

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS MARECHAL CÂNDIDO RONDON
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
NÍVEL MESTRADO

CARLA FRANCIELE HÖRING

**INFLUÊNCIA DO PERÍODO DE ARMAZENAMENTO NA
QUALIDADE DE SEMENTES *Jatropha curcas* L.**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON
JULHO/2008

CARLA FRANCIELE HÖRING

**INFLUÊNCIA DO PERÍODO DE ARMAZENAMENTO NA
QUALIDADE DE SEMENTES *Jatropha curcas* L.**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, como parte das exigências, do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Nível Mestrado, para a obtenção do Título de Mestre em Agronomia.

ORIENTADORA: DRA. MARLENE DE MATOS MALAVASI

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

JULHO/2008

*À minha mãe Hilda e ao meu pai Edson
pelo incentivo, compreensão, paciência,
apoio e principalmente pela vida que me
proporciona.*

*O melhor presente que uma filha pode
receber é o carinho e amor de vocês.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Hilda Grecco Höring e Edson Carlos Höring por serem os principais responsáveis pela conquista de todos os meus objetivos;

Aos meus irmãos Enio Cleber Höring e Eula Graciele Höring, a meus cunhados Luciane Rodrigues Höring e Anderson Wagner Graciano e às minhas sobrinhas Kamille Höring Graciano, Mariane Höring Graciano e Beatris Höring Graciano por torcerem pela minha vitória nessa etapa de minha vida;

Aos meus tios M.Sc. Marcelo Greco, M.Sc. Silvia Cristina Bender Greco e M.Sc. Vera Lúcia Greco por serem referências em minha vida profissional;

A toda minha família, pelo apoio e estímulo para que eu pudesse alcançar meus objetivos;

À professora Dra. Marlene de Matos Malavasi pela orientação;

Ao professor Dr. Ubirajara Contro Malavasi pela ajuda;

Aos professores Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi, Dra. Gisela Ferreira, Dr. Vandeir Francisco Guimarães e Dr. Eurides Küster Macedo Júnior, pela paciência, ajuda e por serem exemplos de competência profissional;

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE *Campus* Marechal Cândido Rondon e todos os funcionários pela ajuda, auxílio e colaboração;

Às minhas queridas amigas de Toledo Fabíola Giovanna Vieira e Camila Salles por todos esses anos de amizade;

Aos meus colegas e amigos: Elio Wagatsuma, Jardel Luiz Gheller, Auri Francisco Orlando, Carla Aparecida Reolon, Érica Nasu, Neusa F. M. Herzog, William Scherer, Ana Caroline Kopper e Vânia Márcia Abucarma pelo companheirismo e ajuda.

Aos meus colegas e irmãos de coração do prédio Don Juan: Diego Gazola, Guilherme Wolf Bueno, Sandryne Moreira, Carlos Eduardo Schimanko, Maicon Carard, Tiago Pasquetti, Raphael Pagliarini, Ana Cláudia Radis, Jorge Pagliarini Júnior e Cleiton Luiz Tonello;

A todos meus amigos de entretenimento da UNIOESTE pelos momentos de descontração;

Aos colegas do curso, pela convivência e companheirismo;

A todos, enfim, que contribuíram para a realização deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 POTENCIAL ENERGÉTICO DE SEMENTES OLEAGINOSAS.....	13
2.2 <i>Jatropha curcas</i> L.	14
2.3 ARMAZENAMENTO DE SEMENTES	15
2.4 POTENCIAL FISIOLÓGICO E VIGOR DE SEMENTES	16
2.4.1 Teste de germinação	17
2.4.2 Teste de tetrazólio	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 ÉPOCAS DE COLHEITA DAS SEMENTES.....	20
3.1.1 Caracterização física das sementes.....	21
3.2 DETERMINAÇÃO DO GRAU DE UMIDADE DA SEMENTE	21
3.3 TESTE DE GERMINAÇÃO.....	22
3.3.1 Índice de velocidade de germinação (IVG)	23
3.4 TESTE DE TETRAZÓLIO	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS SEMENTES DE <i>Jatropha curcas</i> L.....	26
4.2 TESTE DE GERMINAÇÃO.....	28
4.3 TESTE DE TETRAZÓLIO	31
4.3.1 Coloração das sementes.....	32
5 CONCLUSÕES	38
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
APÊNDICE	44

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 Albúmen da semente para o teste de tetrazólio. Foto: Carla Franciele Höring. UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon-PR, 2008. 24
- FIGURA 2 Aspecto morfológico da semente de *Jatropha curcas* L.: A: aspecto externo; B: albúmen com corte longitudinal e colorido artificialmente. Foto: Carla Franciele Höring. UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon-PR, 2008. 26
- FIGURA 3 Aspecto morfológico da germinação e plântula de *Jatropha curcas* L.: A-F germinação e plântula (t: tegumento; r: raiz primária; a: alça; co: cotilédone; fp: folha primária; hp: hipocótilo; ep: epicótilo). Foto: Carla Franciele Höring. UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon-PR, 2008 28
- FIGURA 4 Classe 1: Sementes viáveis de alto vigor: com aspecto normal e firme, com coloração rósea..... 33
- FIGURA 5 Classe 2: Sementes viáveis de médio vigor: com coloração uniforme e na região central dos cotilédones apresenta coloração vermelha intensa, sem atingir o eixo embrionário 34
- FIGURA 6 Classe 3: Sementes viáveis não vigorosas: semente com coloração rosa e apresentando manchas cor carmim na forma de mosaico..... 34
- FIGURA 7 Classe 4: Sementes Viáveis: apenas o eixo embrionário com coloração rósea, e apresentando áreas dispersas de coloração branca e leitosa 35
- FIGURA 8 Classe 5: Sementes Inviáveis: região do eixo embrionário com coloração em vermelho intensa, caracterizando tecidos em deterioração 35
- FIGURA 9 Classe 6: Sementes Inviáveis: com coloração vermelha intensa, o tecido se mostra flácido, indicando deterioração..... 36
- FIGURA 10 Classe 7: Sementes mortas: com coloração branca leitosa..... 36
- FIGURA 11 Classe 8: Sementes mortas; com coloração cinza ou com anormalidades embrionárias 37

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Grau de umidade, massa, diâmetro e comprimento de sementes de <i>Jatropha curcas</i>	27
TABELA 2 Porcentagem de germinação em função do período de armazenamento das sementes de <i>Jatropha curcas</i>	29
TABELA 3 Índice de velocidade de germinação (IVG) em função do período de armazenamento das sementes de <i>Jatropha curcas</i>	31
TABELA 4 Resultados em porcentagem do teste de tetrazólio obtidos em função do período de armazenamento das sementes de <i>Jatropha curcas</i>	32

APÊNDICE

TABELA 1A	Análise de variância da umidade de sementes de <i>Jatropha curcas</i>	45
TABELA 2A	Análise de variância para massa de sementes de <i>Jatropha curcas</i>	45
TABELA 3A	Análise de variância para diâmetro de sementes de <i>Jatropha curcas</i> ...	45
TABELA 4A	Análise de variância para comprimento de sementes de <i>Jatropha curcas</i>	46
TABELA 5A	Análise de variância da germinação de sementes de <i>Jatropha curcas</i> ..	46
TABELA 6A	Análise de variância do índice de velocidade de germinação de <i>Jatropha curcas</i>	46
TABELA 7A	Análise de variância para viabilidade das sementes de <i>Jatropha curcas</i> no teste de tetrazólio.....	47
TABELA 8A	Análise de variância para vigor das sementes de <i>Jatropha curcas</i> no teste de tetrazólio.....	47
TABELA 9A	Análise de variância para dano mecânico nas sementes de <i>Jatropha curcas</i> no teste de tetrazólio.....	47
TABELA 10A	Análise de variância para dano por umidade mecânico nas sementes de <i>Jatropha curcas</i> no teste de tetrazólio.....	48
TABELA 11A	Análise de variância para dano por inseto nas sementes de <i>Jatropha curcas</i> no teste de tetrazólio.....	48
TABELA 12A	Análise de variância para anormalidade embrionária nas sementes de <i>Jatropha curcas</i> no teste de tetrazólio	48
TABELA 13A	Correlações de Pearson para viabilidade entre o teste de tetrazólio e o teste de germinação para cada período de armazenamento de sementes de <i>Jatropha curcas</i>	49

RESUMO

Título: Influência do período de armazenamento na qualidade de sementes *Jatropha curcas* L.

