os valores foram expressos em milímetros.

### 4.5.2 Determinação do teor de água e massa de mil sementes

Para a determinação da massa de mil sementes, utilizaram-se oito repetições de 100 sementes pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 gramas, para cada tipo de secagem e ambiente de armazenamento utilizado; segundo a metodologia oficial contida na Regra de Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

As sementes também foram caracterizadas quanto ao grau de umidade, realizada pelo método de secagem em estufa por 24 horas a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  em cinco repetições de dez sementes fragmentadas através de golpes com martelo de borracha (BRASIL, 2009). Os valores foram expressos em porcentagem na base úmida.

### 4.5.3 Teste de germinação

Para o teste de germinação utilizaram-se quatro repetições de 25 sementes para cada período e ambiente de armazenamento. Por não existirem critérios oficiais

publicados nas normas oficiais para análise de sementes de pinhão-manso, optou-se pela utilização do substrato rolo de papel.

As sementes foram semeadas em papel do tipo germitest, umedecido com 2,5 vezes o seu peso em água destilada e levadas para câmara de germinação do tipo BOD na presença de luz; fotoperíodo de 12 horas e temperatura constante de  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Os substratos foram reumedecidos conforme a necessidade, sendo realizadas contagens diárias para a avaliação da germinação das sementes durante o período de 21 dias.

Nas condições do estudo, o parâmetro adotado para semente germinada de pinhão-manso para o substrato rolo de papel foi a protusão da radícula, ruptura total do tegumento e início da emissão dos cotilédones, como pode ser observado na Figura 1.

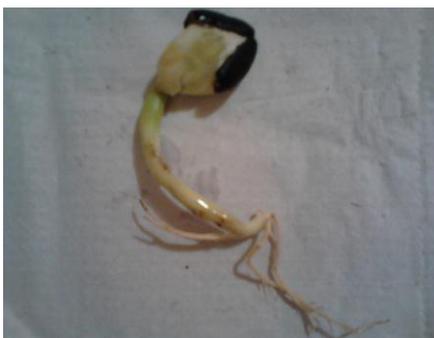


Figura 1. Germinação de semente de pinhão-manso em rolo de papel. Fonte: Tania Helena Neunfeld, UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon – PR, 2011.

#### 4.5.4 Teste de tetrazólio

Para determinação da viabilidade de sementes realizou-se o teste de tetrazólio segundo metodologia adaptada por França Neto et al. (1998) e empregada por Höring (2008) e Pinto Júnior (2010), que consistiu na retirada do tegumento com auxílio de morsa possibilitando o uso do albúmen (endosperma envolvendo os tecidos embrionários).

Quatro repetições de 25 albúmens foram submetidos à embebição em rolo de papel umedecido com 2,5 vezes sua massa, acondicionados em câmaras de germinação reguladas a temperatura de  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , onde permaneceram por 16 horas. Posteriormente, os albúmens foram transferidos para béquer de vidro de 100 mL, com adição de 60 mL da solução de 2,3,5 trifênil cloreto de tetrazólio na

concentração de 0,1%, permanecendo durante quatro horas em câmara do tipo BOD, com temperatura controlada de  $40 \pm 2^\circ\text{C}$ , na ausência de luz.

Transcorrido o período da reação, os albúmens já coloridos foram lavados em água corrente para retirada do excesso da solução de tetrazólio e mantidos imersos em água até o momento da avaliação. Para tanto, os albúmens foram seccionados longitudinalmente e analisados sob estereoscópio, marca Zeiss, com seis aumentos (6x), para observação de possíveis danos externos e internos, coloração, presença de manchas, lesões e fraturas, dando-se especial atenção quanto à região afetada (principalmente em regiões vitais, cotilédones e eixo embrionário) e extensão dos danos.

#### 4.5.4.1 Método de classificação

Devido à importância do correto diagnóstico do teste de tetrazólio, elaborou-se ficha de avaliação para caracterização e padronização dos resultados obtidos. O método de classificação utilizado apresentava oito níveis subdivididos em duas classes. A primeira classe representava as sementes viáveis e a segunda classe, sementes inviáveis. A classificação completa encontra-se na Tabela 1, e na Figura 2 pode-se visualizar a aplicação desta classificação

Tabela 1. Classificação para avaliação de níveis de viabilidade e vigor em sementes de pinhão-mansão no teste de tetrazólio.

Classes	Níveis	Descrição
1ª Classe	Nível 1	Sementes viáveis de alto vigor, tecidos sem lesão, manchas ou fraturas, coloração rósea (carmim), estruturas vitais intactas.
	Nível 2	Sementes viáveis de alto vigor, tecidos com diminutas lesões, manchas ou fraturas, leve alteração na coloração, estruturas vitais intactas.
	Nível 3	Sementes viáveis de vigor intermediário, pequenas lesões, manchas ou fraturas no endosperma, alteração na coloração, estruturas vitais intactas.
	Nível 4	Sementes viáveis de baixo vigor, lesões, manchas ou

		fraturas de média extensão no endosperma, coloração avermelhada forte, estruturas vitais intactas.
2ª Classe	Nível 1	Sementes não viáveis, grandes lesões no endosperma que atingem também o embrião, coloração avermelhada forte alternada com manchas branca leitosas.
	Nível 2	Sementes não viáveis, com a maior porção do endosperma atingido por lesões e fraturas, anormalidade embrionária.
	Nível 3	Sementes não viáveis, endosperma e embrião com lesões necróticas, anormalidade embrionária, predominância da coloração branca leitosa.
	Nível 4	Sementes não viáveis, estruturas amolecidas e deformadas, endosperma e embrião com lesões necróticas, anormalidade embrionária, predominância da coloração branca leitosa.

1º Classe:

Nível 1



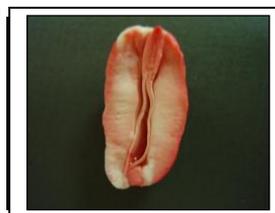
Nível 2



Nível 3

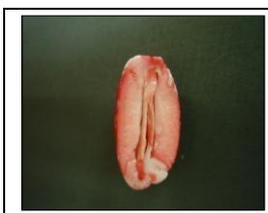


Nível 4



2º Classe:

Nível 1



Nível 2



Nível 3



Nível 4



Figura 2. Teste de tetrazólio de sementes de pinhão-manso. Fonte: Tania Helena Neunfeld, UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon – PR, 2011.

#### 4.5.5 Testes de vigor

Durante o teste de germinação, as sementes foram avaliadas quanto à velocidade de germinação (VG) segundo metodologia recomendada por Czabator (1962), calculada segundo fórmula abaixo:

$$VG = MDG (Final) \times VP$$

sendo:

VG = valor de germinação;

MDG = média diária de germinação, que é a medida do total de germinação, obtida pela divisão da porcentagem de germinação acumulada pelo número de dias contados a partir do início do teste;

VP = valor pico é a expressão da velocidade de germinação, sendo o valor máximo da MDG, atingido em algum momento no decorrer do teste.

Segundo classificação para o teste de tetrazólio, se considerou os níveis de 1 a 4 da 1ª Classe as sementes viáveis e os níveis 1 a 2 as sementes vigorosas, efetuando-se o cálculo da porcentagem destas sementes para cada tratamento.

#### 4.6 Análise dos dados

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2x6, constituídos de quatro tipos de beneficiamento (1) secagem de frutos ao sol, 2) secagem de frutos à sombra, 3) secagem de sementes ao sol e 4) secagem de sementes à sombra), dois ambientes de armazenamento (a) laboratório – condições atmosféricas não controladas e b) câmara fria) e seis períodos de armazenamento (zero – sem armazenamento, três, seis, nove, doze e quinze meses).

Os dados obtidos foram analisados utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000). Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste “F”; as médias para tipos de secagem e ambiente de armazenamento comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade, enquanto as médias correspondentes aos períodos de armazenamento e interações foram submetidas à análise de regressão.

