

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

CRISTINA FERNANDA SCHNEIDER

**AVALIAÇÃO DA TERMOTERAPIA NA QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA
EM SEMENTES DE PINHÃO-MANSO ARMAZENADAS**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2012

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

CRISTINA FERNANDA SCHNEIDER

**AVALIAÇÃO DA TERMOTERAPIA NA QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA
EM SEMENTES DE PINHÃO-MANSO ARMAZENADAS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Marlene de Matos Malavasi
Coorientador: José Renato Stangarlin
Coorientador: Ubirajara Contro Malavasi

MARECHAL CÂNDIDO RONDON

2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR., Brasil)

S358a	Schneider, Cristina Fernanda Avaliação da termoterapia na qualidade fisiológica e sanitária em sementes de pinhão-manso / Cristina Fernanda Schneider. - Marechal Cândido Rondon, 2012 40 p. Orientadora: Prof. Dr. Marlene de Matos Malavasi Coorientador: Prof. Dr. José Renato Stangarlin Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2012 1. Pinhão manso - Tratamento térmico. 2. Pinhão manso - Germinação. 3. <i>Jatropha curcas</i> L. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título. CDD 21.ed. 634.9285 CIP-NBR 12899
-------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ficha catalográfica elaborada por Marcia Elisa Sbaraini-Leitzke CRB-9/539

Aos meus pais Arno Schneider e Nelci Beppler Schneider, com todo meu amor e dedicação.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar a oportunidade de concluir mais essa etapa de minha vida.

A meus pais Arno e Nelci, pelo amor incondicional, compreensão e incentivo, sem vocês eu não teria chegado até aqui.

A meus irmãos Márcia e Jorge e meus cunhados Elenice e Victor, pelo amor e companheirismo.

A minha orientadora professora PhD. Marlene de Matos Malavasi e meu co-orientador professor Dr. José Renato Stangarlin, pelo apoio e grandes ensinamentos.

Aos professores Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi, Dr. Edmar Soares de Vasconcelos e Dr. Rubens Fey, pela ajuda nas análises estatísticas.

Ao Dr. César José da Silva, que auxiliou no fornecimento das sementes de pinhão manso para realização deste trabalho.

Aos técnicos de laboratório Dr. Gilmar Franzener e Msc Neuza Herzog pela ajuda e orientações no desenvolvimento de diversas metodologias.

As colegas Fabiane Cristina Gusatto Brand e Tania Helena Neunfeld, pela amizade e toda a ajuda dispensada durante o experimento.

As amigas Cristiane Cláudia Meinerz, Mariana Pizzatto, Tatiani Alano Modolon, Deisnara Giane Schulz, Éverli Moers, Débora Back e Vanessa Ignásio, pela ajuda, amizade sincera, companheirismo e momentos de descontração.

A Capes pelo apoio financeiro.

A todos os professores, funcionários da UNIOESTE e amigos que colaboraram de forma direta ou indireta no desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

Dentre as várias espécies que podem ser utilizadas na obtenção de óleos vegetais para fins energéticos, o pinhão-mansão está sendo considerado uma das melhores opções agrícolas. Para isso, é necessário que se tenha sementes de boa qualidade fisiológica e sanitária para que se tenha bom estabelecimento das plantas no campo. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência do tratamento térmico no controle de patógenos de campo e de armazenamento em sementes de pinhão-mansão armazenadas. As sementes de pinhão-mansão foram coletadas no município de Dourados – MS, foram submetidas ao beneficiamento e secagem ao sol, em seguida foram conduzidas ao armazenamento em câmara seca em embalagem de vidro com tampa de rosca e capacidade de 500 ml, pelos períodos de 0, 90, 180, 270 e 360 dias. Após cada período de armazenamento, as sementes foram submetidas à termoterapia por imersão em água nas temperaturas de 45° C, 50° C e 55° C por 15 minutos; a testemunha foi imersa em água em temperatura ambiente (25±2 °C) por 15 minutos. Os parâmetros avaliados foram: grau de umidade, massa de mil sementes, sanidade, germinação, índice de velocidade de emergência e condutividade elétrica. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x4. Pela análise dos dados verificou-se que o tratamento térmico nas temperaturas de 45 °C, 50 °C e 55 °C não foram prejudiciais para a germinação e integridade das membranas celulares das sementes. Nas sementes armazenadas após 180 dias a utilização da termoterapia contribuiu para a conservação do vigor das sementes. Os fungos *Penicillium* sp. e *Acremonium* sp. foram controlados pela termoterapia nas temperaturas de 45 °C, 50 °C e 55 °C; e *Aspergillus* sp. foi controlado pela temperatura de 55 °C nos períodos de armazenamento de 180 e 270 dias.

Palavras-chave: *Jatropha curcas* L., germinação, tratamento térmico, sanidade.

ABSTRACT

Evaluation of the thermotherapy on physiological and health quality of Jatropha seeds

Among the many species that can be used to obtain vegetable oil for energy, *Jatropha* is considered one of the best agricultural options. Therefore, it is necessary to have seeds with good physiological and health quality in order to have a good establishment of plants in the field. This study aimed to evaluate the efficiency of heat treatment to the control of seed-borne pathogen in stored *Jatropha* seeds. The seeds of *Jatropha* were collected in Dourados – MS, and were subjected to processing and sun drying, and then conducted to the storage in a dry chamber in glass packing with a screw cap and a capacity of 500 mL, for periods of 0, 90, 180, 270 and 360 days. After each storage period, seeds were subjected to thermotherapy by immersion in hot water at temperatures of 45 °C, 50 °C and 55 °C for 15 minutes; the control treatment was immersed in water at room temperature (25±2 °C) for 15 minutes. The parameters evaluated were: moisture content, weight of thousand seeds, health, germinations, emergence rate index and electrical conductivity. The experimental design was completely randomized with a factorial 5x4. For data analysis it was found that heat treatment at temperatures of 45 °C, 50 °C and 55 °C did not affect germination and the cell membrane integrity of the seed. In seeds stored after 180 days the use of thermotherapy contributed to the conservation of seed vigor. The fungus *Penicillium* sp. and *Acremonium* sp. were eliminated by thermotherapy at temperatures of 45° C, 50° C and 55° C, and *Aspergillus* sp. was controlled at a temperature of 55° C in periods of storage of 180 and 270 days.

Keywords: *Jatropha curcas* L., germination, heat treatment, health.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Análise de regressão para o grau de umidade (%) em sementes de pinhão-mansó provenientes de diferentes períodos de armazenamento (dias).	24
Figura 2. Análise de regressão para a massa de mil sementes (g) em sementes de pinhão-mansó provenientes de diferentes períodos de armazenamento (dias)	25
Figura 3. Análise de regressão da germinação (%) em função do período de armazenamento (dias) em sementes de pinhão-mansó.....	26
Figura 4. Superfície de resposta do início da germinação (dias), de acordo com a temperatura de termoterapia (°C) e período de armazenamento (dias), para sementes de pinhão-mansó	28
Figura 5. Superfície de resposta do final da germinação (dias), de acordo com a temperatura de termoterapia (°C) e período de armazenamento (dias), para sementes de pinhão-mansó	29
Figura 6. Superfície de resposta do índice de velocidade de emergência (IVE), de acordo com a temperatura de termoterapia (°C) e período de armazenamento (dias) das sementes de pinhão-mansó.....	30
Figura 7. Superfície de resposta da condutividade elétrica ($\mu\text{mho}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$), de acordo com a temperatura de termoterapia (°C) e período de armazenamento (dias), para sementes de pinhão-mansó	32