A busca por combustíveis alternativos a partir de óleos naturais tem despertado grande interesse pela cultura e, conseqüentemente, pelas sementes de pinhão-mansão. Assim, o presente trabalho objetivou avaliar a influência do período de armazenamento na qualidade de sementes de *Jatropha curcas* L. Foram utilizadas sementes do município de Eldorado no Estado do Mato Grosso do Sul. As sementes foram colhidas e beneficiadas manualmente e selecionadas de acordo com o tempo de armazenamento em ambiente não controlado. Os períodos de armazenagem testados foram: 17, 40, 66, 108 e 164 dias. As sementes foram levadas ao laboratório de Tecnologia de Sementes e Mudas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, *Campus* Marechal Cândido Rondon. Foram mensurados grau de umidade, massa de mil sementes, massa individual, diâmetro e comprimento das sementes. Além disso, realizou-se o teste de germinação e o teste de tetrazólio. No teste de germinação avaliou-se o desempenho das sementes nos substratos de areia e papel nas temperaturas $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ de cada período de armazenamento e calculou-se o índice de velocidade de germinação (IVG). A metodologia do teste de tetrazólio na concentração de 0,1% foi utilizada para verificar os danos das sementes. A germinação da semente foi considerada desde a emissão da radícula para o substrato papel e plântula emergida para a areia. Na metodologia do teste de tetrazólio retirou-se o tegumento para facilitar a coloração do albúmen. Para os períodos de armazenamento das sementes de *Jatropha curcas* quanto maior tempo de armazenagem, maior perda de massa da semente. Sementes colhidas e armazenadas por até 40 dias possuem viabilidade maior que aquelas armazenadas por 66 a 164 dias O teste de tetrazólio mostrou-se satisfatório para observação de vigor e viabilidade da semente, pois, obteve correlação positiva com o teste de germinação.

Palavras-chave: *Jatropha curcas* L., armazenamento, potencial fisiológico

ABSTRACT

Title: Influence of storage period in the quality of *Jatropha curcas* L. seeds

The search for alternative fuels from natural oils has attracted great interest in this culture, and also by the seeds of *Jatropha curcas* nut. Thus, this study aimed to evaluate the influence of storage period in the quality of *Jatropha curcas* L. seeds. Seeds used were from Eldorado city located in the State of Mato Grosso do Sul. Seeds were harvested and benefited manually and selected in accordance with the storage time in uncontrolled environment. The storage periods evaluated were 17, 40, 66, 108 and 164 days. Seeds were brought to the laboratory of Technology Seeds and Seedlings of the Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, *Campus* Marechal Cândido Rondon. There were measured humidity degree, thousand seeds, weight, single mass, diameter and length of the seed. Moreover, it was germination test and tetrazolium test. In the germination test it was evaluated the seeds performance in substrates of sand and paper in temperatures of $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ and $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ of each storage time and it was estimated the germination speed rate. The methodology of the test tetrazolium in the concentration of 0.1% was used to check the damage seeds. The germination of seeds was considered since the issuance of the radicle to the substrate paper and seedling immersed in the sand. In the methodology of the tetrazolium test the husk has been removed to facilitate the staining of seed. For storage periods of *Jatropha curcas* seed, as longer is the storage time higher is the mass loss of the seeds. Seeds harvested and stored for up to 40 days have viability higher than those stored for 66 days to 164 days. The tetrazolium test proved to be satisfactory for observation the force and the viability of seeds, because it has a positive correlation with the germination test.

Keywords: *Jatropha curcas* L., physiological quality, storage

1 INTRODUÇÃO

Dentre as várias espécies que podem ser utilizadas na obtenção de óleos vegetais para fins energéticos, o pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) está sendo considerado uma das melhores opções agrícolas.

Jatropha curcas é uma planta oleaginosa exigente em insolação e apresenta forte resistência à seca. A viabilidade para a obtenção do biodiesel é comprovada, pois produz, no mínimo, duas toneladas de óleo por hectare. A idade produtiva é alcançada em 3 ou 4 anos e pode se estender por 40 anos. Com a possibilidade do uso do óleo do pinhão-manso para a produção do biodiesel, abrem-se amplas perspectivas para o crescimento das áreas de plantio.

A obtenção de sementes de alta qualidade é o requisito principal para que uma espécie possa ser utilizada pelos agricultores no estabelecimento de suas lavouras. Na semente estão contidas todas as informações genéticas necessárias para a geração de uma nova planta contribuindo para a produtividade.

A relação entre a germinação obtida no laboratório e a emergência das plântulas no campo é a causa do desenvolvimento do conceito de vigor. Avalia-se o vigor com o objetivo de identificar possíveis diferenças na qualidade fisiológica de épocas com poder germinativo semelhante (Marcos Filho, 2005).

Há necessidade de métodos que permitam avaliar, de maneira rápida e eficiente, a qualidade fisiológica das sementes. Rapidez na obtenção das informações pode ser extremamente útil em programas de controle de qualidade, possibilitando mais flexibilidade na utilização dos recursos disponíveis.

Assim, o presente trabalho objetivou avaliar a influência do período de armazenamento na qualidade de sementes de *Jatropha curcas* L.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 POTENCIAL ENERGÉTICO DE SEMENTES OLEAGINOSAS

Para a produção de biocombustível deve-se levar em consideração aspectos industriais, econômicos, ambientais e sociais, sendo importante o aproveitamento das potencialidades e características específicas de cada região brasileira para a produção do combustível alternativo (Sluzz & Machado, 2006).

São várias as motivações para produção e uso do biodiesel, os benefícios ambientais e sociais podem ser citados como os mais importantes. Outra motivação é o benefício econômico decorrente da redução ou eliminação da importação de diesel. Os investimentos do governo para a produção de biodiesel tomam como premissa a inclusão social. Assim, o Governo tem dado vantagens especiais a empresas que utilizem matéria-prima proveniente da agricultura familiar onde, tenta-se evitar que a mão-de-obra se torne irrelevante, ao contrário do que ocorre na grande propriedade agrícola (Amorim, 2005; Sluzz & Machado, 2006).

O biodiesel é definido como um éster alquílico de ácidos graxos, obtidos da reação de transesterificação de qualquer triglicerídeo com álcool de cadeia curta (metanol ou etanol). A transesterificação consiste na reação química de óleo vegetal com um álcool, que pode ser etanol ou metanol, na presença de um catalisador ácido ou básico. Como resultado obtém-se o éster ou etílico (biodiesel), conforme o álcool utilizado e a glicerina (Meirelez, 2003 citado por Amorim, 2005; Biodiesel Tecnologia, 2007; Tapanes et al., 2007).

As perspectivas favoráveis da implantação racional da cultura do pinhão-mansão decorrem não somente dos baixos custos de sua produção agrícola, conforme se deve esperar diante das vantagens anunciadas, mas, sobretudo porque ele poderá ocupar os solos pouco férteis e arenosos, de modo geral inaptos à agricultura de subsistência,

proporcionando, dessa maneira, uma nova opção econômica as regiões carentes do país (Araújo, 2005; Coelho, 2006).

Devido ao emprego do seu óleo e possibilidade de uso na produção do biodiesel, grande rusticidade, boa adaptação às variações do meio ambiente e pelo papel que pode exercer na proteção do solo, o pinhão-manso pode ser cultivado, ainda, em consórcio com outras culturas de importância econômica como o amendoim, algodão entre outras, tendo grande importância para o melhor aproveitamento agrícola da região semi-árida e uma opção para a economia dessa região (Arruda, 2004).

O aumento das áreas de plantio pode auxiliar na fixação de mão-de-obra na zona rural pela geração de emprego e fornecer matéria-prima para a indústria. No entanto, a falta de conhecimento científico sobre essa cultura dificulta sua divulgação, fazendo-se necessário, estudos por parte de instituições de pesquisa que possibilitem fazer recomendações técnicas seguras sobre seu cultivo, coleta e aproveitamento industrial (Arruda, 2004).

Sendo assim, é imprescindível conhecer as características da espécie antes da colheita para subsidiar o agricultor em tomadas de decisão, sejam comerciais ou operacionais além de que, os estudos fenológicos contribuem para o entendimento da dinâmica do ecossistema florestais (Triboni & Barbosa, 2004; Reys et al., 2005).

2.2 *Jatropha curcas* L.

Acredita-se que o pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) é originário da América do Sul, introduzida por navegadores portugueses, no final do século XVIII, nas ilhas de Cabo Verde e em Guiné, de onde mais tarde foi disseminada pelo continente africano. No começo do século XIX era usado, em alguns países, para aumentar a ação purgativa do óleo de rícino, com o qual era misturado. No Brasil, o pinhão-manso ocorre praticamente em todas as regiões, sempre de forma dispersa, adaptando-se em condições edafoclimáticas as mais variáveis. De modo geral, cresce rapidamente em solos pedregosos, de baixa umidade e terrenos abandonados e não cultivados, não

subsistindo, porém nos locais de densa vegetação dificilmente consegue competir (Coelho, 2006; Biodieselbr, 2007).

Segundo Tominaga et al. (2007), essa espécie é conhecida também como pinhão-da-índia, pinhão-de-purga, pinhão-de-cerca, pinhão-dos-barbados, pinhão-branco, pinhão-paraguaio, pinhão-bravo, purgante-de-cavalo, figo-do-inferno, mandobi-guaçu, medicineira, pinhão-croá, purgueira ou, simplesmente, purga são todos os nomes da mesma planta. Descrito por Carl Linnaeus em 1753, o pinhão-manso pertence ao Reino Plantae, Divisão Embryophyta, Classe Spermatoprida, Ordem Malpighiales, Família Euphorbiaceae, Gênero *Jatropha* e Espécie *Jatropha curcas* (Biodieselbr, 2007; Wikipedia, 2008).