As análises de correlação pelo coeficiente linear de Pearson foram realizadas através do programa estatístico GENES (CRUZ, 2006).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Condições Climáticas

Através do acompanhamento diário do grau de umidade das sementes submetidas à secagem, o material vegetal permaneceu por 192 horas (8 dias) sob as condições impostas ao estudo, independente do tipo de secagem empregada como ilustrado na Figura 3.

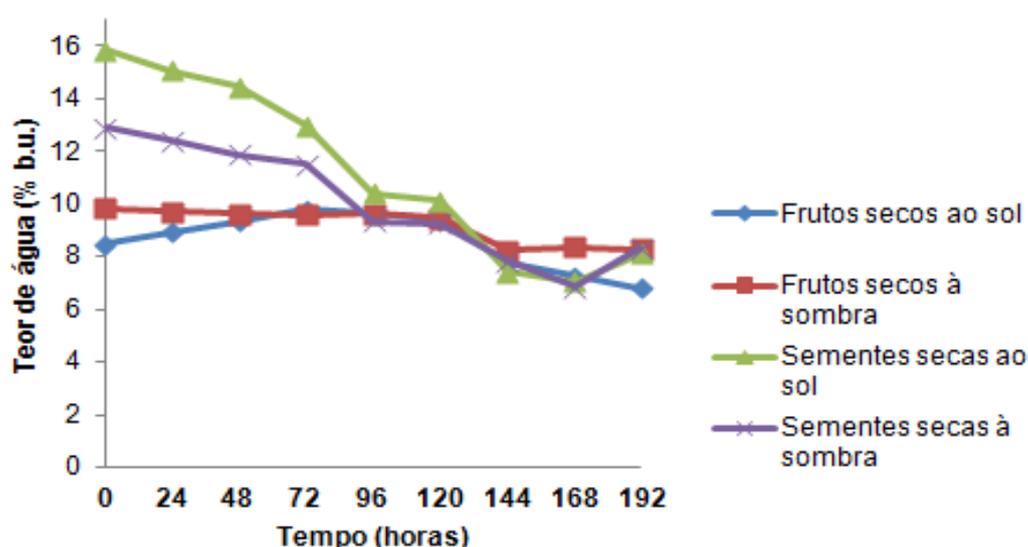


Figura 3. Teor de água (% b.u.) durante o processo de secagem de frutos e sementes de pinhão-manso, Marechal Cândido Rondon, 2010.

O registro da temperatura e umidade relativa do ar durante a secagem para os dois ambientes utilizados (ao sol e à sombra) estão representados na Figura 4, onde se observa aos 7 e 8 dias de secagem diminuição da temperatura e acréscimo da umidade relativa do ar para a condição secagem ao sol. Este resultado que antecedeu um período de grande precipitação pluviométrica pode estar relacionado com a posterior qualidade das sementes, ainda que o teor de água das sementes estivesse próximo.

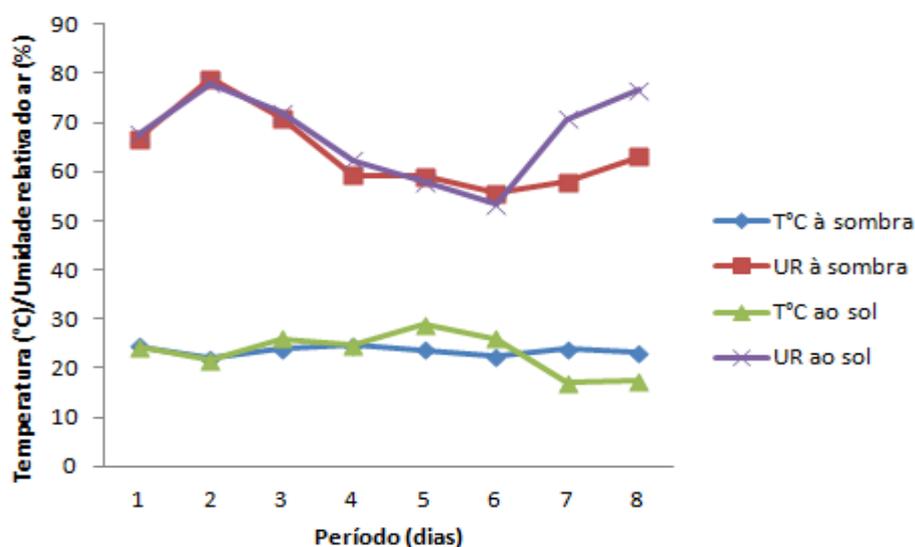


Figura 4. Temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) durante o período de secagem das sementes e frutos de pinhão-mansó ao sol e à sombra, Marechal Cândido Rondon, 2011.

Os dados climáticos durante o período de maio de 2010 a agosto de 2011 provenientes da Estação Climatológica Automática A820, sinalizando as condições impostas às sementes armazenadas em ambiente; indicaram temperaturas mínimas próximas a 0°C nos meses de junho, julho e agosto de 2010 e 2011, e temperaturas máximas ultrapassando 30°C no demais meses. Enquanto a umidade relativa média do ar encontrava-se elevada (acima de 65%) durante os 15 meses de avaliação (Figura 5).

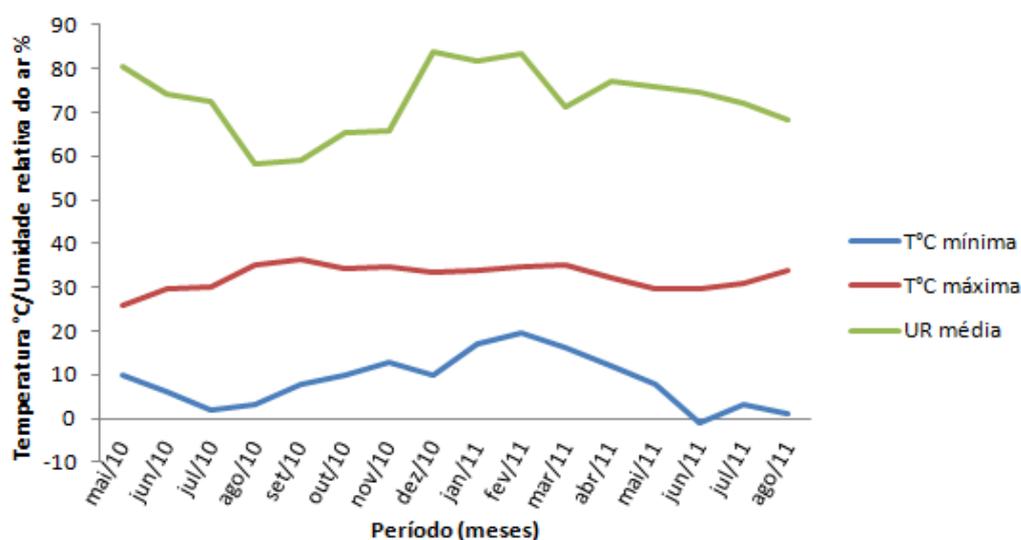


Figura 5. Temperatura e umidade relativa em ambiente não controlado (laboratório) durante os 15 meses de armazenamento de sementes de pinhão-mansó, Marechal Cândido Rondon, 2011.

Paralelamente, observou-se com o auxílio de Data logger que as condições climáticas na câmara fria, mantiveram-se estáveis e praticamente inalteráveis ao nível de 13-14°C de temperatura e umidade relativa do ar entre 65-80%.

## 5.2 Características Biométricas

A mensuração do comprimento das sementes, conforme Tabela 2, revelou a inexistência de diferenças estatísticas para esta variável quando comparado os ambientes de armazenamento, ao passo que sementes submetidas ao tipo de secagem Fruto Sol, indicaram a presença de sementes de tamanho menor, porém, condizentes com o proposto por Paramathma e Srimathi (2006) que concordam com a utilização de sementes de tamanho maior de 12 mm de comprimento como padrão.