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Tipo de secagem, tipos de embalagens de armazenamento, tempo de armazenamento e temperatura de termoterapia para os tratamentos testados.....18
- Tabela 2. Quadrados médios e significâncias da análise de variância do grau de umidade e massa de mil sementes (MMS), em sementes de pinhão-manso.....23
- Tabela 3. Quadrados médios e significâncias da análise de variância da germinação (%), início da germinação (dias), final da germinação (dias), índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (C.E.) ($\mu\text{mho}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) em sementes de pinhão-manso.....23
- Tabela 4. Incidência de fungos (%) em sementes de pinhão-manso provenientes de diferentes períodos de armazenamento (dias) e tratadas por termoterapia.33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 <i>Jatropha curcas</i> L.....	11
2.2 Armazenamento de sementes.....	11
2.3 Potencial fisiológico e vigor de sementes.....	12
2.3.1 Germinação de sementes	13
2.3.2 Condutividade elétrica	14
2.3.3 Sanidade de sementes.....	14
2.4 Termoterapia	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Local do experimento	17
3.2 Sementes	17
3.3 Determinação do grau de umidade da semente.....	19
3.4 Determinação da massa de mil sementes.....	19
3.5 Tratamento térmico	19
3.6 Teste de sanidade	19
3.7 Teste de germinação.....	20
3.7.1 Índice de velocidade de emergência	20
3.8 Teste de condutividade elétrica.....	21
3.9 Delineamento experimental.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 Análise de variância	23
4.2 Caracterização de sementes de <i>Jatropha curcas</i> L.	24
4.3 Teste de germinação.....	26
4.4 Início e final da germinação.....	27
4.5 Índice de velocidade de emergência	29
4.6 Teste de condutividade elétrica.....	31
4.7 Teste de sanidade	32
5 CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) oleaginosa da família das *Euphorbiaceae* é exigente em insolação e possui resistência a seca. A espécie desperta interesses para a produção de biodiesel, pois o óleo presente em suas sementes possui todas as características necessárias para a utilização como combustível. Segundo Teixeira (2005), a produção média de frutos em cultivos comerciais chega a 5 t ha⁻¹.

Para atender a demanda crescente por sementes de pinhão-manso é necessário que se tenha sementes com boa qualidade fisiológica e sanitária, para que o estabelecimento das plantas a campo não venha a ser comprometido. Os testes de vigor são instrumentos de uso cada vez mais rotineiros pela indústria de sementes para determinação da sua qualidade fisiológica.

Os tratamentos sanitários muitas vezes são indispensáveis, pois visam a eliminação de patógenos de campo e de armazenamento presentes nas sementes e que possam comprometer sua germinação e vigor.

Normalmente são realizados tratamentos químicos em frutos e sementes, tratamentos físicos como a termoterapia, que são eficientes na erradicação de patógenos e podem constituir-se em alternativa para o controle dos mesmos em sementes de pinhão-manso. Entretanto, são necessários estudos com relação a esse efeito das temperaturas de exposição, sobre a qualidade fisiológica da semente e o controle dos patógenos.

O armazenamento tem como objetivo básico manter o nível de qualidade fisiológica das sementes até sua utilização na semeadura (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). As condições de armazenamento são extremamente importantes, visto que estas determinam a longevidade das sementes.

Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar a eficiência do tratamento térmico no controle de patógenos de campo e de armazenamento e qualidade fisiológica de sementes de pinhão-manso armazenadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Jatropha curcas* L.

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) pertence à família *Euphorbiaceae*, é uma planta perene, exigente em insolação, resistente a seca e decídua, ou seja, suas folhas caem em determinada época do ano. É considerada uma pequena árvore ou grande arbusto, podendo atingir altura de 8 a 10 m (KUMAR; SHARMA, 2008).

A espécie apresenta-se como opção agrícola para regiões áridas, semi-áridas e na recuperação de áreas degradadas, promove o acesso à produção com renda (pela venda do óleo das sementes para fins combustíveis), e como suprimento de energia (o óleo pode ser utilizado em motores e máquinas para a geração de eletricidade). Além disso, o vegetal contribui no desenvolvimento rural (com emprego de mão de obra familiar), pois a cultura que permite o uso de culturas anuais alimentícias em consórcio, com consequente fixação do homem no campo (SATO et al., 2009).

A produção de óleo é uma característica positiva da cultura do pinhão manso, com vantagem dos grãos poderem ser armazenados por períodos longos, sem que ocorra deterioração do óleo por aumento da acidez, como acontece, por exemplo, com frutos de dendê, que devem ser processados o mais rápido possível (SLUSZZ; MACHADO, 2006). Outro fator é a produção do óleo que pode variar de 50 a 57% do seu peso (TOMINAGA; KAKIDA; YASUDA, 2007), sendo este um dos grandes motivos para sua utilização na produção de biodiesel.

2.2 Armazenamento de sementes

O armazenamento de sementes é uma prática normalmente utilizada para a maioria das espécies e tem como objetivo assegurar a qualidade do material até a época de plantio (MARCOS FILHO, 2005). A qualidade das sementes não pode ser melhorada durante o armazenamento, mas pode ser preservada quando as condições de conservação são favoráveis (SANTOS; DE MENEZES; VILLELA, 2005).

As sementes atingem a máxima qualidade na maturidade fisiológica, coincidindo com o maior potencial de armazenamento. A partir de então, ocorre redução desta qualidade com a deterioração (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), envolvendo uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas e físicas que, eventualmente causam a morte da semente. Essas alterações são progressivas e determinadas por fatores genéticos, bióticos e abióticos (clima, insetos e microorganismos), procedimentos de colheita, de secagem, de beneficiamento de manuseio e de armazenamento (VILELLA; PERES, 2004).

A umidade relativa do ar e a temperatura são os principais fatores que afetam a qualidade fisiológica da semente, em particular o vigor, durante o armazenamento. A temperatura afeta a velocidade dos processos bioquímicos e interfere de forma indireta, sobre o grau de umidade das sementes, ao passo que a umidade relativa do ar possui estreita relação com o grau de umidade da semente, que, por sua vez governa a ocorrência dos diferentes processos metabólicos que ela pode sofrer (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A preservação da qualidade fisiológica de sementes sob determinadas condições ambientais de temperatura e umidade relativa do ar é também influenciada pelo tipo de embalagem utilizada no armazenamento (VILELLA; PERES, 2004).

A escolha da embalagem a ser utilizada relaciona-se ao manejo durante o armazenamento e o transporte, através da resistência à tensão e à ruptura e da proteção contra a invasão por insetos e roedores, influenciando também nas trocas de vapor d'água, podendo ter maior ou menor facilidade de troca entre as sementes e a atmosfera (MARCOS FILHO, 2005).

2.3 Potencial fisiológico e vigor de sementes

A qualidade das sementes é determinada por fatores genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, os quais interferem diretamente no potencial de desempenho de campo e durante o armazenamento (MARCOS FILHO, 1999).

A qualidade das sementes pode ser avaliada pelo seu potencial fisiológico, que reúne informações sobre a germinação (viabilidade) e o vigor de sementes. A viabilidade determina se a semente encontra-se viva ou morta e germinável. O vigor é uma propriedade fisiológica, determinada pelo genótipo e modificada pelo

ambiente, que governa a capacidade da semente produzir rapidamente uma plântula no solo e tolerar significativamente variações das condições ambientais. A longevidade refere-se ao período de tempo em que a semente permanece viva quando armazenada sob condições ambientais ideais (MARCOS FILHO, 2005; TOLEDO; MARCOS FILHO, 1977).

A condução de testes de vigor procura detectar diferenças significativas no potencial fisiológico de lotes com germinação semelhantes, fornecendo informações adicionais às proporcionadas pelo teste de germinação (MARCOS FILHO, 2005).

Na atualidade, uma das principais exigências para a avaliação do vigor de sementes refere-se à obtenção de resultados confiáveis em um período de tempo relativamente curto, permitindo a agilização das tomadas de decisões, principalmente no que se refere às operações de colheita, processamento e comercialização (DIAS; MARCOS FILHO, 1996).

Várias classificações para os testes de potencial fisiológico de sementes já foram propostas, a mais completa tem sido atribuída a McDonald (1975). Os testes são distribuídos em testes físicos, fisiológicos, bioquímicos e de resistência a estresse. Nos testes físicos avaliam-se aspectos morfológicos ou características físicas das sementes possivelmente associadas ao vigor. Nos testes fisiológicos procura-se determinar atividade fisiológica específica, cuja manifestação depende do vigor. Nos testes bioquímicos são avaliadas alterações bioquímicas associadas ao vigor da semente. E nos testes de resistência a estresse avalia-se o desempenho de sementes expostas a condições desfavoráveis do ambiente (MARCOS FILHO, 2005).

2.3.1 Germinação de sementes

Em tecnologia de sementes, a germinação é definida como a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, manifestando sua capacidade para dar origem a uma plântula normal, sob condições ambientais favoráveis (MARCOS FILHO; CICERO; SILVA, 1987).