Trata-se de um arbusto grande, com altura variando entre 3 e 5 m. O pinhão-manso é uma planta arbórea de rápido crescimento, semi decídua, ou seja, possui folhas que caem em determinada época do ano. As folhas, verde-escuras e brilhantes, apresentam recortes nos bordos e formato de palmas. Apresenta dois tipos de flores (femininas e masculinas) de cor amarelo-esverdeada. A florada é longa, sendo a polinização feita por abelhas e outros insetos. Cada inflorescência, em forma de cacho, dá origem a 10 ou mais frutos. Os frutos são cápsulas ovóides achatadas nas extremidades, com 2,5 a 3,0cm de comprimento por 1,8 a 2,2cm de largura. As sementes secas têm entre 1,5 a 2,0cm de comprimento por 1,0 a 1,3cm de largura. (Tominaga et al., 2007).

Segundo Tominaga et al. (2007), as sementes apresentam tegumento escuro e rijo e possui na parte superior uma excrescência carnuda, a carúncula. A amêndoa que fica abaixo do tegumento é uma massa branca denominada albúmen rica em óleo. O teor de óleo varia de 50 a 57% do seu peso.

2.3 ARMAZENAMENTO DE SEMENTES

Os efeitos negativos do ambiente sobre a produção e qualidade de sementes são minimizados com os avanços em tecnologia de produção e desenvolvimento, contudo, é essencial aumentar o entendimento de como variáveis ambientais afetam o processo

fisiológico que determina a viabilidade e vigor, tendo em vista que a produção de sementes de baixo vigor é um problema crônico, que a indústria de sementes defronta a cada ano (Vieira, 1999 citado por Grisi & Santos, 2007).

Sementes armazenadas possuem dois tipos principais de água na sua composição: a água livre, que é facilmente removida pelo calor; e a água de constituição, que está fortemente fixada nas células. O grão tem a propriedade de absorver ou ceder água para o ar que o envolve. Os grãos tendem a absorver ou perder umidade para o ambiente, até atingir o equilíbrio, quando a umidade relativa do ar do armazém é modificada (Bragantini, 2005).

A conservação das sementes, de modo geral, é de grande importância, e o armazenamento, uma vez aplicado de modo adequado, vai diminuir a velocidade de deterioração, que se caracteriza por ser processo irreversível (Delouche et al., 1973; Melo et al., 1998, citados por Cabral et al., 2003).

2.4 POTENCIAL FISIOLÓGICO E VIGOR DE SEMENTES

A avaliação da qualidade fisiológica é um parâmetro importante a ser considerado em programa de produção de sementes e testes que, fornecem resultados em período de tempo relativamente curto e são os mais demandados para agilizar as tomadas de decisão nas diferentes etapas do processo produtivo, especialmente na fase pós-coleta (Bhering et al., 2005).

A eficiência do teste para avaliar o vigor e a viabilidade das sementes está relacionada ao desenvolvimento de metodologias adequadas para cada espécie (Marcos Filho, 2005).

O vigor é reflexo de um conjunto de características ou propriedades que determinam o potencial fisiológico da semente. Dessa forma, o resultado de um teste de vigor indica os lotes com maior ou menor probabilidade de apresentar bom desempenho sob amplas condições de campo (Marcos Filho, 1994).

Os testes empregados rotineiramente em laboratório têm como finalidade, na análise de sementes, determinarem o valor de cada amostra para fins de semeadura ou

armazenamento. Porém, para a expressão da qualidade de um lote de sementes é preciso pessoal técnico treinado, padronização de tecnologia, procedimento uniforme e programas de trabalho voltados para a aferição e aperfeiçoamento das técnicas empregadas (Figliola et al., 1993).

A avaliação da qualidade de sementes por meio de testes rápidos que proporcionem resultados reproduzíveis tem sido uma busca constante dos tecnólogos de sementes (Prete et al., 1993; Fogaça, 2003).

Neste contexto, o uso de testes que forneçam uma estimativa do desempenho das sementes em campo e/ou armazenamento é um aspecto importante a ser considerado em um programa de produção de sementes. Estes testes que avaliam o vigor das sementes são indicados para identificar diferenças entre lotes, principalmente daqueles que possuem porcentagem de germinação semelhante (Marcos Filho, 1999).

A viabilidade, que é a habilidade de germinar por períodos variáveis e geneticamente determinados, é uma característica de grande importância na semente. Os fatores ambientais e as condições de armazenamento têm efeitos decisivos na viabilidade de qualquer espécie (Malavasi, 1988).

2.4.1 Teste de germinação

O encerramento do período de repouso fisiológico é sucedido pelo início do processo de germinação. Germinação é uma seqüência de eventos morfogenéticos que resultam na transformação do embrião em plântula. Todo o processo é dependente de uma série complexa de transformações físicas e químicas interligadas (Berlyn, 1972 citado por Marcos Filho, 2005).

Os objetivos principais do teste de germinação dirigem-se a obtenção de informações para determinar o valor das sementes para semeadura e a comparação de diferentes lotes. De acordo com essa regra, a semente germinada é a que demonstra, pelo grau de desenvolvimento de suas estruturas essenciais, aptidão para produzir planta normal sob condições favoráveis de campo. Este teste é conduzido em laboratório e considerado eficiente, pois, fornece informações sobre o potencial de

uma amostra para germinar sob condições ótimas de ambiente e apresenta alto grau de padronização, com ampla possibilidade de repetição dos resultados, dentro de níveis razoáveis de tolerância (Marcos Filho et al., 1987; Novembre, 1994; Marcos Filho, 2005).

O teste de germinação é utilizado para verificar a qualidade das sementes, que determina em uma amostra a proporção de sementes vivas e capazes de produzir plantas normais sob condições favoráveis (Carvalho & Nakagawa, 2000).

2.4.2 Teste de tetrazólio

O teste de tetrazólio foi desenvolvido por Georg Lakon, e posteriormente aperfeiçoado por Moore em 1972 (França Neto et al., 1999). Objetiva estimar a viabilidade e o vigor de semente, com base na coloração dos tecidos vivos, em presença de uma solução de cloreto de 2,3,5-trifenil tetrazólio. O uso dessa substância reflete a atividade das enzimas de desidrogenases do ácido málico que reduz o sal de tetrazólio nos tecidos vivos das sementes, onde os íons de H^+ são transferidos para o referido sal, intimamente relacionado a viabilidade das sementes (AOSA, 1983; Menezes et al., 1994; Marcos Filho, 2005).

Quando a semente é imersa na solução de tetrazólio, ocorre reação de redução nas células vivas resultando na formação de um composto vermelho, não difusível, conhecido como trifenilformazan, indicando haver atividade respiratória nas mitocôndrias e, conseqüentemente, que é tecido viável. Tecidos mortos não reagem à solução mantendo sua cor natural. Assim, este teste permite determinar a presença, a localização e a natureza das alterações nos tecidos das sementes admitindo ainda identificar, muitas vezes, os motivos da perda da viabilidade e do vigor (França Neto et al., 1999; Marcos Filho, 2005).

Assim, o teste de tetrazólio é eficiente e satisfatório, pois, permite a diferenciação dos tecidos mostrando-se adequado para a avaliação da viabilidade das sementes devido a sua praticidade operacional, economia do processo e rapidez dos resultados (Fogaça, 2003).

Segundo Marcos Filho (2005), a difusão do sal de tetrazólio nos tecidos da semente resulta na formação de um composto estável e não-difusível de coloração avermelhada, conhecido por formazan. Isso indica a atividade respiratória, permitindo delimitar, de maneira definida, o tecido que respira (vivo) e o que apresenta atividade respiratória deficiente, pois este permanece descolorido ou exibe coloração anormal. Os tecidos acentuadamente deteriorados liberam quantidades muito pequenas de H^+ , insuficientes para que ocorra reação e a coloração dos tecidos.

Na realização do teste de tetrazólio são indicados procedimentos, chamados de pré-condicionamento, que visam à penetração da solução nos tecidos de interesse a serem avaliados. Além do pré-condicionamento, a utilização de concentração da solução de tetrazólio, tempo e temperatura de condicionamento e avaliação adequada da coloração das sementes, são fundamentais para que se obtenham resultados confiáveis sobre a qualidade (Oliveira, 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes e Mudanças da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, *Campus* Marechal Cândido Rondon – Paraná.

3.1 COLETA DE SEMENTES

As sementes de *Jatropha curcas* foram obtidas no município de Eldorado no Estado do Mato Grosso do Sul na latitude de 24°42' Sul e longitude de 54°14' Oeste e altitude de 342 metros, possuem origem do município de Pedro Juan Caballero no Paraguai. As sementes foram colhidas e beneficiadas manualmente e armazenadas em sacos de papelão empilhados sobre estrado de madeira em ambiente sombreado não controlado.

As sementes foram coletadas nos dias 13/06/07, 21/05/07, 25/04/07, 13/03/07 e 17/01/07 nos quais, foram obtidos 2 quilogramas de cada período onde, continham aproximadamente 2.500 unidades. Assim, para todas as coletas, iniciaram-se as análises no dia 01/07/07, portanto, os períodos de armazenagem testados foram: 17, 40, 66, 108 e 164 dias.

O clima local é classificado como subtropical úmido com precipitações médias anuais de 1229 mm distribuídos durante os meses de outubro e março e temperatura média anual de 24°C. O local possui solo arenoso de média fertilidade.