Tabela 2. Médias de comprimento (mm) de sementes de pinhão-manso submetidas a quatro tipos de secagem e armazenadas em dois ambientes por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 meses.

Secagem	Armazenamento		Médias
	Laboratório	Câmara Fria	
Semente sol	17,98 aA*	18,04 abA	18,01 a
Semente sombra	17,70 abA	18,08 aA	19,89 a
Fruto sol	17,10 cA	17,45 bA	17,27 b
Fruto sombra	17,96 aA	18,02 abA	17,99 a
Médias	17,68 a	17,89 a	
F(secagem)		8,719**	
F (armazenamento)		3,239 <sup>ns</sup>	
DMS (secagem)		0,4343	
DMS (armazenamento)		0,2335	
CV (%)		4,2	

\*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. \*\*: significativo a 1%, ns: não significativo.

Similarmente, as médias para largura (Tabela 3) e espessura (Tabela 4) das sementes de *J. curcas*, indicaram valores semelhantes tanto para os tipos de secagem e ambientes de armazenamento, o que demonstra a classificação e utilização de um lote morfometricamente homogêneo e, que não houve efeito dos tipos de secagem nas características biométricas (largura e espessura) de sementes de pinhão-manso.

O tamanho das sementes está diretamente relacionado com vários fatores como a nutrição da planta-mãe, genótipo, práticas culturais e condições ambientais durante a produção; onde se observa que as dimensões encontradas neste estudo são semelhantes a encontradas em trabalhos como o de Christro et al. (2011).

Tabela 3. Médias de largura (mm) de sementes de pinhão-mansó submetidas a quatro tipos de secagem e armazenadas em dois ambientes por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 meses

Secagem	Armazenamento		Médias
	Laboratório	Câmara Fria	
Semente sol	10,78 aA*	10,87 aA	10,83 a
Semente sombra	10,91 aA	10,78 aA	10,84 a
Fruto sol	10,74 aA	10,79 aA	10,77 a
Fruto sombra	10,70 aA	10,80 aA	10,75 a
Médias	10,78 a	10,81 a	
F(secagem)		0,443 <sup>ns</sup>	
F (armazenamento)		0,148 <sup>ns</sup>	
DMS (secagem)		0,2533	
DMS (armazenamento)		0,1362	
CV (%)		4,04	

\*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. ns: não significativo.

Tabela 4. Médias de espessura (mm) de sementes de pinhão-mansó submetidas a quatro tipos de secagem e armazenadas em dois ambientes por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 meses.

Secagem	Armazenamento		Médias
	Laboratório	Câmara Fria	
Semente sol	8,56 aA	8,67 aA	8,61 a
Semente sombra	8,57 aA	8,52 aA	8,55 a
Fruto sol	8,42 aA	8,31 aA	8,37 a
Fruto sombra	8,64 aA	8,55 aA	8,60 a
Médias	8,55 a	8,51 a	
F(secagem)		2,264 <sup>ns</sup>	
F (armazenamento)		0,210 <sup>ns</sup>	
DMS (secagem)		0,2745	
DMS (armazenamento)		0,1476	
CV (%)		5,54	

\*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. ns: não significativo.

### 5.3 Massa de Mil Sementes e Teor de Água

As informações quanto à massa de mil sementes (Tabela 5) e teor de água (Tabela 6) obtidas após a secagem e armazenamento, revelam maiores valores para

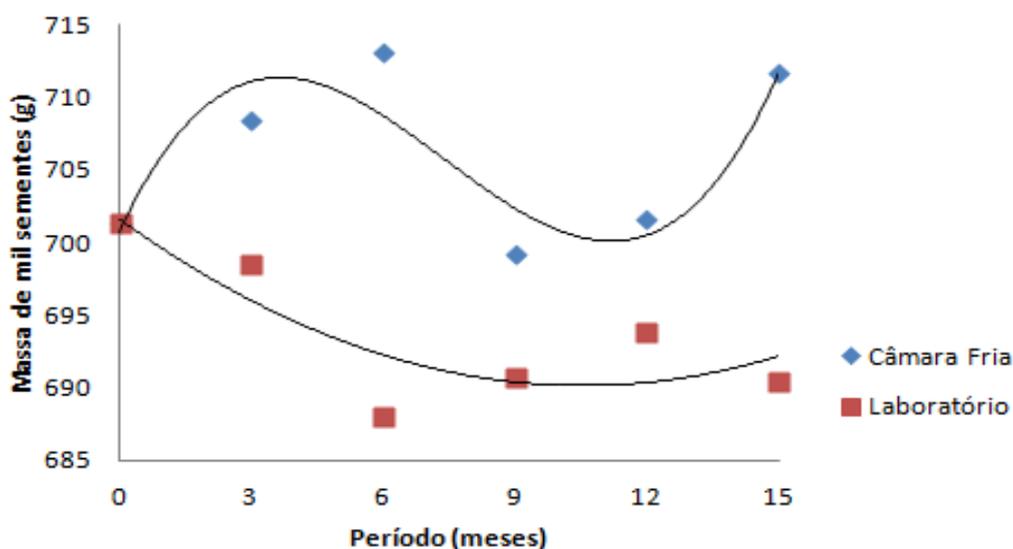
as sementes condicionadas ao armazenamento em Câmara fria bem como para sementes submetidas à secagem do tipo Fruto sombra. Estes resultados permitem-nos inferir que o grau de umidade aos quais as sementes foram levadas ao ambiente de armazenamento, (conforme apresentado na Figura 3, às 192 horas) somado ao fato da utilização de embalagem permeável, favoreceu as trocas gasosas e a absorção de umidade do ar com o conseqüente aumento do teor de água das sementes. Assim, o aumento do teor de água das sementes elevou a massa de mil sementes, que é utilizada para calcular a densidade de semeadura, o número de sementes por embalagem e dá ideia do tamanho das sementes, estado de maturidade e sanidade (BRASIL, 2009).

Teores de água maior para sementes armazenadas em embalagem permeável e em câmara fria também foram encontrados por Pinto Junior (2010) no armazenamento de pinhão-manso pelo período de seis meses, na comparação com ambiente de geladeira e laboratório (condições não controladas) e utilização de plástico e vidro.

Tabela 5. Massa de mil sementes (g) de sementes de pinhão-manso submetidas a quatro tipos de secagem e armazenadas em dois ambientes por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 meses.

Secagem	Armazenamento		Médias
	Laboratório	Câmara Fria	
Semente sol	688,88 bB	702,39 bA	695,63 b
Semente sombra	696,03 abB	702,31 bA	699,17 b
Fruto sol	691,49 abB	705,45 bA	698,47 b
Fruto sombra	698,89 aB	713,45 aA	706,17 a
Médias	693,82 b	705,90 a	
F(secagem – Sec.)		8,407**	
F (armazenamento – Arm.)		61,184**	
F (período – Per.)		2,571*	
F (Arm. x Per.)		6,057**	
DMS (secagem)		0,5638	
DMS (armazenamento)		0,3037	
CV (%)		2,16	

\*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. \*\*: significativo a 1%, \*: significativo a 5%.



Câmara Fria:  $y = 0,053x^3 - 1,18x^2 + 6,5104x + 700,76$ ,  $R^2 = 0,7851$

Laboratório:  $y = 0,1032x^2 - 2,1773x + 701,64$ ,  $R^2 = 0,7078$

Figura 6. Massa de mil sementes (g) de pinhão-mansão em função de diferentes ambientes e períodos de armazenamento, Marechal Cândido Rondon, 2011.