O teste de germinação é o principal parâmetro utilizado para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes e permite conhecer o potencial de germinação de um lote em condições favoráveis. Os resultados do teste são utilizados para determinar a taxa de semeadura, para a comparação do valor de lotes e para a

comercialização, pois possibilita a obtenção de resultados comparáveis entre laboratórios (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Para isso, é necessário seguir procedimentos padrão recomendados pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009a).

As sementes germinam quando as condições para o crescimento são favoráveis e elas não apresentam algum tipo de dormência. A primeira exigência para a germinação é a água, além disso, a germinação ocorre em determinada faixa de temperatura (CASTRO; BRANFORD; HILHORST, 2004).

2.3.2 Condutividade elétrica

Frequentemente, lotes de sementes que apresentam germinação semelhante exibem comportamentos distintos no campo ou armazenamento. Essas diferenças podem ser explicadas pelo fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos associados à deterioração ocorrem, geralmente, antes que sejam verificados declínios na capacidade germinativa (DELOUCHE; BASKIN, 1973¹ citado por VIEIRA et al., 2002).

O teste de condutividade elétrica é um meio rápido e prático de determinar o vigor de sementes e baseia-se no princípio de que com o processo de deterioração ocorre lixiviação dos constituintes celulares das sementes embebidas em água devido à perda da integridade dos sistemas celulares. Assim, baixa condutividade significa alta qualidade da semente e alta condutividade, ou seja, maior saída de lixiviados da semente sugere o menor vigor desta (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

2.3.3 Sanidade de sementes

Sementes são utilizadas pela maioria dos patógenos como veículo de transporte e abrigo à sobrevivência. Assim, a semente está diretamente envolvida na continuidade do ciclo biológico dos patógenos de uma a outra geração do hospedeiro (CASA; REIS; MOREIRA, 2005).

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

Entre os organismos que podem ser transmitidos por sementes, o grupo dos fungos é o mais numeroso, seguido de bactérias, vírus e alguns nematóides (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Podem ocorrer dois tipos de fungos associados às sementes: os fungos de campo como dos gêneros *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Alternaria* e *Helminthosporium*, entre outros. A associação destes microrganismos às sementes pode ocorrer durante o processo de maturação, não interferindo durante o armazenamento; e os fungos de armazenamento dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Paecilomyces*, que geralmente invadem as sementes após a colheita (MARCOS FILHO, 2005).

Segundo Machado (1988), os danos mais frequentes causados por patógenos em sementes são vistos em forma de abortos, deformações, apodrecimentos, estromatizações, manchas necróticas, descoloração da casca, dentre outros, que acarretam a perda do poder germinativo das sementes e constituem focos primários de infecção no campo.

Em patologia de sementes, é importante conhecer, além do percentual de ocorrência de um patógeno, a localização deste em relação à semente. Esse tipo de informação permite não só definir métodos de detecção e de tratamento de sementes, quando necessário, como estimar o modelo de desenvolvimento de doenças no campo (COLHOUN, 1983).

2.4 Termoterapia

No tratamento de sementes, as mesmas são submetidas ao processo visando sua preservação e o aprimoramento de seu desempenho, com o objetivo de aumentar o rendimento, envolvendo no sentido mais tradicional e restrito métodos químicos, físicos, biológicos e bioquímicos (MENTEN et al., 2005).

A termoterapia é um método físico de eliminação de patógenos do interior de sementes que tem demonstrado eficiência, consistindo na exposição das sementes à ação do calor em combinação com o tempo de tratamento (MACHADO, 2000).

Vários trabalhos vêm mostrando a eficiência da termoterapia, através da imersão das sementes em água quente. Marroni et al. (2009) testaram a termoterapia em sementes de *Ricinus communis* L. submetendo-as a temperaturas de 45°C a 60°C em intervalos de 15 e 30 minutos, e verificaram que a incidência de patógenos diminuiu e a qualidade fisiológica da semente não foi prejudicada.

Vieira (2009), trabalhando com sementes de café, verificou que a termoterapia nas temperaturas de 50°C e 60°C nos tempos de 1 minuto, 7 minutos, 30 segundos e 15 minutos foi eficiente na redução da incidência de *Colletotrichum gloeosporioides*. Porém, a temperatura de 60°C por 15 minutos foi prejudicial para a germinação das sementes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido nos Laboratórios de Tecnologia de Sementes e de Fitopatologia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), *campus* de Marechal Cândido Rondon - PR.

3.2 Sementes

As sementes de pinhão-mansão foram coletadas na zona rural do distrito de Itahum, município de Dourados, no Estado do Mato Grosso do Sul. A altitude média do local é 485 metros, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 22°05'45" S, longitude 55°18'50" W, enquanto o solo é do tipo Latossolo Vermelho distrófico. A lavoura em que foram colhidos os frutos de pinhão-mansão foi implantada em novembro de 2006, e as sementes utilizadas no presente trabalho foram colhidos em junho de 2010.

A colheita e o beneficiamento das sementes foram realizados manualmente, e as sementes foram secadas ao sol, sobre estruturas de madeira com tela a uma temperatura média de 26°C e umidade relativa do ar média de 56%, sendo que a noite foram recolhidas para um local protegido. A secagem foi de cinco dias, tempo suficiente para que as sementes apresentassem teor de água de aproximadamente 7%.

Os tratamentos realizados (Tabela1) basearam-se no tipo de secagem, tipos de embalagens, período de armazenamento e temperatura de termoterapia. A secagem utilizada foi ao sol. A embalagem de armazenamento foi de vidro transparente com tampa de rosca e capacidade de 500 mL, a tampa foi vedada com fita adesiva transparente. Os períodos de armazenamento foram de 0, 90, 120, 270 e 360 dias. As temperaturas de termoterapia foram de 25 °C, 45 °C, 50 °C e 55 °C.

Tabela 1. Tipo de secagem, tipos de embalagens de armazenamento, tempo de armazenamento e temperatura de termoterapia para os tratamentos testados.

TRATAMENTOS	TIPO DE SECAGEM	EMBALAGENS DE ARMAZENAMENTO	PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (dias)	TEMPERATURA DE TERMOTERAPIA (°C)
T0	Sol*	Nenhuma	0	25
T1	Sol	Nenhuma	0	45
T2	Sol	Nenhuma	0	50
T3	Sol	Nenhuma	0	55
T4	Sol	Vidro**	90	25
T5	Sol	Vidro	90	45
T6	Sol	Vidro	90	50
T7	Sol	Vidro	90	55
T8	Sol	Vidro	180	25
T9	Sol	Vidro	180	45
T10	Sol	Vidro	180	50
T11	Sol	Vidro	180	55
T12	Sol	Vidro	270	25
T13	Sol	Vidro	270	45
T14	Sol	Vidro	270	50
T15	Sol	Vidro	270	55
T16	Sol	Vidro	360	25
T17	Sol	Vidro	360	45
T18	Sol	Vidro	360	50
T19	Sol	Vidro	360	55

*Exposição ao sol por cinco dias (temperatura média de 26 °C e umidade relativa do ar média de 56%) em Junho de 2010.

**Embalagem de vidro transparente com tampa de rosca e capacidade de 500 ml.

O armazenamento utilizou ambiente controlado com temperatura de $14\pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa do ar entre 65 e 80%.

3.3 Determinação do grau de umidade da semente

Foi determinado o grau de umidade por 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 (BRASIL, 2009a). Utilizaram-se cinco repetições de duas sementes para cada período de armazenagem, e os resultados foram expressos em porcentagem.

3.4 Determinação da massa de mil sementes

Para a determinação da massa de mil sementes foram utilizadas oito repetições de 100 sementes, sendo pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 gramas (BRASIL, 2009a). A escala dos valores foi expressa em gramas (g).

3.5 Tratamento térmico

O tratamento térmico foi realizado em todos os períodos de armazenamento por meio de imersão em água quente previamente aquecida em banho-maria. As sementes de pinhão-mansão foram colocadas em sacos de filó, e posteriormente imersas em água, nas temperaturas de 25°C , 45°C , 50°C e 55°C por 15 minutos. As sementes imersas em 25°C constituíram a testemunha. Após a termoterapia as sementes foram colocadas para secar em ambiente sombreado e arejado por 24 horas.

3.6 Teste de sanidade

A incidência de fungos patogênicos de armazenamento e de campo nas sementes de pinhão manso foi determinada segundo o Manual de Análise Sanitária (BRASIL, 2009b), pelo método do papel filtro com congelamento. As sementes foram distribuídas em placas gerbox®, contendo duas folhas de papel mata borrão, embebidas em água destilada, para cada amostra. Após plaqueamento, as

sementes foram incubadas em câmara de germinação (BOD) a temperatura de $25^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas. Em seguida, as sementes foram submetidas ao congelamento de -18°C por 24 horas sendo então reconduzidas à câmara de germinação por mais cinco dias.