3.1.1 Caracterização física das sementes

Para a caracterização física das sementes foram avaliadas seguindo-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes de cada período de armazenamento. Foram mensurados os parâmetros massa, diâmetro e comprimento das sementes.

a) Massa da semente: para a mensuração da massa da semente pegou-se cada semente individualmente e pesou-a com balança com precisão de 0,0001gramas. A escala dos valores foi expressa em gramas (g);

b) Diâmetro: o valor do diâmetro foi obtido com auxílio do paquímetro digital de precisão em 0,01 milímetros. Avaliou-se 2 valores na parte medial da semente (largura) e realizou-se média para obter o resultado de diâmetro. A escala dos valores foi expressa em milímetros (mm);

c) Comprimento: o valor do comprimento foi obtido com auxílio do paquímetro digital de precisão em 0,01 milímetros. Considerou-se o comprimento como a distância entre a parte superior e inferior da semente, ou seja, a medida de sua parte distal. A escala dos valores foi expressa em milímetros (mm);

A análise de variância foi realizada pelo programa estatístico Sisvar (Ferraira, 2003) e havendo diferença estatística as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.2 DETERMINAÇÃO DO GRAU DE UMIDADE DA SEMENTE

Foi determinado o teor de água por meio de método gravimétrico, pela diferença de massas após as sementes serem submetidas à estufa com temperatura de $105\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, conforme especificado nas Regras de Análise para Sementes (Brasil, 1992). Foram utilizados quatro repetições compostas de 50 sementes com

tegumento em cada período de armazenagem e os resultados foram expressos em porcentagem.

A análise de variância foi realizada pelo programa estatístico Sisvar (Ferraira, 2003), seguindo o delineamento experimental inteiramente casualizado, e havendo diferença estatística as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.3 TESTE DE GERMINAÇÃO

Para avaliar as melhores condições de germinação realizaram-se pré-testes empregando-se sementes de *Jatropha curcas* com e sem o tegumento. A retirada do tegumento facilitou a contaminação do embrião por fungos prejudicando a avaliação dos resultados.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x2x2 onde, constituíram-se de cinco períodos de armazenamentos, com duas temperaturas e dois substratos. A análise de variância foi realizada pelo programa estatístico Sisvar (Ferraira, 2003), seguiu-se e havendo diferença estatística as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para cada período de armazenamento.

a) As sementes foram colocadas para germinar entre areia, autoclavada a 120°C durante 20 minutos, em bandejas e colocadas em câmaras de germinação (BOD) sem de luz;

b) As sementes foram colocadas em rolos de papel umedecidos com 2,5 vezes o seu peso em água destilada colocadas em câmaras de germinação (BOD) sem luz;

c) Nos dois substratos foram testadas as temperaturas de 25±2°C e 30±2°C. Os substratos foram umedecidos com água destilada quando se observou início de dessecação. Utilizou-se 250 ml para o substrato areia e 50 ml para o papel para cada

repetição de um mesmo tempo armazenamento. As contagens foram diárias para a avaliação da germinação das sementes durante o período de 30 dias.

Considerou-se semente germinada no substrato papel quando observou-se a protrusão da radícula e emissão dos cotilédones e no substrato areia quando a plântula emergiu e os cotilédones ultrapassaram a superfície do substrato.

Com os dados obtidos, calcularam-se os seguintes parâmetros: germinação total (%), tempo (dias) inicial e final da germinação, tempo (dias) necessário para germinação de 50% de sementes viáveis (T50) (Orchard, 1977).

3.3.1 Índice de velocidade de germinação (IVG)

A análise de vigor pelo índice de velocidade de germinação (IVG) foi calculada segundo a metodologia recomendada por Maguire (1962).

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Nn} \quad \text{onde,}$$

IVG = Índice de Velocidade de Germinação;

G1, G2 e Gn = número de plântulas normais computadas desde o primeiro dia até o último;

N1, N2 e Nn = número de dias da semeadura da primeira até a última contagem.

3.4 TESTE DE TETRAZÓLIO

Utilizou-se o teste de tetrazólio adaptado de França Neto et al. (1998) para avaliação da qualidade fisiológica de *Jatropha curcas*.

Na primeira etapa da pesquisa foram definidos os procedimentos mais indicados para o preparo da coloração das sementes de *Jatropha curcas* no teste de tetrazólio.

Inicialmente extraiu-se o albúmen (Figura 2) quebrando-se o tegumento com o auxílio de uma morsa. Para cada tratamento 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 durante 16 horas.

Após a embebição os albúmens foram acondicionados em béquer de vidro de 100 ml, onde adicionou-se a 50 ml da solução de 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio (pH de 6,5 a 7,0) em concentração de 0,1% durante 4 horas em câmara do tipo BOD, com temperatura controlada de $40\pm 2^{\circ}\text{C}$, na ausência de luz.



Figura 1 Albúmen da semente para o teste de tetrazólio. Foto: Carla Franciele Höring. UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon-PR, 2008.

Após esse período os albúmens estavam coloridos e foram lavados em água corrente para retirar o excesso da solução de tetrazólio e mantidos imersos em água destilada em ambiente refrigerado até o momento da avaliação onde, os albúmens foram seccionados em corte longitudinais e analisados individualmente utilizando lupa com seis aumentos (6X) na qual foram observados os danos ocorridos interna e externamente, sua localização e extensão, dando-se maior ênfase a cor, localização das manchas, presença de fraturas e lesões localizadas em regiões vitais (cotilédones e

eixo embrionário). Para essa caracterização dos níveis de viabilidade das sementes foi elaborado um esquema de representação de sementes viáveis e inviáveis, observando a diferenciação de cores dos tecidos, de acordo com os critérios estabelecidos para o teste de tetrazólio por Delouche et al. (1968) e França Neto (1999): vermelho brilhante ou rosa (tecido vivo e vigoroso); vermelho-carmim forte (tecido em deterioração) e branco leitoso (tecido morto).

Após a avaliação determinou-se a porcentagem das sementes classificadas em cada em cada nível de viabilidade, calculando o potencial de germinação (somatório dos valores classificados de 1 a 5) e o vigor (somatório dos níveis de 1 a 3), conforme ficha de avaliação do teste de tetrazólio.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS SEMENTES DE *Jatropha curcas*

O aspecto morfológico externo e interno de *Jatropha curcas* está descrito na Figura 2.

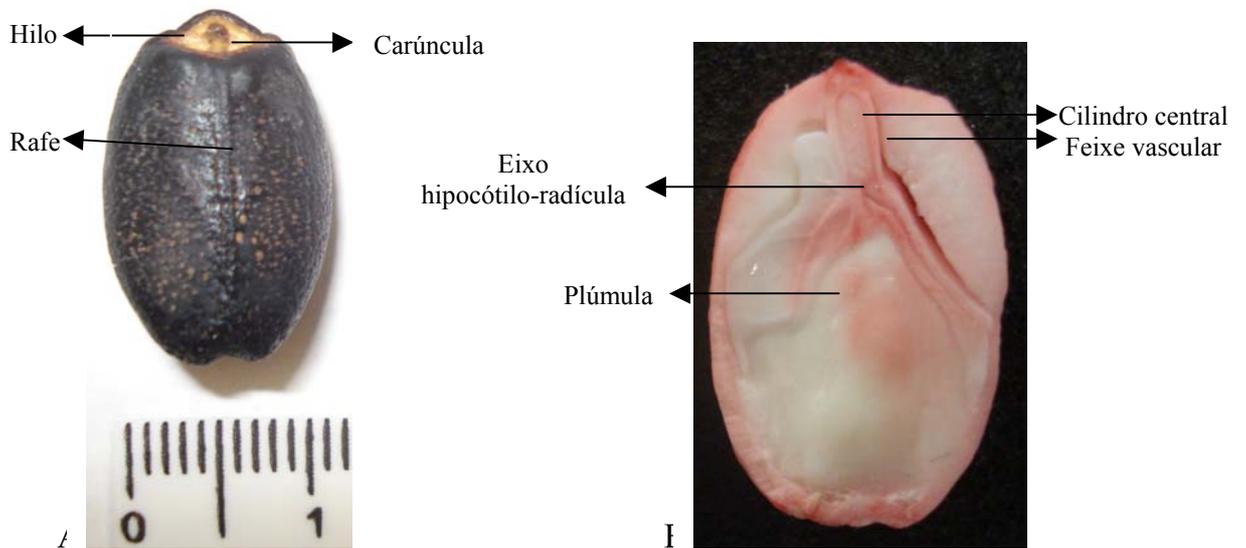


Figura 2. Aspecto morfológico da semente de *Jatropha curcas*: A: aspecto externo; B: albúmen com corte longitudinal e colorido artificialmente. Foto: Carla Franciele Höring. UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon-PR, 2008.

Os valores de grau de umidade, massa, diâmetro e comprimento apresentaram diferença estatística significativa (Tabela 1) (Apêndice 1 – Tabela 1A-4A).

Para os resultados de grau de umidade, os períodos de armazenamento de 66 e 164 dias apresentaram valores médios estatisticamente maiores quando comparado com os demais períodos.