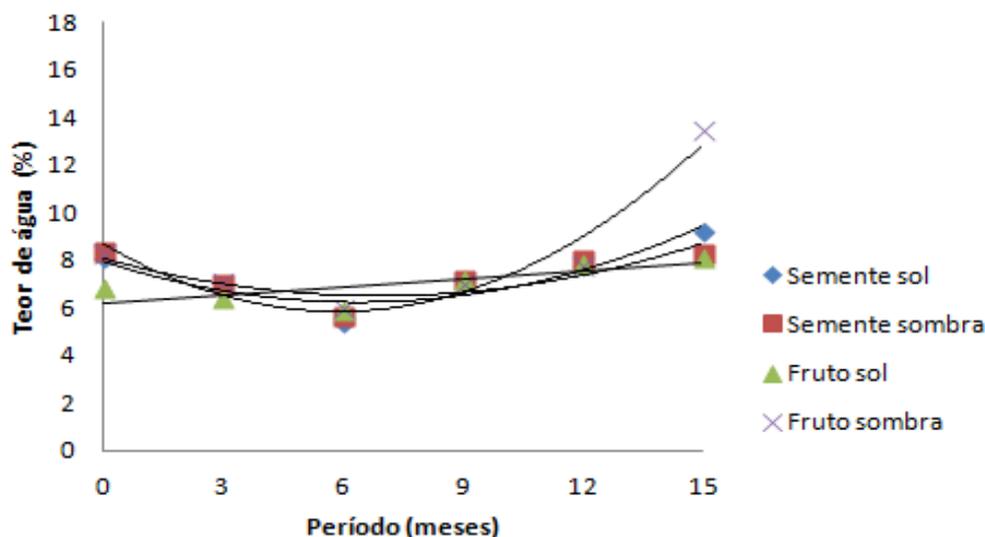
O aumento ao final dos 15 meses de armazenamento da massa de mil sementes (Figura 6), bem como do teor de água das sementes (Figura 7), podem ser usados como indício de atividade microbiológica que devido à alta umidade do ambiente, se acentuou com o decorrer do período.

Como observado por Marcos Filho (2005), na maioria das espécies durante o processo de deterioração das sementes, os fungos de armazenamento - como é o caso dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* - desenvolvem-se e, à medida que a atividade destes se intensifica, há elevação do grau de umidade das sementes, resultado do aumento da respiração e do consumo ou alteração na constituição das reservas que culminam com o aumento da atividade de bactérias e insetos e na perda do vigor das sementes.

Tabela 6. Teor de água (%b.u.) de sementes de pinhão-mansó submetidas a quatro tipos de secagem e armazenadas em dois ambientes por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 meses.

Secagem	Armazenamento		Médias
	Laboratório	Câmara Fria	
Semente sol	7,26 abA	7,58 bA	7,42 b
Semente sombra	6,91 abA	7,89 bA	7,40 b
Fruto sol	6,39 bB	7,70 bA	7,04 b
Fruto sombra	8,25 aB	9,46 aA	8,85 a
Médias	7,20 b	8,16 a	
F(secagem – Sec.)		7,267**	
F (armazenamento – Arm.)		10,288**	
F (período – Per.)		20,354**	
F (Sec. x Per.)		4,782**	
DMS (secagem)		1,0915	
DMS (armazenamento)		0,5872	
CV (%)		30,03	

\*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. \*\*: significativo a 1%.



$$\text{Semente sol: } y = 0,0427x^2 - 0,5429x + 7,9607, R^2 = 0,8521$$

$$\text{Semente sombra: } y = 0,0334x^2 - 0,4587x + 8,0836, R^2 = 0,6718$$

$$\text{Fruto sol: } y = 0,1165x + 6,1681, R^2 = 0,5993$$

$$\text{Fruto sombra: } y = 0,1101x^2 - 1,2479x + 8,9893, R^2 = 0,896$$

Figura 7. Teor de água (% b.u.) de sementes de pinhão-mansó em função de diferentes tipos de secagem e períodos de armazenamento, Marechal Cândido Rondon, 2011.

## 5.4 Porcentagem de Germinação

As médias para porcentagem de germinação em substrato rolo de papel não demonstraram diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade na comparação entre os ambientes de armazenamento (laboratório e câmara fria) e entre os quatro tipos de secagem, com resultados acima de 80% de germinação em todas as condições (Tabela 7). Resultados estes que discordam com o proposto por Joker e Jepsen (2003), Gour (2006) e Galema (2010) sobre a não realização de secagem de sementes ao sol.

Tabela 7. Médias de germinação (%) de sementes de pinhão-manso em substrato rolo de papel, submetidas à quatro tipos de secagem e armazenados em dois ambientes por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 meses.

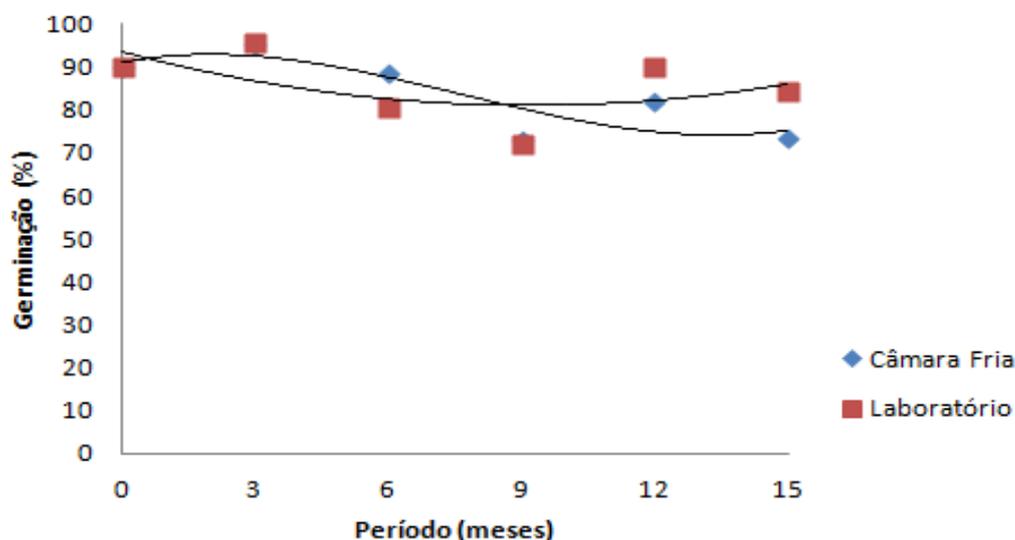
Secagem	Armazenamento		Médias
	Laboratório	Câmara Fria	
Semente sol	86,00 aA*	83,50 aA	84,75 a
Semente sombra	86,50 aA	85,83 aA	86,17 a
Fruto sol	84,17 aA	82,83 aA	83,50 a
Fruto sombra	84,67 aA	82,17 aA	83,42 a
Médias	85,33 a	83,58 a	
F(secagem – Sec.)		1,322 <sup>ns</sup>	
F (armazenamento – Arm.)		2,425 <sup>ns</sup>	
F (período – Per.)		34,293**	
F (Arm. x Per.)		6,223**	
DMS (secagem)		4,1318	
DMS (armazenamento)		2,2211	
CV (%)		9,22	

\*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. ns: não significativo, \*\*: significativo a 1%.

Interação significativa foi observada para as condições de armazenamento, ambiente e período (Figura 8), onde nota-se redução na porcentagem de germinação aos seis e nove meses de armazenamento com retomada nos meses seguintes (12 e 15 meses). Höring (2008), também objetivando verificar a influência do período de armazenamento na qualidade de sementes de *J. curcas*, verificou porcentagens de germinação maiores aos 17 e 40 dias de armazenamento (média de 71%) se comparados com períodos de 66, 108 e 164 dias (média de 52%).

Pinto Junior (2010), utilizando o substrato rolo de papel, não observou efeito significativo para os ambientes de armazenamento (geladeira, laboratório e câmara fria) para o teste de porcentagem de germinação após três e seis meses de

armazenamento; embora maiores reduções ocorreram para a primeira contagem de germinação e porcentagem de germinação nos ambientes de câmara refrigerada (14 a 16°C; 75 a 80% umidade relativa) e laboratório (15 a 31°C; 50 a 98% umidade relativa).