Na avaliação foi determinada a incidência de fungos no tegumento das sementes. As identificações dos fungos foram efetuadas de acordo com as características morfológicas observadas (BARNETT e HUNTER, 1987), empregando-se microscópios estereoscópicos e óticos. Os dados foram expressos em porcentagem. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes por tratamento.

3.7 Teste de germinação

Nos ensaios de germinação foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. As sementes foram semeadas entre areia autoclavada a 120°C por 20 minutos, em bandejas e colocadas em câmara de germinação à temperatura de $25^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$, com fotoperíodo de 12 horas.

As contagens foram diárias para a avaliação da germinação das sementes durante o período de 20 dias. Considerou-se semente germinada quando a plântula emergiu e os cotilédones ultrapassaram a superfície do substrato e abriram.

A partir desses dados foram calculados os seguintes parâmetros: germinação (%), tempo (dias) inicial e final de germinação.

3.7.1 Índice de velocidade de emergência

O vigor foi determinado através do índice de velocidade de emergência (IVG) conforme metodologia descrita por Maguire (1962), utilizando-se quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. As avaliações foram realizadas mediante contagem diária do número de plântulas emergidas, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \frac{E_3}{N_3} + \dots + \frac{E_n}{N_n}$$

onde,

IVE = índice de velocidade de emergência;

$E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$ = número de plântulas computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem; e

$N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$ = número de dias da semeadura da primeira, segunda, terceira e última contagem.

3.8 Teste de condutividade elétrica

A condutividade elétrica foi definida a partir de quatro repetições de 20 sementes por tratamento, sendo estas previamente pesadas em balança analítica de precisão de 0,0001 g. Posteriormente as sementes foram imersas em 75ml de água deionizada em copos plásticos de 300 mL. Em seguida acondicionadas e mantidas em câmara de germinação do tipo BOD, em temperatura de $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, por um período de 12 horas no escuro (MOREIRA et al., 2008).

A leitura foi realizada com condutímetro e os resultados expressos em $\mu\text{mho} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$.

3.9 Delineamento experimental

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5×4 , constituído de cinco períodos de armazenamento, com quatro temperaturas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do programa Sisvar (FERREIRA, 2003), e havendo diferença as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Após a análise de variância com base no delineamento proposto e verificada a significância do teste F para as interações em todas as características avaliadas, foi realizado o ajuste de superfícies de resposta destas características em função do período de armazenamento e da temperatura de termoterapia.

A análise de regressão múltipla polinomial foi realizada utilizando-se como variáveis dependentes: início da germinação, final da germinação, índice de velocidade de germinação e condutividade elétrica. Para a escolha do modelo de melhor ajuste foi utilizado como critério o valor mais elevado de R^2 , sendo que o modelo utilizado foi: $Z + a + b X + c X^2 + d Y + e Y^2 + f XY + \epsilon$, onde Z= variável dependente, X= temperatura de termoterapia, Y= período de armazenamento das sementes ϵ = erro.

Para estimar as superfícies de resposta foram ajustados os modelos escolhidos pelo maior valor de R^2 com base nas médias dos tratamentos. Cada componente do modelo foi testado até 5% de probabilidade, pelo teste F, utilizando-se o aplicativo computacional Statistica Versão 6.0 (CALADA; MONTGOMERY, 2003).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de variância

Houve diferença significativa na análise de variância para o grau de umidade e massa de mil sementes (Tabela 2) entre os períodos de armazenamento. Quanto ao coeficiente de variação podem-se observar valores baixos de acordo com Pimentel-Gomes (2009).

Tabela 2. Quadrados médios e significâncias da análise de variância do grau de umidade e massa de mil sementes (MMS), em sementes de pinhão-manso

FV	GL	Quadrados Médios/Siginificânica	
		Grau de Umidade	MMS
Período	4	3,4523*	5631,8703*
C.V. (%)		3,74	2,52
Média		8,5557	701,2745

*significativo pelo teste de tukey a 5%

A análise de variância para germinação total, germinação inicial, germinação final, índice de velocidade de emergência e condutividade elétrica (Tabela 3) indicam diferença significativa para a variável período. Para a temperatura apenas germinação inicial e condutividade elétrica apresentaram diferença significativa, e a interação significativa não ocorreu apenas para germinação total. Os coeficientes de variação obtidos apresentam valores médios.

Tabela 3. Quadrados médios e significâncias da análise de variância da germinação (%), início da germinação (dias), final da germinação (dias), índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (C.E.) ($\mu\text{mho.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$) em sementes de pinhão-manso

FV	GL	Quadrados Médios/Siginificânica				
		Germinação	Início	Final	IVE	C.E.
Período(P)	4	6224,80*	42,70*	102,07*	9,00*	2535,65*
Temperatura(T)	3	587,80ns	3,63*	29,05ns	0,55ns	1684,45*
P x T	12	1591,20ns	44,30*	93,32*	5,638*	1196,75*
C.V. (%)		12,49	4,74	15,46	14,80	7,56
Média		72,05	7,33	12,97	2,06	58,08

*significativo pelo teste de tukey a 5%

n.s. não significativo a 5% de significância

4.2 Caracterização de sementes de *Jatropha curcas* L.

Os dados referentes ao grau de umidade (Figura 1) apresentaram comportamento quadrático. O maior grau de umidade foi encontrado no período de armazenamento de 180 dias sendo de 9,3%, e as sementes armazenadas a 0 dias apresentaram o menor grau de umidade (8,1%).

O período de armazenamento apresentou efeito sobre o grau de umidade. Aos 180 dias de armazenamento o grau de umidade aumentou 1,2% comparado ao 0 dia de armazenamento. Aos 360 dias de armazenamento o grau de umidade foi de 8,5%, ou seja, diminuiu 0,8% comparado aos 180 dias.

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), este fenômeno ocorre devido à respiração nas sementes, que liberam água de constituição, aumentando a umidade relativa do ar no interior da embalagem hermética. A semente vai procurar, então, ajustar-se à nova umidade relativa do ar, e adquire, conseqüentemente, um teor de água mais alto do que o inicial. Isso por sua vez, acelera a respiração, resultando em nova modificação da umidade relativa do ar da embalagem e, conseqüentemente, novo equilíbrio higroscópico da semente.

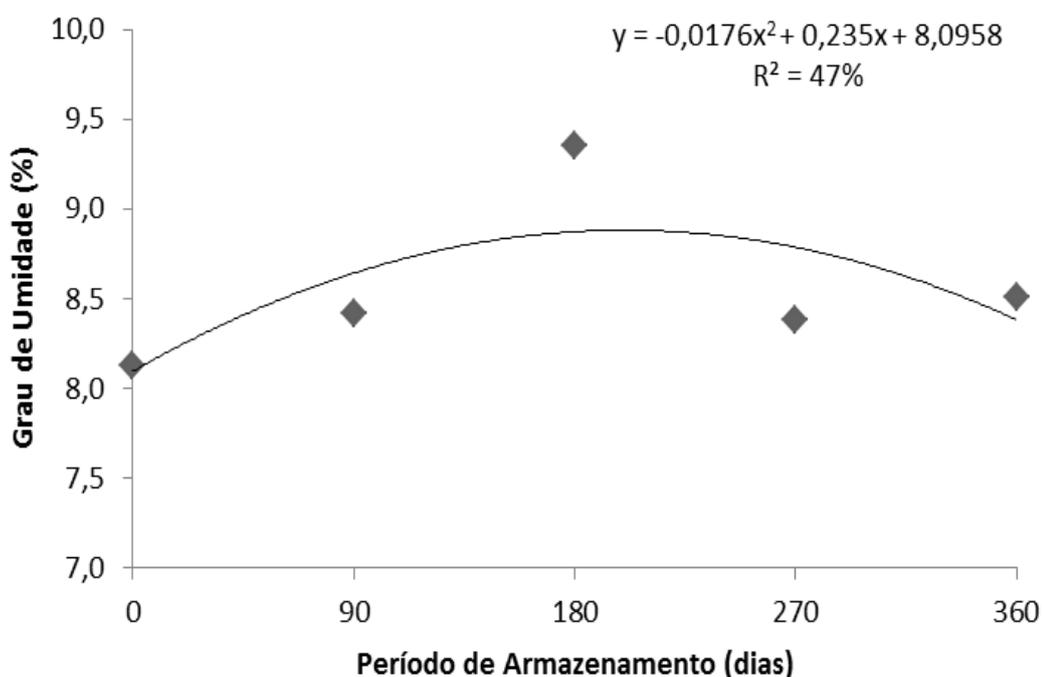


Figura 1. Análise de regressão para o grau de umidade (%) em sementes de pinhão-manso provenientes de diferentes períodos de armazenamento (dias).