Para os resultados de massa das sementes, os períodos de armazenamento de 17 e 40 dias foram os que apresentaram valores estatisticamente iguais, seguido dos períodos 66, 108 e 164 dias que obtiveram valores de massa inferiores

Para o diâmetro e comprimento da semente, o período de armazenamento de 40 dias apresentou valor médio estatisticamente maior quando comparado com os demais períodos. Os períodos de 108 e 164 dias foram os que apresentaram resultados inferiores.

Tabela 1 Grau de umidade, massa, diâmetro e comprimento de sementes de *Jatropha curcas*

	17 Dias	40 Dias	66 Dias	108 Dias	164 Dias
Grau de umidade (%)	8 b	8 b	8,5 a	8,125 b	8,5 a
Massa (mg)	660 a	680 a	590 b	570 b	590 b
Diâmetro (mm)	9,80 ab	10,95 a	9,80 ab	9,77 b	9,72 b
Comprimento (mm)	18,45 b	18,89 a	18,55 ab	18,30 b	18,24 b

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.2 TESTE DE GERMINAÇÃO

O processo de germinação desenvolveu-se de forma rápida e uniforme, iniciando-se com protrusão da radícula no quarto dia após a semeadura realizada sobre papel nas duas temperaturas testadas. Em germinação na areia as plântulas emergiram do endosperma entre o quarto e quinto dias.

As plântulas normais de *Jatropha curcas* originadas nos testes de germinação apresentaram as seguintes características: plantas intactas, com os cotilédones, hipocótilo e raiz primária, apresentando raízes secundárias bem desenvolvidas e saudáveis. Conforme enfatizam as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), as plântulas normais demonstram ser aptas à produção de plantas normais sob condições favoráveis de campo (Figura 3).

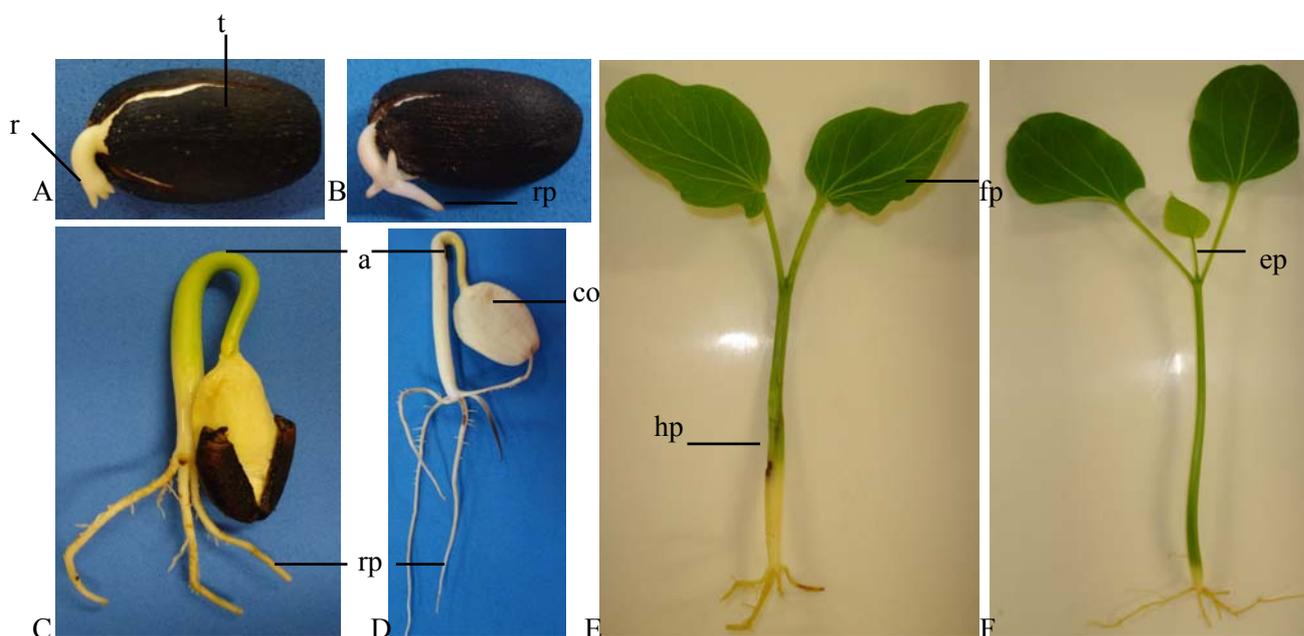


Figura 3 Aspecto morfológico da germinação e plântula de *Jatropha curcas* L.: A-F germinação e plântula (t: tegumento; r: raiz primária; a: alça; co: cotilédone; fp: folha primária; hp: hipocótilo; ep: epicótilo). Foto: Carla Franciele Höring. UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon-PR, 2008.

As plântulas anormais, por sua vez, são aquelas que não apresentam potencial para originar plântulas normais sob condições favoráveis de campo (Brasil, 1992). Assim, as anormalidades manifestadas nas sementes e plântulas no decorrer dos testes foram principalmente sementes deterioradas e infestadas por fungos e plântulas com deterioração radicular e deterioração do hipocótilo no teste de germinação em papel. Na germinação em areia observou-se deterioração do hipocótilo.

Para as sementes de *Jatropha curcas* a germinação em areia e papel, dentro de cada temperatura testada não diferiram estatisticamente entre si. Observa-se que, de acordo com a análise de variância (Apêndice 1 – Tabela 5A), as porcentagens germinação foram superiores estatisticamente para os períodos de armazenamento de 17 e 40 dias (média de 71%) e os períodos de 66, 108 e 164 dias (média de 52%), ou seja, os que foram armazenados durante maior período, tiveram porcentagens de germinação inferiores (Tabela 2).

Após aproximadamente 7 dias os períodos de armazenagem de 17 e 40 dias apresentaram 50% das sementes germinadas (T50) e o processo de germinação iniciou-se no quarto dia e estabilizou-se após em média 15 dias, com 71% de plântulas normais (Tabela 2).

As sementes que apresentaram maior vigor apresentaram as maiores porcentagens de plântulas normais.

Tabela 2 Porcentagem de germinação em função do período de armazenamento das sementes de *Jatropha curcas*

DIAS	GERMINAÇÃO			
	TOTAL (%)	INÍCIO (dias)	FINAL (dias)	T50 (dias)
17	72 a	4,25 a	17,06 a	7,50 c
40	71 a	4,00 a	13,75 b	7,25 c
66	48 b	4,25 a	11,00 c	10,75 a
108	52 b	4,25 a	10,87 c	10,25 a
164	55 b	4,25 a	10,87 c	9,00 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Lima et al. (2007) observaram em mamona (*Ricinus communis*) 76% de germinação.

Para Grisi & Santos (2007), independente do período de armazenamento, as sementes de girassol (*Helianthus annuus*) com vigor mais alto apresentaram maiores porcentagens de plântulas normais.

Não houve interação entre os fatores substrato, temperatura e períodos de armazenamento. Este resultado diferencia-se do encontrado por Pereira et al. (2007) onde, encontrou interação significativa ($P < 0,05$) entre os mesmos substratos e temperaturas testados em *Jatropha curcas*.

Em casa de vegetação, Severino et al. (2006) obtiveram 84% de emergência de plântulas de *Jatropha curcas*.

Para Nassif et al. (1998) a temperatura ótima para germinação de sementes encontra-se entre 15 e 30°C para a maioria das espécies.

Para germinação de sementes de cerejeira, Albrecht et al. (1986) verificaram que a temperatura de 30°C foi considerada a ideal, apresentando este tratamento a maior porcentagem de germinação em espaço de tempo relativamente curto e para o substrato, a melhor germinação apresentou-se no tratamento com rolo de papel, embora não tenha apresentado o maior índice de velocidade de germinação.

Não houve diferenças significativas no IVG entre os diversos tratamentos, e na porcentagem de germinação, apenas o substrato solo apresentou diferença significativa, com relação aos outros substratos.

Foram observadas diferenças estatísticas para o índice de velocidade de germinação (IVG) das épocas testadas. Observou-se que de acordo com a análise de variância (Apêndice 1 – Tabela 6A), o IVG foi superior estatisticamente para os períodos de armazenamento de 17 e 40 dias. Os períodos de 66, 108 e 164 dias apresentaram IVG inferiores (Tabela 3). Este resultado obtido diferencia-se de Pereira et al., (2007) que observaram que a temperatura de 35°C além de aumentar a velocidade de germinação também proporcionou alta porcentagem de germinação, estando entre as temperaturas mais indicadas para a germinação das sementes de *Jatropha curcas*. Também observaram que o IVG do substrato areia foi

estatisticamente superior ao papel a 25°C, porém, a 30°C não houve diferença entre os substratos.

O índice de velocidade de germinação (IVG) e o teste de germinação apresentaram correlação positiva significativa ($P < 0,05$) com $R^2 = 0,9370$.

Tabela 3 Índice de velocidade de germinação (IVG) em função do período de armazenamento das sementes de *Jatropha curcas*

DIAS	MÉDIA
17	29 a
40	29 a
66	19 b
108	21 b
164	23 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.3 TESTE DE TETRAZÓLIO

A obtenção dos valores dos parâmetros viabilidade e vigor do teste de tetrazólio apresentaram diferença significativa (Apêndice 1 – Tabela 7A e 8A). Os períodos de armazenamento de 17 e 40 dias (70% e 69%) diferiram do período 108 dias (58%), de menor viabilidade (Tabela 4).