Câmara Fria:  $y = 0,0254x^3 - 0,5869x^2 + 2,0481x + 90,944$ ,  $R^2 = 0,7259$   
 Laboratório:  $y = 0,1478x^2 - 2,7173x + 93,518$ ,  $R^2 = 0,3039$

Figura 8. Porcentagem de germinação de sementes de pinhão-mansinho em substrato rolo de papel em função de diferentes ambientes e períodos de armazenamento, Marechal Cândido Rondon, 2011.

### 5.5 Viabilidade

Analisando os resultados para a porcentagem de sementes viáveis (Tabela 8), obtidas pelo teste de tetrazólio e referente aos níveis 1 a 4 da 1ª Classe vê-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) somente no confronto entre os ambientes de armazenamento, com viabilidade maior para condições de laboratório (88,21%) ao invés da câmara fria (85,83%).

Tabela 8. Médias de viabilidade (%) de sementes de pinhão-manso submetidas a quatro tipos de secagem e armazenados em dois ambientes por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 meses e obtidas pelo teste de tetrazólio

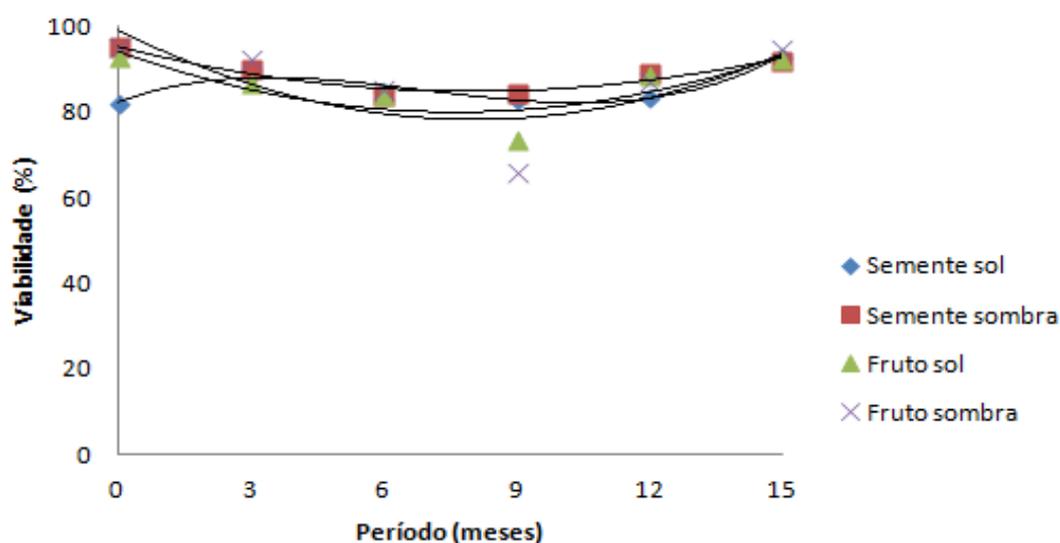
Secagem	Armazenamento		Médias
	Laboratório	Câmara Fria	
Semente sol	86,17 aA*	85,67 aA	85,92 a
Semente sombra	89,67 aA	88,50 aA	89,08 a
Fruto sol	86,67 aA	86,00 aA	86,33 a
Fruto sombra	90,33 aA	83,17 aB	86,75 a
Médias	88,21 a	85,83 b	
F(secagem – Sec.)		1,531 <sup>ns</sup>	
F (armazenamento – Arm.)		4,303*	
F (período – Per.)		17,396**	
F (Sec. x Per.)		2,951**	
F (Arm. x Per.)		2,364*	
DMS (secagem)		4,2097	
DMS (armazenamento)		2,2629	
CV (%)		9,12	

\*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. ns: não significativo, \*: significativo a 1%, \*\*: significativo a 5%.

Houve interação significativa entre os fatores período de armazenamento e tipo de secagem e entre o período de armazenamento e ambiente de armazenamento, como observado nas Figuras 9 e 10. Observou-se reduções na viabilidade aos nove meses de armazenamento, sobretudo para a secagem do tipo fruto sombra e em condições de câmara fria, indicando a influência de altos teores de água das sementes e do ambiente na manutenção da qualidade de sementes.

Não obstante, Araujo et al. (2011c) observaram a eficácia do armazenamento de sementes por até 270 dias em ambiente não controlado, para as condições de Viçosa, MG, tanto em embalagem de plástico como de pano. Os autores sugerem a utilização de ambiente refrigerado com temperatura  $\leq 18-20^{\circ}\text{C}$  para períodos superiores em ambas as embalagens.

Da mesma maneira, Höring (2008) confirmou menor viabilidade de sementes aos 108 dias de armazenamento (58%) com ligeira retomada deste aos 164 dias de armazenamento (62%) em ambiente sombreado não controlado.



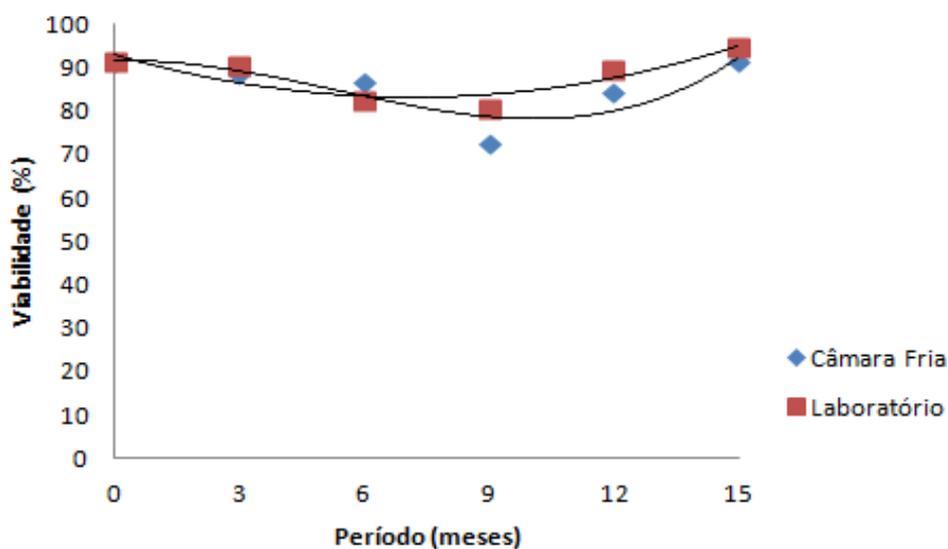
Semente sol:  $y = 0,0348x^3 - 0,7227x^2 + 3,7317x + 82,306$ ,  $R^2 = 0,9682$

Semente sombra:  $y = 0,1627x^2 - 2,6071x + 95,214$ ,  $R^2 = 0,9256$

Fruto sol:  $y = 0,2431x^2 - 3,7125x + 94,125$ ,  $R^2 = 0,6969$

Fruto sombra:  $y = 0,3214x^2 - 5,1881x + 99,143$ ,  $R^2 = 0,5622$

Figura 9. Viabilidade (%) de sementes de pinhão-mansão em função de diferentes tipos de secagem e períodos de armazenamento, Marechal Cândido Rondon, 2011.



Câmara Fria:  $y = 0,03x^3 - 0,4738x^2 + 0,4171x + 91,409$ ,  $R^2 = 0,7281$

Laboratório:  $y = 0,1925x^2 - 2,7512x + 92,964$ ,  $R^2 = 0,7828$

Figura 10. Viabilidade (%) de sementes de pinhão-mansão em função de diferentes ambientes e períodos de armazenamento, Marechal Cândido Rondon, 2011.