A análise de regressão para a massa de mil sementes (Figura 2) apresentou comportamento quadrático, onde o período de armazenamento de 0 dias (749 g) apresentou valor superior aos demais períodos. As menores massas foram encontradas no período de 270 dias (672 g), e no período de armazenamento de 360 dias houve novamente aumento da massa (686 g).

A redução da massa das sementes, segundo Puzzi (2000), pode ser ocasionada pelo consumo das substâncias de reservas acompanhado pelo processo respiratório das sementes.

A massa de mil sementes é comumente utilizada para calcular a densidade de semeadura. Ela dá a ideia da qualidade das sementes, bem como seu estado de maturação e sanidade (BRASIL, 2009a).

Gheller (2008) também constatou que em sementes de *Phaseolus vulgaris* L. houve diminuição da massa de mil sementes após o período de armazenamento nas condições controlada e não controlada, quando comparada com as sementes recém-colhidas.

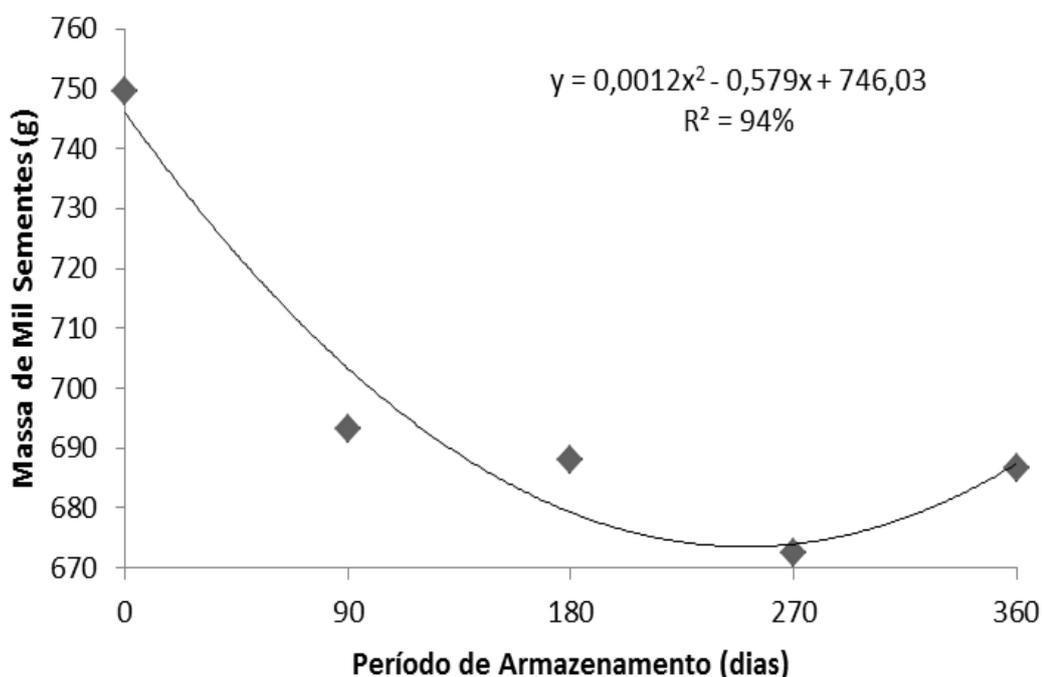


Figura 2. Análise de regressão para a massa de mil sementes (g) em sementes de pinhão-manso provenientes de diferentes períodos de armazenamento (dias)

4.3 Teste de germinação

Na comparação dos testes de germinação dos tratamentos realizados, foi verificado que nenhum dos tratamentos inviabilizou a germinação das sementes.

A germinação não apresentou interação significativa ($P>0,05$) entre as temperaturas de termoterapia e os períodos de armazenamento, ocorrendo aumento na porcentagem de germinação ao longo do período, com pequena queda aos 270 dias e aumento aos 360 dias de avaliação (Figura 3). De 0 a 90 dias a germinação foi de 66 e 68%, respectivamente, aos 180 a 270 dias as porcentagens de germinação foram de 85 e 61%, respectivamente, e aos 360 dias a porcentagem foi de 80%. Verificou-se diminuição de 24% da germinação aos 270 dias em relação aos 180 dias, sendo que, aos 360 dias a germinação aumentou 19% em relação aos 180 dias.

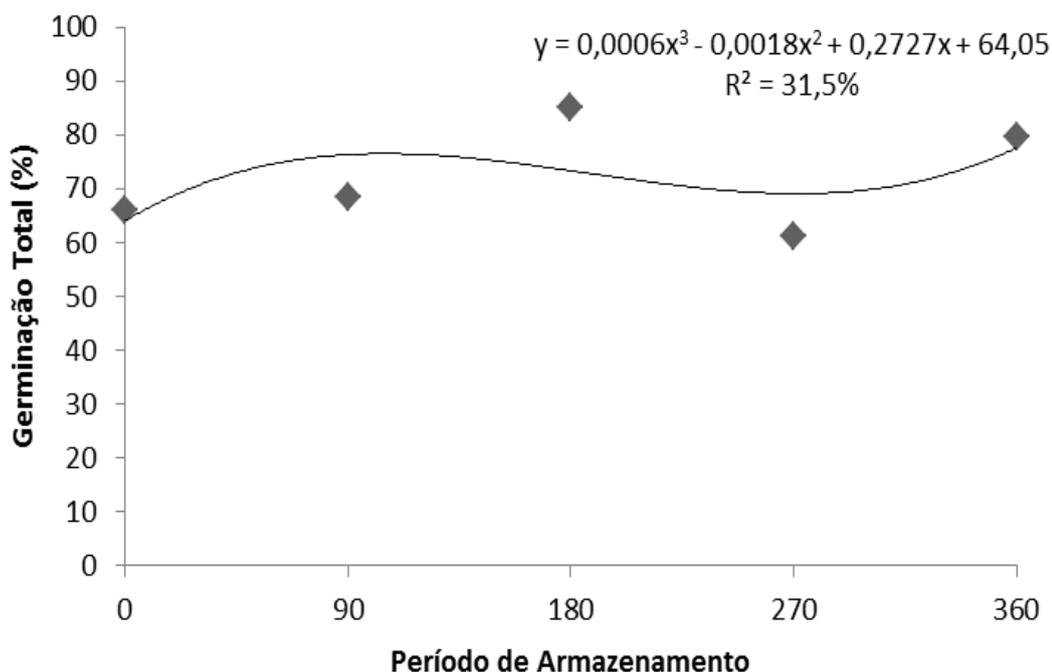


Figura 3. Análise de regressão da germinação (%) em função do período de armazenamento (dias) em sementes de pinhão-manso

Os valores de germinação total obtidos por Höring (2010) em sementes de *Jatropha curcas* L. armazenadas em sacos de papelão empilhados sobre estrado de madeira em ambiente sombreado não controlado, no período de 17 e 164 dias de armazenamento, foram de 72 e 55%, respectivamente, sendo que no presente

trabalho obteve-se porcentagem inferior no período inicial, em contrapartida no maior período obteve-se melhor germinação.

Neves et al. (2009) realizaram testes de germinação em sementes de *Jatropha curcas* L. usando diferentes lotes no plantio na região dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e obtiveram 68% de germinação. Essa baixa germinação foi atribuída a alta incidência de fungos presentes nas sementes.

4.4 Início e final da germinação

Os efeitos das interações entre temperatura e período de armazenamento de sementes de *Jatropha curcas* L. mostram que a germinação foi mais acelerada antes do sétimo dia após a sementeira, no período 0, independente das temperaturas aplicadas. O início mais tardio ocorreu após o oitavo dia da sementeira na temperatura de 25 °C nos períodos entre 270 e 360 dias (Figura 4).