Com relação ao nível de vigor, interpretou-se que o período de armazenamento de 17 dias apresentou maior vigor (62%) apesar de não diferir estatisticamente dos períodos de 40 e 164 dias (56% e 51%). Os períodos 66 e 108 dias (42%) apresentaram vigor inferior (Tabela 4).

Todos os períodos de armazenamento avaliados apresentaram o vigor alterado devido a problemas sérios de danos nas sementes por umidade já que, esse fator representou, em média, 37% dos danos avaliados. Os demais danos não apresentaram diferença significativa entre si (Apêndice 1 – Tabela 9A-12A).

Os valores obtidos para viabilidade no teste de tetrazólio devem possuir a mesma interpretação do teste de germinação. Assim, realizou-se correlação entre os testes para garantir a eficácia dos resultados (Apêndice 1 – Tabela 13A).

O teste de tetrazólio e o teste de germinação obtiveram correlação positiva. Porém, significativa apenas para o substrato areia a 30°C ($P \leq 0,1$) na época de coleta 2 ($R^2=0,8273$), substrato papel a 30°C ($P \leq 0,1$) na época 4 ($R^2=0,8018$) e para o substrato papel a 25°C ($P \leq 0,05$) na época 5 ($R^2=0,9749$).

Tabela 4. Resultado em porcentagem do teste de tetrazólio obtidos em função do período de armazenamento de sementes *Jatropha curcas*.

PARÂMETRO	17 Dias	40 Dias	66 Dias	108 Dias	164 Dias
Viabilidade	70 a	69 a	57 ab	52 b	62 ab
Vigor	62 a	56 ab	42 b	42 b	51 ab
Dano mecânico	0 a	2 a	1 a	1 a	1 a
Dano por umidade	32 a	29 a	41 a	45 a	37 a
Dano por inseto	0 a	1 a	0 a	0 a	0 a
Anormalidade embrionária	1 a	0 a	1 a	1 a	1 a

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.3.1 Coloração das sementes

Em ensaios para avaliar que melhores condições para a coloração, constatou-se que as sementes não submetidas a qualquer pré-condicionamento (imersão em água e remoção do tegumento), não absorveram a solução de tetrazólio, permanecendo com coloração original. Esse fato confirma os relatos de Marcos Filho et al. (1987) sobre a necessidade de hidratação prévia das sementes de algumas espécies, antes da exposição à solução de tetrazólio, de forma que ocorra o amolecimento e a ativação do sistema enzimático, permitindo a absorção da solução e o desenvolvimento da coloração uniforme.

Classes de colorações das sementes são utilizadas para indicar os danos causados em locais vitais nas sementes que possam prejudicar sua germinação (Figura 4 – 11). Na semente *Jatropha curcas* as regiões incluem o eixo hipocótilo-radícula e a região de inserção entre os cotilédones e o eixo.

Segundo Krzyzanowki et al. (1999) a escolha da metodologia adequada para o emprego do teste de tetrazólio deve-se basear na facilidade para a diferenciação de tecidos viáveis e inviáveis e na sua capacidade de diferenciar épocas de qualidade fisiológica distintas. Dessa maneira, o teste de tetrazólio utilizando a concentração de 0,1% pode ser usado como complemento a outros testes rápidos de avaliação de vigor de sementes de *Jatropha curcas*.

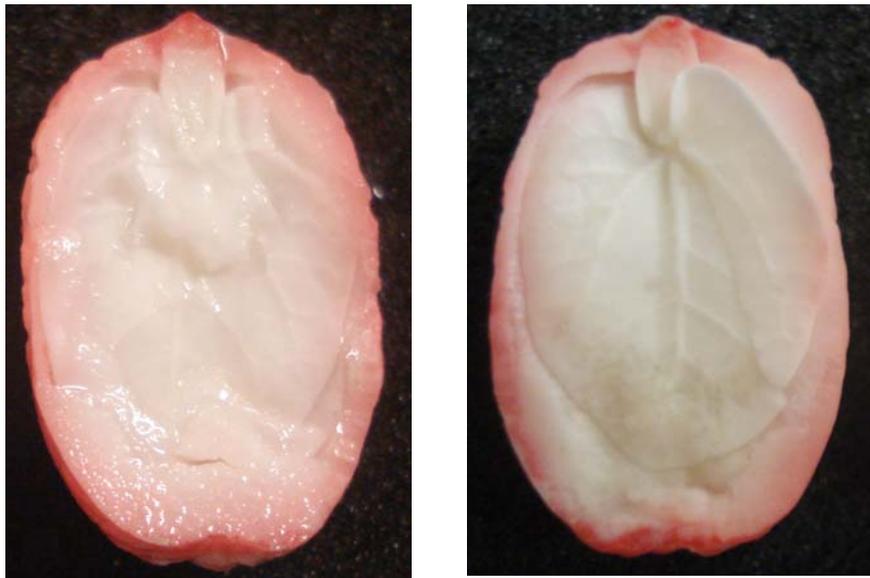


Figura 4 Classe 1: Sementes viáveis de alto vigor: com aspecto normal e firme, com coloração rósea



Figura 5 Classe 2: Sementes viáveis de médio vigor: com coloração uniforme e na região central dos cotilédones apresenta coloração vermelha intensa, sem atingir o eixo embrionário

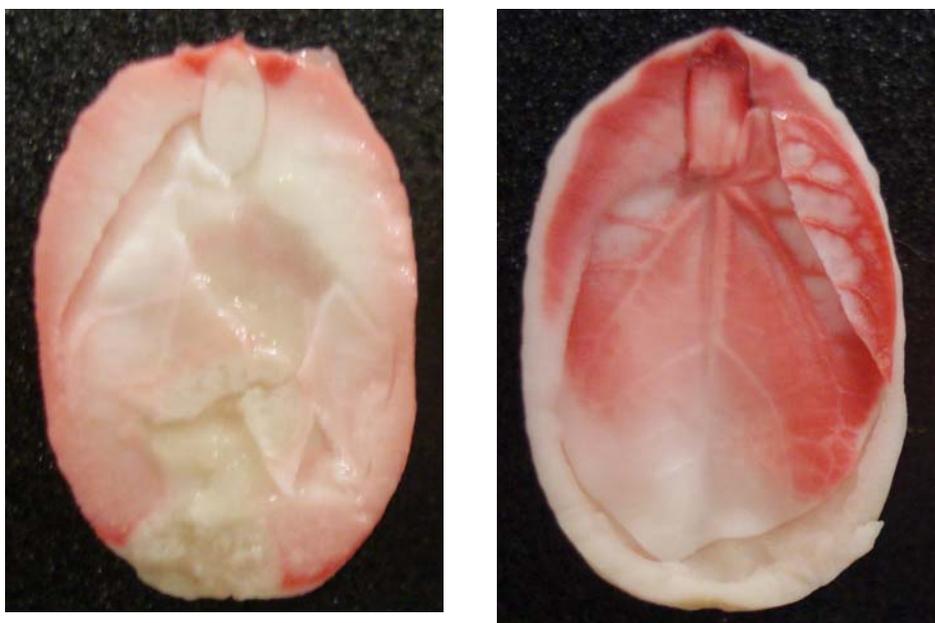


Figura 6 Classe 3: Sementes viáveis não vigorosas: semente com coloração rosa e apresentando manchas cor carmim na forma de mosaico



Figura 7 Classe 4: Sementes Viáveis: apenas o eixo embrionário com coloração rósea, e apresentando áreas dispersas de coloração branca e leitosa

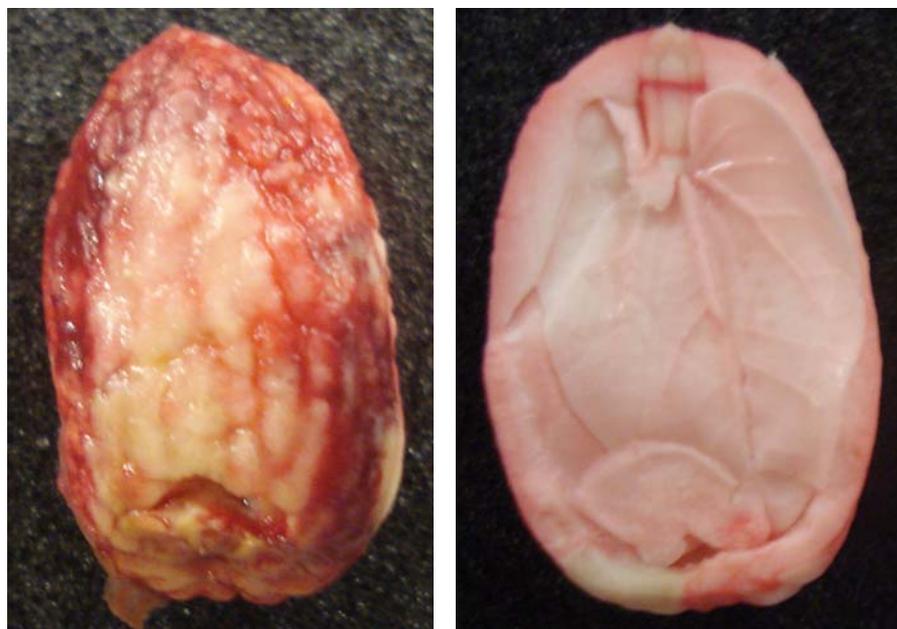


Figura 8 Classe 5: Sementes Inviáveis: região do eixo embrionário com coloração em vermelho intensa, caracterizando tecidos em deterioração