## 5.6 Vigor

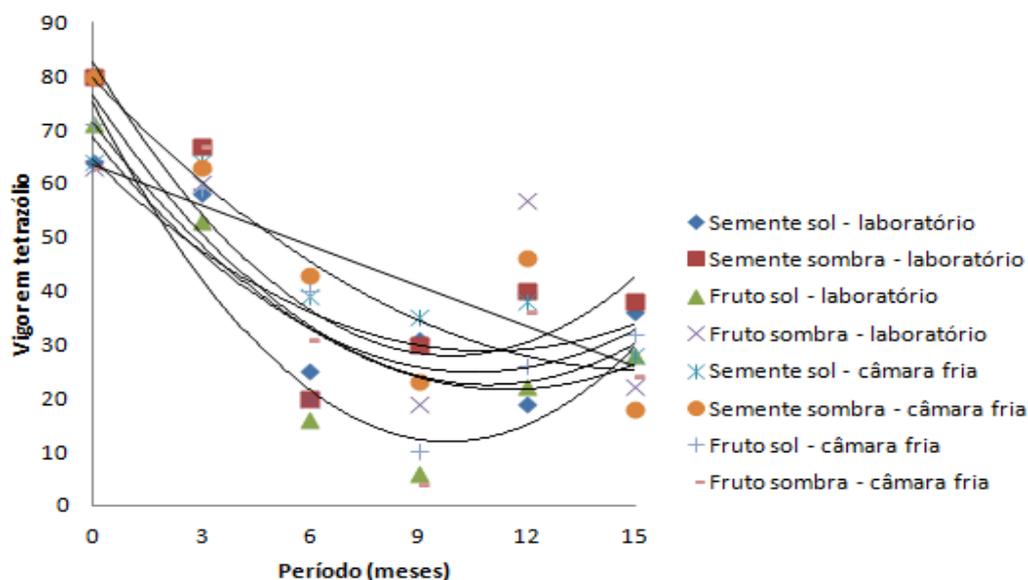
Quanto ao vigor de sementes (Tabela 9), referente aos níveis 1-2 da 1ª Classe do teste de tetrazólio, observou-se significância a 5% entre os tipos de secagem, demonstrando maior vigor de sementes secadas através do método Semente sombra (Tabela 9). Interação significativa também foi observada para os três fatores envolvidos neste estudo (tipo de secagem x ambiente de armazenamento x período de armazenamento) como se vê na Figura 11, com reduções no vigor aos seis e nove meses de armazenamento.

Deve-se lembrar que o vigor reflete a manifestação de um conjunto de características que determinam o potencial para a emergência rápida e uniforme de plântulas, o que torna difícil o desenvolvimento de apenas um teste que indique com precisão razoável o potencial de desempenho das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

Tabela 9. Médias de vigor de sementes de pinhão-manso pelo teste de tetrazólio submetidas a quatro tipos de secagem e armazenadas em dois ambientes por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 meses e obtidas pelo teste de tetrazólio

Secagem	Armazenamento		Médias
	Laboratório	Câmara Fria	
Semente sol	38,83 abB*	44,67 aA	41,75 ab
Semente sombra	45,83 aA	45,50 aA	45,67 a
Fruto sol	32,67 bB	39,67 abA	36,17 c
Fruto sombra	40,17 aA	37,50 bA	38,83 bc
Médias	39,37 a	41,83 a	
F(secagem – Sec.)		8,834**	
F (armazenamento – Arm.)		3,218 <sup>ns</sup>	
F (período – Per.)		142,634**	
F (Sec. x Arm.)		2,932*	
F (Sec. x Per.)		4,685**	
F (Arm. x Per.)		6,182**	
F (Sec. x Arm. x Per.)		1,876*	
DMS (secagem)		5,0388	
DMS (armazenamento)		2,7086	
CV (%)		23,28	

\*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. ns: não significativo, \*\*: significativo a 1%, \*: significativo a 5%.



Semente sol - laboratório:  $y = 0,3948x^2 - 8,3131x + 68,607$ ,  $R^2 = 0,8288$

Semente sombra - laboratório:  $y = 0,5615x^2 - 11,099x + 82,75$ ,  $R^2 = 0,7918$

Fruto sol - laboratório:  $y = 0,6587x^2 - 12,91x + 75,143$ ,  $R^2 = 0,9167$

Fruto sombra - laboratório:  $y = 0,3016x^2 - 6,5714x + 64,571$ ,  $R^2 = 0,3926$

Semente sol - câmara fria:  $y = -2,4952x + 63,381$ ,  $R^2 = 0,8204$

Semente sombra - câmara fria:  $y = 0,2321x^2 - 7,1107x + 79,679$ ,  $R^2 = 0,8088$

Fruto sol - câmara fria:  $y = 0,4563x^2 - 9,931x + 76,5$ ,  $R^2 = 0,8582$

Fruto sombra - câmara fria:  $y = 0,381x^2 - 8,7143x + 71,429$ ,  $R^2 = 0,6469$

Figura 11. Vigor (%) de sementes de pinhão-manso pelo teste de tetrazólio em função de diferentes tipos de secagem, ambientes e períodos de armazenamento, Marechal Cândido Rondon, 2011.

Perante os resultados para velocidade de germinação não se verificou diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) para os tipos de secagem empregados (Tabela 10). A duração do período de secagem pode ter contribuído para este resultado.

Araujo et al. (2011b) comprovaram a redução imediata da qualidade fisiológica de pinhão-manso na secagem de sementes à sombra para redução do teor de água de 32 a 9% durante 456 horas, sugerindo que o tempo gasto na secagem é determinante para a conservação das sementes de pinhão-manso.

As condições de armazenamento em ambiente não controlado (laboratório) permitiram velocidade de germinação maior para sementes germinadas em rolo de papel (Tabela 10) assim como ocorreu para a porcentagem de germinação para o mesmo substrato. Tal situação eleva as chances de os altos teores de umidade relativa presentes em câmara fria estarem diminuindo a qualidade destas sementes.

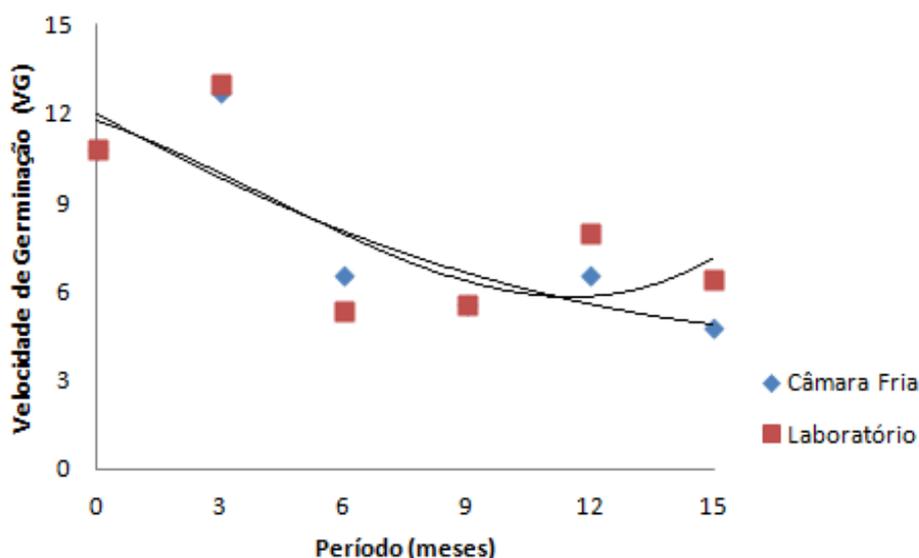
Quanto ao período de armazenamento, da mesma forma que para o vigor relacionado ao teste de tetrazólio, decréscimos na velocidade de germinação ocorreram sobretudo aos seis e nove meses de armazenamento (Figura 12). Também se observou consonância do teste com a porcentagem de germinação e viabilidade para o substrato rolo de papel com qualidade superior aos zero e três meses de armazenamento em laboratório.