A estabilização da germinação foi verificada após os 15 dias da sementeira na temperatura de 25 °C e para o período de 360 dias. Nas temperaturas de 25 °C, 45 °C e 50 °C com períodos de 0 a 90 dias, obteve-se estabilização da germinação antes dos 12 dias após a sementeira (Figura 5).

Tanto na germinação inicial quanto na final verificou-se que, à medida que aumentou o período de armazenamento ocorreu um início e término da germinação mais tardios, indicando assim baixos índices de vigor.

Coutinho et al. (2007) verificaram que sementes de milho submetidas a termoterapia apresentaram diminuição da porcentagem de sementes germinadas no teste de primeira contagem da germinação a medida que se aumentou o tempo de tratamento térmico a 60 °C.

Oliveira et al. (2011), com sementes de cumaru *Amburana cearenses* A.C. Smith submetidas à termoterapia a 60 °C por 5, 10 e 20 minutos, verificaram na primeira contagem da germinação uma porcentagem maior comparada a testemunha que não recebeu aquecimento.

$$\text{Germ Inicial} = 9,9306 + 0,0133x - 0,2095y - 0,00012169x^2 - 0,00008,5647xy + 0,0027y^2 \quad R^2 = 0,66^{**}$$

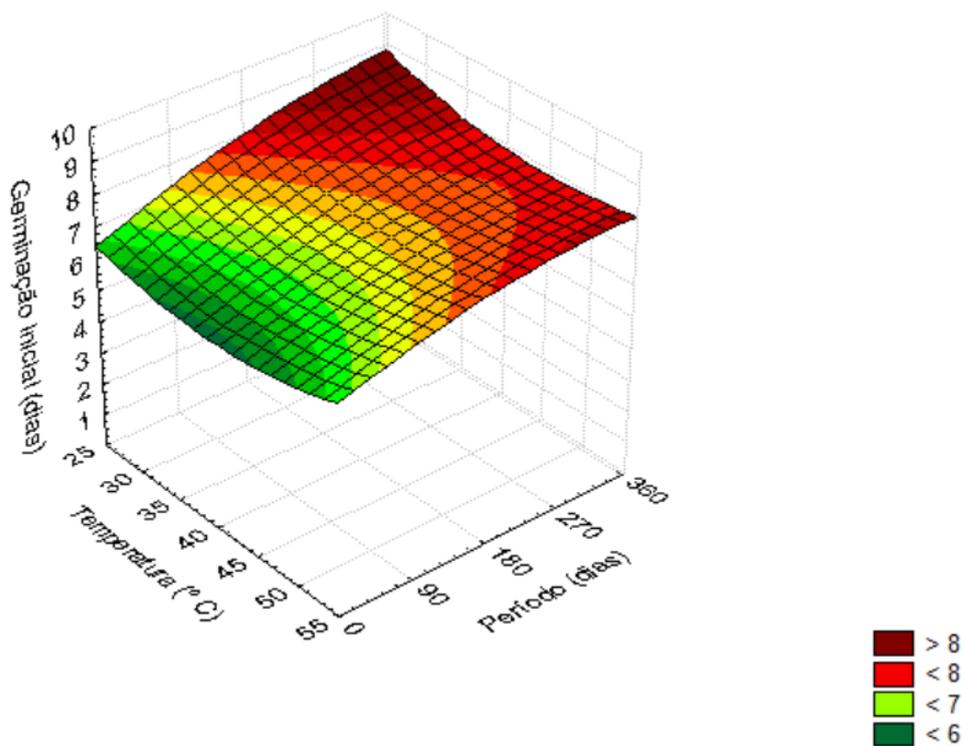


Figura 4. Superfície de resposta do início da germinação (dias), de acordo com a temperatura de termoterapia (°C) e período de armazenamento (dias), para sementes de pinhão-manso

$$\text{Germ. Final} = 20,0453 + 0,0188x - 0,514y - 0,000004,1207x^2 - 0,0003xy + 0,0073y^2 \quad R^2 = 0,36^*$$

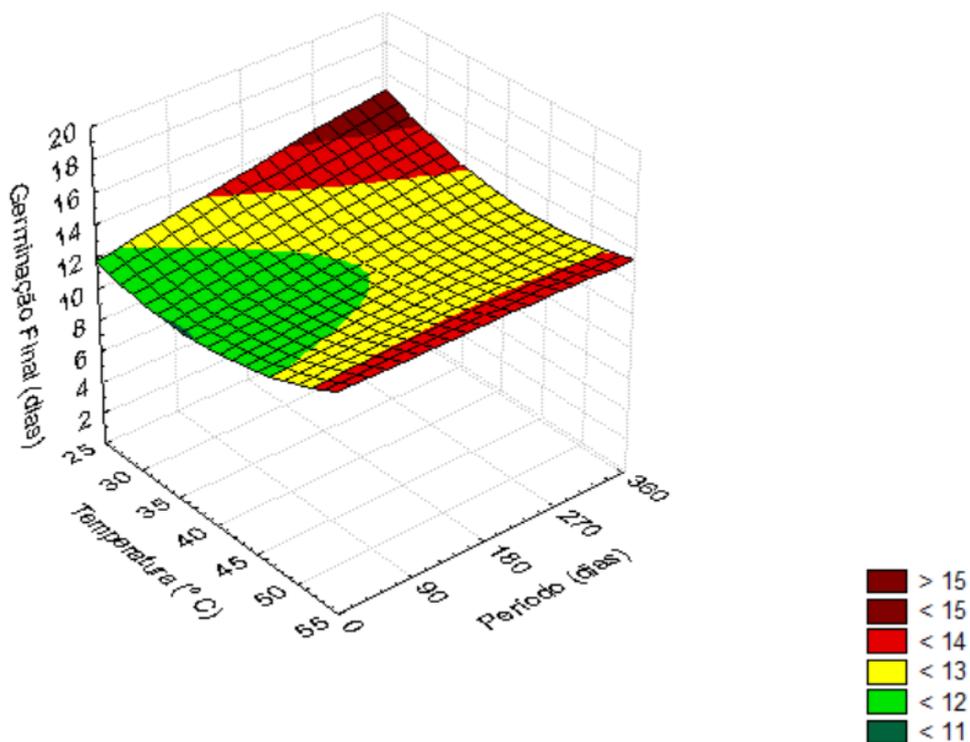


Figura 5. Superfície de resposta do final da germinação (dias), de acordo com a temperatura de termoterapia (°C) e período de armazenamento (dias), para sementes de pinhão-manso

4.5 Índice de velocidade de emergência

Para o índice de velocidade de emergência (IVE) foi verificado que à medida que foi aumentada a temperatura de termoterapia, os valores de IVE diminuíram nos menores períodos de armazenamento, em contrapartida, nos maiores períodos de armazenamento obteve-se menor IVE nas menores temperaturas (Figura 6). O IVE foi maior na temperatura de 25 °C nos períodos de 0 a 180 dias, apresentando índice superior a 2,2. O menor índice foi obtido nas temperaturas de 50 °C a 55 °C e 25 °C nos períodos de 0 a 180 dias e 270 a 360 dias, respectivamente, com índice inferior a 2.

Avaliando-se o vigor das sementes pela velocidade de emergência, foi possível verificar que as sementes submetidas ao armazenamento até 180 dias sem o tratamento térmico mantiveram o vigor.

Matheus e Lopes (2007) constataram que o aumento da permanência de sementes de *Schizolobium parahyba* na água em ebulição resultou na redução da

porcentagem de germinação e o IVE, provavelmente devido a danos sofridos pelo embrião em virtude da exposição mais prolongada à água com a temperatura muito elevada.

Scalon et al. (2006) verificaram com sementes de *Jacaranda cuspidifolia* Mart. armazenadas por um período de 150 dias e submetidas a tratamento térmico em água fervente um melhor IVE comparado com sementes armazenadas por menores períodos.