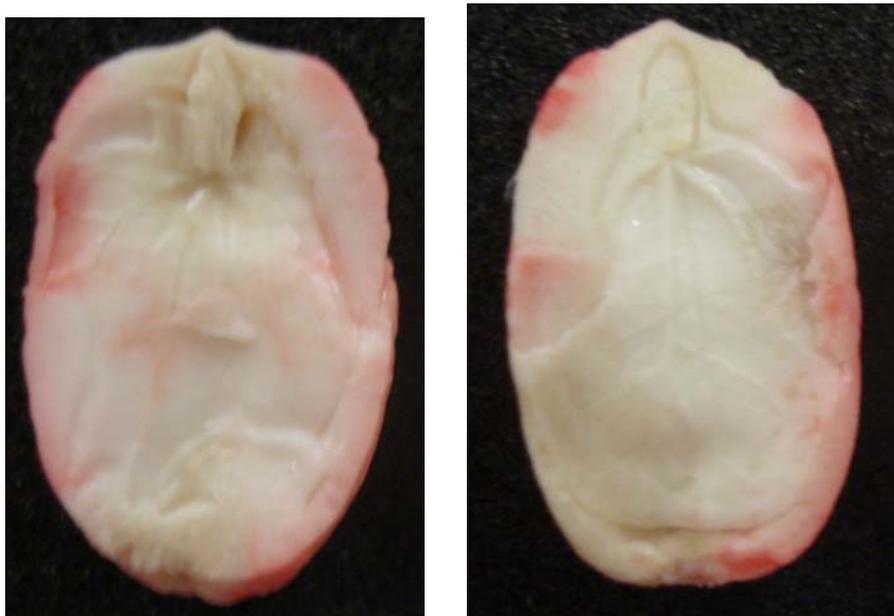


Figura 9 Classe 6: Sementes Inviáveis: com coloração vermelha intensa, o tecido se mostra flácido, indicando deterioração



Figura 10 Classe 7: Sementes mortas: com coloração branca leitosa



Figura 11 Classe 8: Sementes mortas; com coloração cinza ou com anormalidades embrionárias

5 CONCLUSÕES

Para sementes de *Jatropha curcas* L. provenientes de cinco diferentes períodos de armazenamento, pode-se concluir que:

Quanto maior tempo de armazenagem, maior perda de massa das sementes;

Sementes colhidas e armazenadas por até 40 dias possuem viabilidade maior que aquelas armazenadas por 66 a 164 dias;

O teste de tetrazólio mostrou-se satisfatório para determinação de vigor e viabilidade da semente, pois, obteve correlação positiva com o teste de germinação.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, P.Q.R. **Perspectiva histórica da cadeia da mamona e a introdução da produção de biodiesel no semi-árido brasileiro sob o enfoque da teoria dos custos de transação.** Piracicaba 2005. Monografia – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ

ALBRECHT, J.M.F.; ALBUQUERQUE, M.C.L.F.; SILVA, V.S.M. Influência da temperatura e do tipo de substrato na germinação de sementes de cerejeira. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 8, nº 1, p. 49-55, 1986.

ARAÚJO, N.C. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas.** Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico. Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil, 2005.

ARRUDA, F.P. et al. Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fribrosas.** Campina Grande, v.8, n.1, p.789-799, jan-abr, 2004.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - AOSA. **Seed vigor testing handbook.** East Lansing, 1983. 93p. (Contribution, 32).

BARBEDO, C.J.; MARCOS FILHO, J. Tolerância a dessecação de sementes. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, 12 (2): 145-164, 1998.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds.** New York: Springer-Verlag, 305p. vol. 1, 1978.

BECKERT, O.P.; SILVA, W.R. O uso da hidratação para estimar o desempenho de sementes de soja. **Bragantia.** Campinas, v.61, n.1, p.67-69, 2002.

BHERING, M.C.; DIAS, D.C.F.S.; BARROS, D.I. Adequação da metodologia do teste de tetrazólio para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de melancias. **Revista Brasileira de Sementes.** Vol.27,n.1, p. 176-182, 2005.

BIODIESELBR. **Pinhão-manso (*Jatropha curcas*): uma planta de futuro.** Disponível em: <<http://www.pinhaomanso.com.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2007.

BIODIESEL TECNOLOGIA. **O novo combustível do Brasil. Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel.** Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/>>. Acesso em: 8 mar. 2007.

BRAGANTINI, C. **Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 28 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** Brasília: SNDA/DND/CLAV, 1992. 365p.

CABRAL, E.L.; BARBOSA, D.C.A.; SIMABUKURO, E.A. Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia Aurea* (manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. **Acta Botanica Brasileira.** v.17, n.4, 2003.

CALERO, E.; WEST, S.H.; HINSON, K. Water absorption of soybean associated causal factors. **Crop Science**, v.21, p.926-933, 1981.

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

COELHO, K. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas.** Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico. Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil, 2006.

DELOUCHE, J. C. **Physiology of seed storage.** In: Proceedings: Corn and Sorghum Research Conference American Trade Association, 23, Mississippi, 1968. p. 83-90.

FERREIRA, D.F. **Programa de análises estatísticas (Statistical Analysis Software) e planejamento de experimentos.** Universidade Federal de Lavras, 2003.

FIGUIOLIA, M.B.; OLIVEIRA, E.C.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGUIOLIA, M.B. **Sementes florestais.** p. 83-136, 1993.

FOGAÇA, C.A. **Padronização do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade de sementes de três espécies florestais.** Jaboticabal, 2003. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP.

FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê.** 2 ed. Passo Fundo: UPF, 2004. 536p.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. Metodologia do teste de tetrazólio de sementes de soja. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.) **Vigor de sementes: conceitos e testes,** Londrina: ABRATES, 1999. cap. 8, p.1-28.

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

GRISI, P.U.; SANTOS, C.M. **Influência do armazenamento, na germinação das sementes de girassol**. Instituto de Biologia: Universidade Federal de Uberlândia. s. ed. /2007?/

HEGARTY, T.W. The physiology of seed hydration and dehydration, and the relation between water stress and the control of germination: a review. Oxford: **Plant, Cell and Environment**, v.1, n.2, p. 101-119, 1978.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

LEOPOLD, A.C.; VERTUCCI, C.W. Moisture as a regulator of physiological reaction in seeds. In Seed moisture (P.C. Stanwood & M.B. McDonald, eds.). Madison: **Crop Science Society of America**. p. 51-67, 1989.

LIMA, M.G.S.; MENDES, C.R.; MORAES, D.M.; LOPES, N.F.; RODRIGUES, M.A.V. Caracterização da Qualidade Fisiológica de Sementes de Mamona Cultivar Guarani. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 675-677, jul. 2007.

MAGUIRE, J.D. Speeds of germination-aid selection emergence and vigor. **Crop Science**. V.2, p.176-7, 1962.

MALAVASI, M.M. Germinação de sementes. In: RODRIGUES, F.M.C. **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p.25-40.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. **Testes de vigor**. Piracicaba: ESALQ/USP, 53p. 1987.

MARCOS FILHO, J. Utilização de testes de vigor em programas de controle de qualidade de sementes. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.4, n.2, p.33-35, 1994.

MARCOS FILHO, J. Testes de Vigor: Importância e Utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de Sementes: conceitos e testes**. Londrina- PR: ABRATES, 1999. 218p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Plantas Cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p 495.

MENEZES, N.L.; SILVEIRA, T.L.D. & PASINATTO, P.R. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.2, p.121-127, 1994.

MOTTA, W.A. **Hidratação, condutividade elétrica, e avaliação da qualidade fisiológica de sementes de teosinto.** 2002, 49f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) Universidade Federal de Pelotas, 2002.

NASSIF, S.M.L. et al. Fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação de sementes. **IPEF – Informativo Sementes.** Abril, 1998.

NOVEMBRE, A. D. L. C. **Estudo da metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) deslindadas mecanicamente.** 1994. 133 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

OLIVEIRA, L. M. **Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich. e *T. impetiginosa* (Martius Ex A. P. de Candolle Standley) envelhecidas natural e artificialmente.** 2004. 160 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

Orchard, T. J. 1977. Estimating the parameters of plant seedling emergence. **Seed Sci. Tech.** 5:61-69. Rauch, F. D., L. Schmidt & P. K'. Murakami. 1982. Seed propagation of palms. **Inter. Plant Prop. Soc. Proc.** 43:341-347.

PEREIRA, M.D.; DIAS, D.C.F.S.; DIAS; L.A.S. **Germinação de sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em diferentes temperaturas e substratos.** Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2007.

PRETE, C.E.C.; CICERO, S.M.; FOLEGATTI, P.R. Emergência de plântulas de soja no campo e sua relação com a embebição e condutividade elétrica das sementes. **Semina**, Londrina, v.15, n.1, p.32-37. 1993.

REYS, P. et al. Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos de espécies arbóreas em mata ciliar no Rio Formoso, Mato Grosso do Sul. **Biota Neotropica.** v.5, n.2, 2005.