Höring (2008) verificou IVG maior para os períodos de armazenamento de 17 e 40 dias diante de períodos de 66, 108 e 164 dias; e para outro teste fisiológico, primeira contagem de germinação, Pinto Junior (2010) observou vigor maior para sementes de pinhão-manso armazenadas durante três e seis meses em geladeira em recipiente impermeável (vidro).

Tabela 10. Velocidade de germinação de sementes de pinhão-manso em substrato rolo de papel, submetidas a quatro tipos de secagem e armazenadas em dois ambientes por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 meses

Secagem	Armazenamento		Médias
	Laboratório	Câmara Fria	
Semente sol	8,42 aA*	7,98 aA	8,20 a
Semente sombra	8,31 aA	8,06 aA	8,19 a
Fruto sol	7,87 aA	7,65 aA	7,76 a
Fruto sombra	8,07 aA	7,59 aA	7,83 a
Médias	8,17 a	7,82 a	
F(secagem – Sec.)		1,310 <sup>ns</sup>	
F (armazenamento – Arm.)		2,982 <sup>ns</sup>	
F (período – Per.)		158,441**	
F (Arm. x Per.)		4,362**	
DMS (secagem)		0,7430	
DMS (armazenamento)		0,3994	
CV (%)		17,50	

\*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. \*\*: significativo a 1%, ns: não significativo.



Câmara Fria:  $y = 0,0206x^2 - 0,7844x + 12,007$ ,  $R^2 = 0,7218$

Laboratório:  $y = 0,0043x^3 - 0,0542x^2 - 0,4646x + 11,765$ ,  $R^2 = 0,539$

Figura 12. Velocidade de germinação de sementes de pinhão-manso em substrato rolo de papel em função de diferentes ambientes e períodos de armazenamento, Marechal Cândido Rondon, 2011.

### 5.7 Correlação de Pearson

Objetivando verificar a dependência dos resultados realizou-se correlação de Pearson, demonstrado na Tabela 11. Onde se pode observar correlação positiva e significativa ao nível de 1% de probabilidade para todos os testes abrangidos.

A viabilidade obtida através do teste de tetrazólio está positivamente relacionada com a porcentagem de germinação como também observado nos trabalhos de Höring (2008), Pinto Junior (2010) e Brasileiro et al. (2011). Os testes de vigor (velocidade de germinação e vigor pelo teste de tetrazólio) concordam entre si - ainda que seja difícil estimar o vigor de um lote devido aos vários fatores que se interrelacionam quando expostas a diferentes condições ambientais, sendo por isso necessária a utilização de vários métodos que avaliem diferentes aspectos do vigor (MARCOS FILHO, 2005).

Tabela 11. Coeficiente de correlação de Pearson, para sementes de pinhão-manso submetidas a quatro tipos de secagem e armazenados em dois ambientes por 0, 3, 6, 9, 12 e 15 meses.

<b>Variáveis</b>	<b>Germinação</b>	<b>Viabilidade TZ</b>	<b>Vigor TZ</b>	<b>Velocidade germinação</b>
<b>Germinação</b>	1,00	0,3963**	0,7351**	0,8844**
<b>Viabilidade TZ</b>		1,00	0,5191**	0,3866**
<b>Vigor TZ</b>			1,00	0,7443**
<b>Velocidade germinação</b>				1,00

\*\* : Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t. TZ: refere-se ao teste de tetrazólio.

## 6 CONCLUSÕES

- A presença do fruto durante a secagem reduziu o vigor das sementes, quando avaliado pelo teste de tetrazólio.

- Não foram detectados prejuízos ao vigor e viabilidade de sementes de pinhão-manso na utilização de secagem ao sol em relação à secagem à sombra.

- A condição controlada de armazenamento afetou negativamente a viabilidade e vigor de sementes de *Jatropha curcas* L.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEBOWALE, K.O.; ADEDIRE, C.O. Chemical composition and insecticidal properties of the underutilized *Jatropha curcas* seed oil. **African Journal of Biotechnology**. Nairobi, v. 5, n. 10, p. 901-906, maio 2006.

A LAVOURA. Pinhão-manso: planta destaca-se para a produção de biodiesel. Rio de Janeiro: Sociedade Nacional de Agricultura, n. 660, mar. 2007.

ALBUQUERQUE, F.A; LUCENA, A.M.A; OLIVEIRA, M.I.P.; ANDRADE, J.R. BELTRÃO, N.E.M.; ARRIEL, N.H.C. Aspectos fisiológicos de sementes de pinhão-manso oriundas de frutos colhidos em diferentes estádios de maturação. Circular Técnica, 124, Campina Grande: Embrapa Algodão, jul. 2008. 5p.

ALVES, J.M.A., SILVA, A.A.S.S., LOPES, G.N. SMIDERLE, O.J. UCHOA, S.P. Pinhão-Manso: Uma Alternativa para Produção de Biodiesel na Agricultura Familiar da Amazônia Brasileira, Agro@mbiente On-line. Boa Vista. ISSN 1982-8470, v.2, n. 1, p. 57-68, jan/jun 2008.

ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Biodiesel**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=17680&m=5% de biodiesel&t1=&t2=5% de biodiesel&t3=&t4=&ar=0&ps=11&cachebust=1288893498467>. Acesso em: 10 de setembro de 2010.

ARAUJO, E. F.; ZONTA, J.B.; ARAUJO, R.F.; DIAS, L.A.S. Armazenamento de sementes de pinhão-manso em diferentes embalagens e ambientes. In: XVII Congresso Brasileiro de Sementes, 2011, Natal, RN. **Anais...** Natal: ABRATES, 2011. c

ARAUJO, E. F.; ZONTA, J.B.; ARAUJO, R.F.; DIAS, L.A.S. Efeito da secagem na conservação de sementes de pinhão-manso. In: XVII Congresso Brasileiro de Sementes, 2011, Natal, RN. **Anais...** Natal: ABRATES, 2011. b

ARAUJO, R.F.; ZONTA, J.B.; ARAUJO, E.F.; DIAS, L.A.S. Efeito da massa específica e do tamanho na qualidade fisiológica de sementes de pinhão-manso. In: XVII Congresso Brasileiro de Sementes, 2011, Natal, RN. **Anais...** Natal: ABRATES, 2011. a

ARRUDA, F.P., BELTRÃO, N.E.M., ANDRADE, A.P., PEREIRA, W.S., 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.

**BIOJETFUELS: ASTM aprova oficialmente o uso de biocombustíveis na aviação comercial.** Disponível em: <>. Acesso em 28 e outubro de 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília, DF: AGIPLAN, 2009. 399p.

BRASILEIRO, B.G.; DIAS, D.C.F.S.; BHERING, M.C. Viabilidade e vigor de sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) pelo teste de tetrazólio. In: XVII Congresso Brasileiro de Sementes, 2011, Natal, RN. **Anais...** Natal: ABRATES, 2011.

BRENHA, J.A.M.; ALVES, C.Z.; GODOY, A.R.; CÂNDIDO, A.C.S.; SÁ, M.E. Teste de tetrazólio em sementes de pinhão-manso. In: XVII Congresso Brasileiro de Sementes, 2011, Natal, RN. **Anais...** Natal: ABRATES, 2011.

CARNIELLI, F. O combustível do futuro. 2003. Disponível em: <http://www.ufmg.br/boletim/bol1413/quarta.shtml>. Acesso em: 30 de outubro de 2009.

CARVALHO, N. M. **A secagem de sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 165p.

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

CHRISTRO, L.F. et al. Análise biométrica de sementes de genótipos de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). In: XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e XI Encontro Latino Americano de Pós Graduação, 2011, São José dos Campos, SP. **Anais...** São José dos Campos: UNIVAP, 2011.

CRUZ, C.D. Programa Genes: Biometria. Editora UFV. Viçosa (MG). 2006. 382p.