Segundo Machado (2000), a termoterapia é mais danosa ao vigor na medida em que a semente apresenta qualidade fisiológica inferior. Sementes mais vigorosas são mais tolerantes a altas temperaturas em comparação as sementes com vigor comprometido.

$$\text{IVE} = 1,8989 - 0,0018x + 0,0305y - 0,0000009693x^2 + 0,0000063606xy - 0,0006y^2 \quad R^2 = 0,60^{**}$$

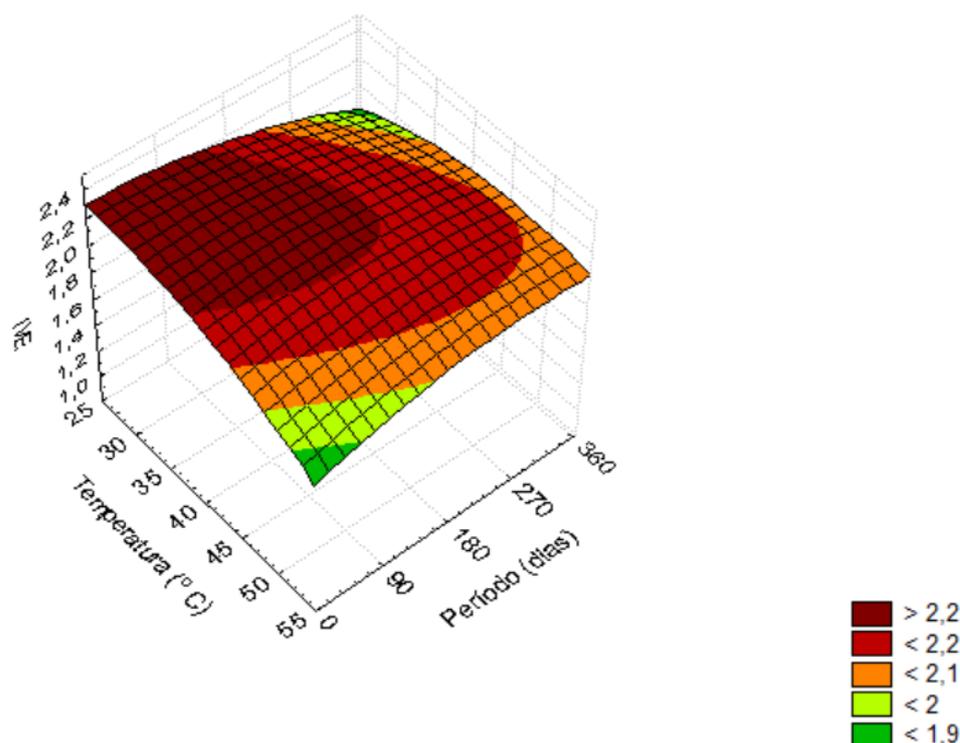


Figura 6. Superfície de resposta do índice de velocidade de emergência (IVE), de acordo com a temperatura de termoterapia (°C) e período de armazenamento (dias) das sementes de pinhão-mansão

4.6 Teste de condutividade elétrica

Através do teste de condutividade elétrica (Figura 7), que avalia a integridade das membranas celulares das sementes, foi possível evidenciar para os períodos de 0 a 180 dias e para todas as temperaturas, que este parâmetro foi inferior a $60 \mu\text{mho.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$. No período de 360 dias na temperatura de 25°C ocorreu aumento da condutividade elétrica, apresentando valores superiores a $75 \mu\text{mho.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$, o que permite observar que os tratamentos térmicos não interferiram para maior perda da integridade das membranas celulares.

Esta perda de líquidos inclui açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, proteínas, enzimas e íons inorgânicos. Sob condições de campo, essa liberação após a semeadura, além de provocar a perda da compartimentalização celular, estimula o crescimento de microorganismos nocivos à emergência das plântulas (MARCOS FILHO, 2005).

Oliveira et al. (2011) constataram que não houve aumento da lixiviação de exsudatos das sementes de cumaru (*Amburana cearenses* A.C. Smith) com o aumento do período de duração do tratamento térmico à 60°C , em comparação a testemunha.

Resultado contrário aos obtidos neste trabalho foram encontrados por Coutinho et al. (2007), que obtiveram aumento da condutividade elétrica de sementes de *Zea mays* (perda de vigor), com o aumento do tempo de tratamento térmico, observada principalmente nos tempos de 10 a 20 min a uma temperatura de 60°C .

Binotti et al. (2008) observaram que o aumento das quantidades de líquidos em sementes de *Phaseolus vulgaris* L. está relacionado com a queda na germinação e o vigor das mesmas, evidenciando a eficiência do teste de condutividade elétrica como método de avaliação do vigor para tal espécie.

Gheller (2008) verificou através do teste de condutividade elétrica que sementes de feijão recém-colhidas apresentaram melhores resultados em relação a sementes armazenadas em condições ambientais controlada e não controlada. Na comparação entre condições ambientais controladas e não controladas, a primeira apresentou melhores resultados em comparação a segunda condição.

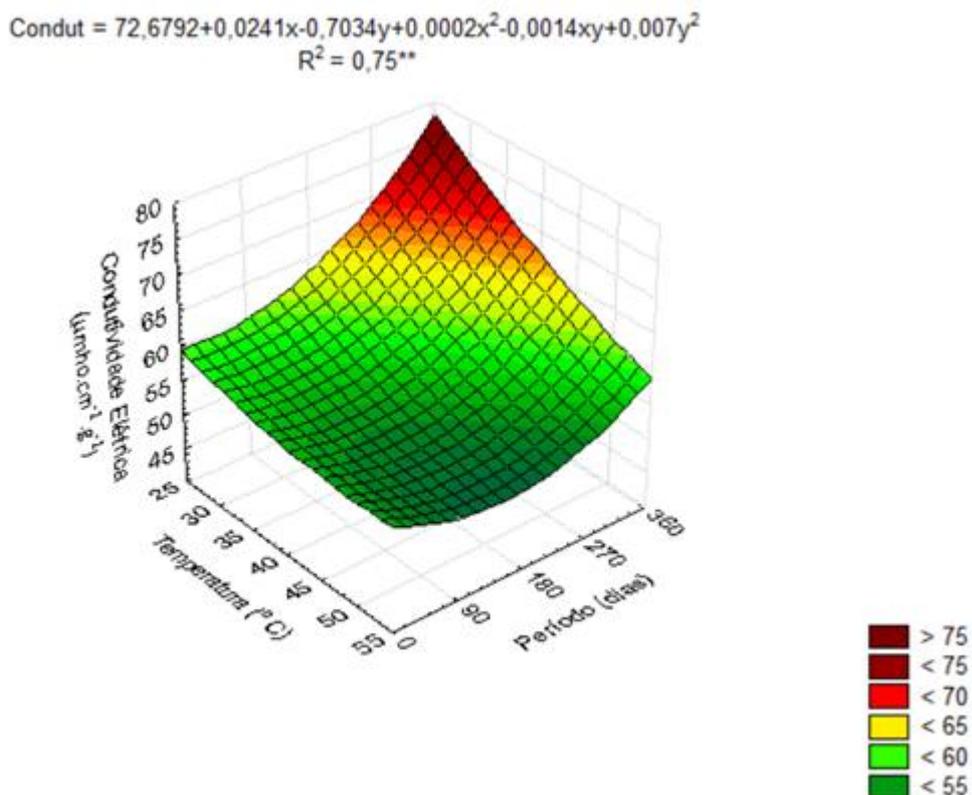


Figura 7. Superfície de resposta da condutividade elétrica ($\mu\text{mho.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$), de acordo com a temperatura de termoterapia ($^{\circ}\text{C}$) e período de armazenamento (dias), para sementes de pinhão-mansó

4.7 Teste de sanidade

Na avaliação da sanidade das sementes de *Jatropha curcas* L. foram detectados os fungos: *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. e *Acremonium* sp. (Tabela 4).

Tabela 4. Incidência de fungos (%) em sementes de pinhão-mansó provenientes de diferentes períodos de armazenamento (dias) e tratadas por termoterapia.

PERÍODO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)	FUNGOS	TEMPERATURA (°C)			
		25	45	50	55
0	<i>Fusarium</i> sp.	100	100	100	100
	<i>Aspergillus</i> sp.	0	6	9	12
	<i>Penicillium</i> sp.	1	0	0	0
	<i>Acremonium</i> sp.	11	0	0	0
90	<i>Fusarium</i> sp.	94	85	99	100
	<i>Aspergillus</i> sp.	0	1	10	5
	<i>Penicillium</i> sp.	0	0	0	0
	<i>Acremonium</i> sp.	4	0	0	0
180	<i>Fusarium</i> sp.	96	99	100	100
	<i>Aspergillus</i> sp.	0	7	4	0
	<i>Penicillium</i> sp.	0	0	0	0
	<i>Acremonium</i> sp.	1	0	0	0
270	<i>Fusarium</i> sp.	79	87	100	100
	<i>Aspergillus</i> sp.	0	5	3	0
	<i>Penicillium</i> sp.	0	0	0	0
	<i>Acremonium</i> sp.	0	0	0	0
360	<i>Fusarium</i> sp.	87	100	100	100
	<i>Aspergillus</i> sp.	0	10	5	2
	<i>Penicillium</i> sp.	0	0	0	0
	<i>Acremonium</i> sp.	0	0	0	0

Na testemunha os fungos *Penicillium* sp. e *Acremonium* sp. incidiram até os períodos de 0 e 180 dias de armazenamento, respectivamente. Ao longo dos períodos de armazenamento *Aspergillus* sp. não apresentou incidência e o *Fusarium* sp. não foi controlado.