SEVERINO, L.S.; LIMA, R.L.S.; BELTRÃO, N.E.M. Germinação e crescimento inicial de plântulas de pinhão manso em função do peso da semente. **Comunicado Técnico.** Campina Grande: Dezembro, 2006.

SLUSZZ, T; MACHADO, J.A.D. **Características das potenciais culturas matérias-primas do biodiesel e sua adoção pela agricultura familiar.** Porto Alegre: Agrener, 2006.

SOUZA, F.H.D. Características físicas das sementes de *Calopogonium mucunoides* Desv. associadas à qualidade fisiológica e ao padrão de absorção de água: I. Tamanho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.18, p.33-40, 1996.

TAPANES, N.O. et al. **Transesterificação dos glicerídeos de óleo de *Jatropha curcas* L.: estudo teórico**. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/>>. Acesso em: 7 mar. 2007.

TOMINAGA, N.; KAKIDA, J.; YASUDA, E.K. **Cultivo de pinhão-manso para produção de biodiesel**. Viçosa: CPT, 2007. 220p.

TRIBONI, H.R.; BARBOSA, J.C. Estimativa do número de frutos por amostragem de parte da copa em laranjeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v.26, n. 3, p. 454-458, 2004.

WIKIPÉDIA. **Pinhão-manso**. Disponível em: < http://en.wikipedia.org/wiki/Jatropha_curcas >. Acesso em: 3 abr. 2008.

WRASSE, C.F. **Testes de vigor alternativos em sementes de arroz**. 70f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

APÊNDICE

APÊNDICE 1

Tabela 1A Análise de variância da umidade de sementes de *Jatropha curcas*

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ARMAZENAMENTO	4	1.050000	0.262500	21.000	0.0000
REPETIÇÃO	3	0.037500	0.012500	1.000	0.4262
Erro	12	0.150000	0.012500		
Total corrigido	19	1.237500			
CV (%) =	1.36				
Média geral:	8.2250000	Número de observações:	20		

Tabela 2A Análise de variância para massa de sementes de *Jatropha curcas*

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ARMAZENAMENTO	4	4.252000	1.063000	7.466	0.0000
REPETIÇÃO	3	0.768000	0.256000	1.798	0.1466
Erro	492	70.052000	0.142382		
Total corrigido	499	75.072000			
CV (%) =	26.24				
Média geral:	0.6160000	Número de observações:	500		

Tabela 3A Análise de variância para diâmetro de sementes de *Jatropha curcas*

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ARMAZENAMENTO	4	2.789643	0.697411	3.977	0.0035
REPETIÇÃO	3	1.011281	0.337094	1.922	0.1250
Erro	492	86.275768	0.175357		
Total corrigido	499	90.076692			
CV (%) =	4.27				
Média geral:	9.8064200	Número de observações:	500		

Tabela 4A Análise de variância para comprimento de sementes de *Jatropha curcas*

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ARMAZENAMENTO	4	26.372000	6.593000	5.396	0.0003
REPETIÇÃO	3	1.334000	0.444667	0.364	0.7785
Erro	492	601.196000	1.221943		
Total corrigido	499	628.902000			
CV (%) =	5.98				
Média geral:	18.4860000	Número de observações:	500		

Tabela 5A Análise de variância da germinação de sementes de *Jatropha curcas*

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
SUBST	1	28.800000	28.800000	0.345	0.5595
TEMP	1	288.800000	288.800000	3.455	0.0682
ARMAZENAMENTO	4	8048.000000	2012.000000	24.073	0.0000
SUBST*TEMP	1	3.200000	3.200000	0.038	0.8456
SUBST*ARMAZENAMENTO	4	51.200000	12.800000	0.153	0.9608
TEMP*ARMAZENAMENTO	4	651.200000	162.800000	1.948	0.1149
SUBST*TEMP*ARMAZENAMENTO	4	28.800000	7.200000	0.086	0.9864
Erro	57	4764.000000	83.578947		
Total corrigido	79	14284.000000			
CV (%) =	15.36				
Média geral:	59.5000000	Número de observações:	80		

Tabela 6A Análise de variância do índice de velocidade de germinação de *Jatropha curcas*

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
SUBST	1	0.662025	0.662025	0.042	0.8391
TEMP	1	9.716529	9.716529	0.611	0.4377
ARMAZENAMENTO	4	1229.390082	307.347521	19.326	0.0000
SUBST*TEMP	1	30.057965	30.057965	1.890	0.1746
SUBST*ARMAZENAMENTO	4	37.634415	9.408604	0.592	0.6701
TEMP*ARMAZENAMENTO	4	111.934417	27.983604	1.760	0.1497
SUBST*TEMP*ARMAZENAMENTO	4	6.232629	1.558157	0.098	0.9827
Erro	57	906.492209	15.903372		
Total corrigido	79	2390.145705			
CV (%) =	16.48				
Média geral:	24.2019288	Número de observações:	80		

Tabela 7A Análise de variância para viabilidade das sementes de *Jatropha curcas* no teste de tetrazólio

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ARMAZENAMENTO	4	952.000000	238.000000	4.240	0.0228
REPETIÇÃO	3	54.400000	18.133333	0.323	0.8087
Erro	12	673.600000	56.133333		
Total corrigido	19	1680.000000			
CV (%) =	12.08				
Média geral:	62.0000000	Número de observações:	20		

Tabela 8A Análise de variância para vigor das sementes de *Jatropha curcas* no teste de tetrazólio

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ARMAZENAMENTO	4	1228.800000	307.200000	5.189	0.0116
REPETIÇÃO	3	85.600000	28.533333	0.482	0.7009
erro	12	710.400000	59.200000		
Total corrigido	19	2024.800000			
CV (%) =	15.21				
Média geral:	50.6000000	Número de observações:	20		

Tabela 9A Análise de variância para dano mecânico nas sementes de *Jatropha curcas* no teste de tetrazólio

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ARMAZENAMENTO	4	11.200000	2.800000	0.429	0.7854
REPETIÇÃO	3	9.600000	3.200000	0.490	0.6958
Erro	12	78.400000	6.533333		
Total corrigido	19	99.200000			
CV (%) =	213.00				
Média geral:	1.2000000	Número de observações:	20		

Tabela 10A Análise de variância para dano por umidade nas sementes de *Jatropha curcas* no teste de tetrazólio

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ARMAZENAMENTO	4	691.200000	172.800000	3.071	0.0587
REPETIÇÃO	3	11.800000	3.933333	0.070	0.9750
Erro	12	675.200000	56.266667		
Total corrigido	19	1378.200000			
CV (%) =	20.66				
Média geral:	36.3000000	Número de observações:	20		

Tabela 11A Análise de variância para dano por inseto nas sementes de *Jatropha curcas* no teste de tetrazólio

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ARMAZENAMENTO	4	3.200000	0.800000	1.000	0.4449
REPETIÇÃO	3	2.400000	0.800000	1.000	0.4262
erro	12	9.600000	0.800000		
Total corrigido	19	15.200000			
CV (%) =	447.21				
Média geral:	0.2000000	Número de observações:	20		

Tabela 12A Análise de variância para anormalidade embrionária nas sementes de *Jatropha curcas* no teste de tetrazólio

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
ARMAZENAMENTO	4	3.200000	0.800000	0.333	0.8503
REPETIÇÃO	3	19.200000	6.400000	2.667	0.0951
Erro	12	28.800000	2.400000		
Total corrigido	19	51.200000			
CV (%) =	193.65				
Média geral:	0.8000000	Número de observações:	20		

Tabela 13A Correlações de Pearson para viabilidade entre o teste de tetrazólio e o teste de germinação para cada período de armazenamento de sementes de *Jatropha curcas*

ARM	Variável	Variável	Observações	Correlação	T	Significância
1	TZ	TGA25	4	0.3293	0.4932	0.3354
1	TZ	TGA30	4	-0.4575	-0.7276	0.2713
1	TZ	TGP25	4	-0.5774	-1.0000	0.2113
1	TZ	TGP30	4	0.5547	0.9428	0.2226
2	TZ	TGA25	4	-0.4924	-0.8000	0.2538
2	TZ	TGA30	4	0.8273	2.0830	0.0863
2	TZ	TGP25	4	0.7526	1.6164	0.1237
2	TZ	TGP30	4	-0.4842	-0.7826	0.2579
3	TZ	TGA25	4	-0.6025	-1.0675	0.1988
3	TZ	TGA30	4	-0.4857	-0.7857	0.2572
3	TZ	TGP25	4	0.0534	0.0756	0.4733
3	TZ	TGP30	4	0.3163	0.4715	0.3419
4	TZ	TGA25	4	-0.4454	-0.7036	0.2773
4	TZ	TGA30	4	0.2673	0.3922	0.3664
4	TZ	TGP25	4	0.4518	0.7161	0.2741
4	TZ	TGP30	4	0.8018	1.8974	0.0991
5	TZ	TGA25	4	-0.3721	-0.5669	0.3139
5	TZ	TGA30	4	-0.1088	-0.1548	0.4456
5	TZ	TGP25	4	0.9749	6.1942	0.0125
5	TZ	TGP30	4	0.2481	0.3621	0.3760