CZABATOR, F.J. Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. **Forest Science**, v.8, n.4, p. 386-396, 1962.

DHARMAPUTRA, O.S.; WORANG, R.L.; SYARIEF, R.; MIFTAHUDIN. The quality of physic nut (*Jatropha curcas*) affected by water activity and duration of storage. **Microbiology**, Indonesia, v.3, n.3, p.139-145, dez. 2009.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Unidades de Observação de Pinhão-Manso foram implantadas hoje em cinco estados brasileiros. Disponível em: <http://www.cnpae.embrapa.br/pasta-NoticiasUd/noticiasud.2010-10-01.2264219248> Acesso em: 20 de setembro de 2010.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Biometria. 45., 2000. São Carlos. São Carlos: UFSCAR, 2000. 41p.

FIETZ, C.R.; FISCH, G.F. O clima da região de Dourados, MS. 2.ed. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 32p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 92).

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. da. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina : EMBRAPA-CNPSO, 1998. 72p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 116).

FRANCO, D.A.S.; GABRIEL, D. Aspectos fitossanitários na cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de biodiesel. (palestra). **Biológico**, São Paulo, v.70, n.2, p. 63-64, jul./dez. 2008.

FRANKEN, Y. J. Plantation establishment and management. In: **The Jatropha Handbook: From cultivation to application** Eindhoven: FACT Foundation, 2010. 9-29p.

GALEMA, T. Seed extraction from fruits. In: **The Jatropha Handbook: From cultivation to application** Eindhoven: FACT Foundation, 2010. 29-37p.

GOUR, V.K. Production Practices Including Post Harvest Management of *Jatropha curcas*. In: Biodiesel Conference Towards Energy Independence: Focus on *Jatropha*. New Delhi, 2006. 223-251p.

GÜBITZ, G.M.; MITTELBACH, M.; TRABI, M. Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. **Bioresource Technology**. v. 67, n.1, p.73-82, 1999.

HEINZ, R.; MOTA, L.H.S.; GARBIATE, M.V.; CREMON, T.; VIEGAS NETO, A.L.; SCALON, S.P.Q. Efeito da pré-embebição das sementes e temperatura na germinação de *Jatropha curcas*. In: XVII Congresso Brasileiro de Sementes, 2011, Natal, RN. **Anais...** Natal: ABRATES, 2011.

HELLER, J. Physic nut. *Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. **Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research**, Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 1996, 66p.

HÖRING, C.F. **Influência do período de armazenamento na qualidade de sementes *Jatropha curcas* L.** Marechal Cândido Rondon, 2008. 49p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

JOKER, D.; JEPSEN, J. *Jatropha curcas* L. **Seed Leaflet**, Danida Forest Seed Centre, Denmark, n.83, agosto 2003.

KUMAR, Naveen; SHARMA, P.B. *Jatropha curcas* - A sustainable source for production of biodiesel. **Journal of Scientific & Industrial Research**. v. 64, p. 883-889, nov. 2005.

LORRENZI, H. et al. **Árvores Exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2003. 384p.

MAPA. Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011. 2 ed. rev. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 110p.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. v. 12. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

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

MOTA, L.H.S.; HEINZ, R.; GARBIATE, M.V.; CREMON, T.; VIEGAS NETO, A.L.; CORREIA, A.M.P.; SCALON, S.P.Q. Germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). In: XVII Congresso Brasileiro de Sementes, 2011, Natal, RN. **Anais...** Natal: ABRATES, 2011.

MUOK, B.; KÄLLBÄCK, L. Feasibility Study of *Jatropha curcas* as a Biofuel Feedstock in Kenya. Nairobi: African Centre for Technology Studies (ACTS) and Exportrådet/Swedish Trade Council. 2008.

NUNES, C.F. **Caracterização de frutos, sementes e plântulas e cultivo de embriões de pinhão-manso *Jatropha curcas* L.** Lavras, MG, 2007. 78p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, 78p.

NUNES, C.F. et al. Diferentes suplementos no cultivo in vitro de embriões de pinhão-manso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v.43, n.1, p.9-14, 2008.

ÖHMAN, J. Cultivation and Management of *Jatropha curcas* L. by Smallholder Farmers in the Kenyan Districts Baringo and Koibatek. Esbo, 2011. 92p. Bachelor's Thesis, University of Applied Sciences.

PARAMATHMA, M.; SRIMATHI, P. S. **Seed Standards for Quality Seedling-Production**. In: Biodiesel Conference Towards Energy Independence: Focus on *Jatropha*. Rashtrapati Bhawan, New Delhi, June 9-10, 2006. 97-128p.

PEREIRA, C.S.S. **Avaliação de diferentes tecnologias na extração do óleo do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L).** Seropédica, RJ, 2009. 73p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

PINÃ-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B.; PEIXOTO, M.C. Testes de qualidade. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, 2004.

PINTO JÚNIOR, A.S. **Qualidade fisiológica de sementes de *Jatropha curcas* L.: efeito de embalagens, ambientes e períodos de armazenamento**. Marechal Cândido Rondon, 2010. 63p. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

PINTO, T.L.F.; MARCOS FILHO, J.; FORTI, V.A.; CARVALHO, C. GOMES JUNIOR, F.G. Avaliação da viabilidade de sementes de pinhão-manso pelos testes de tetrazólio e de raios x. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, RS, v. 31, n. 2, p. 195-201, 2009.

PUNIA, M.S. Cultivation and use of *Jatropha* for bio-diesel production in India. (palestra). In: Congresso Internacional de Agroenergia e Biocombustíveis. Teresina, PI, 2007.

RIJSSENBEEK, WINFRIED. Harvesting. In: **The Jatropha Handbook: From cultivation to application** Eindhoven: FACT Foundation, 2010. 29-37p.

SATURNINO, H.M. et al. Cultura do pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.). In: Produção de Oleaginosas para Biodiesel. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v.26, n.229, p. 44-78, 2005.

SILVA, L.J.; HELLMEISTER, L.G.C.; SORIANO, P.E.; HILST, P.C.; OLIVEIRA, G.L.; DIAS, D.C.F.S. Época de colheita dos frutos e qualidade fisiológica de sementes de pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.). In: XVII Congresso Brasileiro de Sementes, 2011, Natal, RN. **Anais...** Natal: ABRATES, 2011. (a)

SILVA, L.J.; HILST, P.C.; SOUZA, B.L.; DIAS, D.C.F.S.; Estádio de maturação do fruto e qualidade fisiológica de sementes de pinhão-mansô. In: XVII Congresso Brasileiro de Sementes, 2011, Natal, RN. **Anais...** Natal: ABRATES, 2011. (b)

SINGH, L.; BARGALI, S.S.; SWAMY, S.L. Production Practices and Post – Harvest Management in *Jatropha*. In: Biodiesel Conference Towards Energy Independence: Focus on *Jatropha*. Rashtrapati Bhawan, New Delhi, June 9-10, 2006. 252-267p.

SOUZA, A.D.V.; FÁVARO, S.P.; ÍTAVO, L.C.V.; ROSCOE, R. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão-mansô, nabo-forrageiro e crambe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2009, vol. 44, n. 44, p. 1328-1335.

SOUZA, Yara Andréo. et al. Avaliação da qualidade fisiológica de diferentes lotes de sementes de pinhão-mansô. 2008 Disponível em <[http://www.cpatosa.embrapa.br:8080/public\\_eletronica/downloads/OPB2602.pdf](http://www.cpatosa.embrapa.br:8080/public_eletronica/downloads/OPB2602.pdf)> Acesso 01 de novembro de 2011.

TEIXEIRA, L.C. Potencialidades de oleaginosas para produção de biodiesel. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 26, n. 229, 2005.

VILELA, F.A. e PERES, W. B. Coleta, beneficiamento e armazenamento. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Org.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, 2004.

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