Nos tratamentos térmicos os fungos *Penicillium* sp. e *Acremonium* sp. foram controlados. Resultados similares foram encontrados por Braga (2009), em sementes de tomate.

O fungo *Aspergillus* sp. praticamente manteve o mesmo valor de incidência nos tratamentos térmicos, apenas na temperatura de 55 °C nos períodos de 180 e 270 dias de armazenamento foi controlado. A incidência deste fungo pode ter contribuído para diminuir o IVE das sementes, visto que, a maior velocidade de emergência foi constatada nas sementes que não apresentaram incidência de *Aspergillus* sp.

Tanto a presença de *Aspergillus* sp. como de *Penicillium* sp. depreciam a qualidade das sementes por reduzirem o poder germinativo, alterarem a coloração e

contribuírem para a deterioração das sementes (MACHADO, 2000).

O fungo *Fusarium* sp. não foi controlado nos tratamentos térmicos, por outro lado, Mendes et al. (2001) observaram que sementes de alfafa submetidas a tratamento térmico seco de 60 °C e 90 °C não apresentaram desenvolvimento de *Fusarium oxysporum*.

Marroni et al. (2009) verificaram que sementes de *Ricinus communis* L. tratadas em água quente nas temperaturas de 46 °C e 50 °C foram eficientes para o controle de *Fusarium* sp. Porém, houve aumento da incidência de *Aspergillus* sp.

Espécies do gênero *Fusarium* podem afetar a germinação de sementes, além de causarem murchas, podridões, morte de plântulas, aborto de flores, podridões de armazenamento, entre outros sintomas (NEVES et al., 2009).

5 CONCLUSÃO

Para sementes de pinhão-manso armazenadas em embalagem de vidro transparente pôde-se concluir que:

- As temperaturas de 45 °C, 50 °C e 55 °C utilizadas na termoterapia não prejudicaram a germinação e integridade das membranas celulares das sementes;
- Nas sementes armazenadas após 180 dias a utilização da termoterapia contribuiu para a conservação do vigor das sementes;
- Os fungos *Penicillium* sp. e *Acremonium* sp. foram controlados pela termoterapia nas temperaturas de 45 °C, 50 °C e 55 °C;
- O fungo *Aspergillus* sp. foi controlado pela temperatura de 55 °C nos períodos de armazenamento de 180 e 270 dias.

REFERÊNCIAS

- BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. New York: Mac Millan Pull Company. 1987. 218p.
- BINOTTI, F. F. S., et al. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 247-254. 2008.
- BRAGA, M. P. **Relações entre termoterapia, germinação, vigor e sanidade de sementes de tomate**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para análises de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009a. 399p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Manual de análise sanitária de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009b. 200p.
- CALADA, V.; MONTGOMERY, D.C. **Planejamento de Experimentos usando o Statistica**. Rio de Janeiro: E-papers Serviços Editoriais LTDA. 2003. 260 p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. (Eds.) **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal, SP: Funep, 2000. 588p.
- CASA, R. T.; REIS, E. M.; MOREIRA, E. N. Transmissão de fungos em sementes de cereais de inverno e milho: implicações epidemiológicas. In: ZAMBOLIM, L. (Org.). **Sementes: qualidade fitossanitária**. São Carlos, SP: Suprema Gráfica e Editora, 2005. p. 55-74.
- CASTRO, R. D.; BRANFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Orgs.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p. 149-162
- COLHOUN, J. Measurement of inoculum per seed and its relation to expression. **Seed Science and Tecnology**, Zürich, v.11, n.2, p.665-671, 1983.
- COUTINHO, M. C. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho submetidas a termoterapia e condicionamento fisiológico. **Fitopatologia Brasileira**. v. 32, n. 6, p. 458-464, nov-dez, 2007.
- DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Testes de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Sci. agric.**, Piracicaba, v. 53, n. 1, jan./abr., 1996.
- FERREIRA, D. P. **Programa de análises estatísticas (Statistical Analysis Software) e planejamento de experimentos**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003.

GHELLER, J. L. **Qualidade de sementes de feijão produzidas em sistema orgânico no oeste do Paraná**. 2008. 63 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2008.

HÖRING, C. F. Armazenamento não controlado na qualidade de sementes de *Jatropha curcas* L. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 521-526, abr./jun. 2010.

KUMAR, A.; SHARMA S. An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses (*Jatropha curcas* L.): a review. **Ind. Crops Prod.**, New Deli, v. 28, n. 1, p. 1-10, 2008.

MACHADO, J. C. **Patologia de sementes: fundamentos e aplicações**. Brasília: Ministério da Educação; Lavras: ESAL/FAEPE, 1988.

MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: UFLA, 2000. 138p.

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

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**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

MARCOS FILHO, J. Teste de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1.1-1.21.

MARRONI, I. V. et al. Efeito do tratamento com calor seco e água quente sobre a germinação e controle de microrganismos associados as sementes de mamoneira. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 76, n. 4, p. 461-467, out./dez., 2009.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Termoterapia em sementes de guapuruvú (*Schyzolobium parahyba* (Vell.) Blake). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 330-332, jul. 2007.

MCDONALD, M. B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proceedings of the association of official seed analysts**, v. 65, p. 109-139, 1975.

MENDES, M. A. S. et al. Erradicação de *Fusarium oxysorum* em sementes de alfafa utilizando termo e quimioterapia. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 148-152, jun. 2001.

MENTEN, J. O. M.; LIMA, L. C. S. F.; FRARE, V. C.; RABALHO, A. A. Evolução dos produtos fitossanitários para tratamentos de sementes no Brasil. In: ZAMBOLIM, L. **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa: UFV, DFP, 2005. 502 p.

MOREIRA, C. S.; CARVALHO, C.; FORTI, V. A.; NOVENBRE, A. D. L. C. Teste de condutividade elétrica para a determinação do potencial fisiológico de sementes de pinhão manso. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16., 2008, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2008.

NEVES, W. dos S. et al. Avaliação fitossanitária de sementes de pinhão-manso provenientes dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 3, n. 2, p. 17-23, 2009.

OLIVEIRA, M. D. M. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de *Amburana cearenses* A.C. Smith submetidas à termoterapia e tratamento químico. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 45-50, 2011.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. p. 21-23.

PUZZI, D. Abastecimento e armazenagem de grãos. Campinas: Ed. Atualizada. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2000, 666p.

SANTOS, C. M. R.; DE MENEZES, N. L.; VILELLA, F. A. Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 1, p. 104-114, jun. 2005.

SATO, M. et al. A cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.): uso para fins combustíveis e descrição agrônômica. **Revista Varia Scientia**, v. 7, n. 13, p. 47-62. 2009.

SCALON, S. P. Q. et al. Armazenamento e tratamentos pré-germinativos em sementes de jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia* Mart.). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 2, p. 179-185, 2006.

SLUSZZ, T.; MACHADO, J. A. D. Características das potenciais culturas matérias primas do biodiesel e sua adoção pela agricultura familiar. In: CONGRESSO DA SOBER, 44., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2006. p. 1-10.

TEIXEIRA, L. C. Potencialidade de oleaginosas para produção de biodiesel. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 18-27, 2005.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. **Manual das sementes: tecnologia da produção**. São Paulo, Ed. Agrônômica Ceres, 1977. 224p.

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

VIEIRA, J. F. **Quimioterapia e termoterapia no controle do *Colletotrichum gloeosporioides*, agente da mancha manteigosa, em cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2009. 83 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 1999.

VIEIRA, R. D.; PENARIOL, A. L.; PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 9, p. 1333-1338, set. 2002.

VILELLA, F. A.; PERES, W. B. Coleta, beneficiamento e armazenamento. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.