

UFRRJ

**INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

DISSERTAÇÃO

Avaliação Fisiológica de Sementes de Pinhão Manso

Nathália da Silva Braga

2010



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**AVALIAÇÃO FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
PINHÃO MANSO**

NATHÁLIA DA SILVA BRAGA

Sob a Orientação da Professora
Claudia Antonia Vieira Rossetto

Dissertação submetida como requisito
parcial para obtenção do grau de
**Mestre em Ciências no Curso de
Pós-Graduação em Fitotecnia.**

Seropédica, RJ
Fevereiro de 2010

634.9751

B813a

T

Braga, Nathália da Silva, 1986-.

Avaliação Fisiológica de Sementes de Pinhão Manso /
Nathália da Silva Braga - 2010.

57 f. : il.

Orientador: Claudia Antonia Vieira Rossetto.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do
Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia.

Inclui bibliografia.

1. Pinhão - Semente - Teses. 2. Sementes -
Fisiologia - Teses. 3. Germinação - Teses. I.
Rossetto, Claudia Antonia Vieira, 1966-. II.
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

NATHÁLIA DA SILVA BRAGA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia.**

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 22 / 02 / 2010.

Claudia AntoniaVieira Rossetto (Dr^a) Dept^o Fitotecnia- UFRRJ
(Orientadora)

Antônio Carlos Silva de Andrade (Dr.) Jardim Botânico/RJ

Higino Marcos Lopes (Dr.) Dept^o Fitotecnia – UFRRJ

DEDICATÓRIA

À minha mãe Sônia e a meus avós (Vô Legá e Vó Valina), dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ser o princípio supremo, a fonte da infinita vida, do amor e do movimento que rege o universo no qual fazemos parte (E.F.). Por dar oportunidade de usufruir do bem que é viver.

Aos “bons fluidos” (se é que se pode agradecer a eles), por estarem sempre ao meu lado, iluminando toda a minha existência desde sempre, inclusive muito presente na realização deste trabalho, dando força para superar os momentos estressantes do mestrado.

À minha família, pelo apoio incondicional em todos os momentos difíceis de minha vida. Em especial a meus avós queridos e à minha mãe heroína, exemplo de mulher, o original da “minha xerox”, que a cada dia encontro mais semelhanças tanto nos prós quanto contras, e sempre priorizou a educação, tendo esta como maior patrimônio a ser oferecido a um filho.

À orientadora Cláudia pela orientação clara, precisa e eficiente, agradeço pela dedicação, contribuindo a cada dia pelo aprimoramento do trabalho.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, especialmente ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade concedida para a realização do Curso de Mestrado, e pela oportunidade única de conviver com pessoas que só se encontra aqui na Rural, e ter a experiência de viver nesse universo paralelo que é Seropédica.

À CAPES, pela concessão de bolsa de estudo para realização do Mestrado.

Aos companheiros de curso e laboratório Fábio, Karin, Ludmila, Madelon e principalmente Camila por compartilharem dessa experiência engrandecedora que é o dia a dia da pesquisa, das dúvidas, esclarecimentos e descobertas.

Aos queridos Carol, Fábio, Natalia, Fernanda, Ana Loreta e Daniel, mais que bolsistas de monitoria, iniciação científica e estagiários do Laboratório de Sementes, mas parceiros, agradeço pelos bons momentos, carinho, e dedicação a este trabalho, havendo chuva ou sol, nos finais de semana ou durante as férias. Principalmente Carol e Fábio, que abdicaram do descanso das férias para participar da “Colônia de Férias da Tia Nath”, dando o sangue por este trabalho.

Aos professores do Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, pelos ensinamentos.

Aos funcionários do Instituto de Agronomia, em especial ao Sr. Valdeir pela simpatia e por sempre se dispor a ajudar quando necessário.

À todas fantásticas e queridíssimas “Seropédicanas”, principalmente Moa, Carol, Fefa e Dani, que dividiram comigo nesses dois anos, muito mais que uma casa, mas momentos de muito amor, felicidade e companheirismo.

Aos meus amigos de sempre e de todas as horas (que não vou citar nomes, para não ser injusta ao esquecer algum), primeiro por me aturarem nessa fase de trabalho, trabalho e trabalho, e depois por me ajudarem a não pensar em trabalho em alguns momentos.

Enfim, não é fácil expressar em palavras os sentimentos de admiração, gratidão, amizade, carinho e respeito por todas essas pessoas que passam por minha vida e sempre deixam marcas, sejam elas classificadas como boas ou ruins, mas que contribuirão para o meu crescimento pessoal e profissional, e farão parte da minha experiência de vida e consequentemente do que serei como ser humano. A todos que contribuíram direta ou indiretamente, o meu sincero muito obrigada! É bom saber que após tantas renúncias (noites de sono, sábados, domingos, feriados, férias, viagens, festas...), essa foi uma boa escolha, que valeu a pena!

...Não entendo. Isso é tão vasto que ultrapassa qualquer entender. Entender é sempre limitado. Mas não entender pode não ter fronteiras. Sinto que sou muito mais completa quando não entendo, *é tão humano*. Não entender, do modo como falo, é um dom. Não entender, mas não como um simples de espírito. O bom é ser inteligente e não entender. É uma benção estranha, como ter loucura sem ser doida. *No início* um desinteresse manso, é uma doçura de burrice. *Só que aí vem a inquietação: -Quero entender um pouco. Um perigo! Isso te leva ao “outro caminho” com flores e rochas, sem volta. É o preço pago por ser curioso, e a oportunidade de construir seu legado.*

Clarice Lispector, adaptado (em itálico)

RESUMO

BRAGA, Nathália da Silva. **Avaliação fisiológica de sementes de pinhão manso**. 2010. 57p Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2000.

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, do governo federal, vem estimulando por meio de políticas públicas a produção de matéria prima para suprir a demanda por biodiesel. O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) tem apresentado potencial podendo representar importante fornecedora de matéria prima. Contudo, ainda existem menos informações a respeito da cultura, o que evidencia a necessidade de cautela por parte dos produtores. Este trabalho tem por objetivo ajustar metodologias para os testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de pinhão manso, bem como avaliar a germinação e o vigor de sementes condicionadas de pinhão manso sob diferentes potenciais hídricos do substrato, e o estabelecimento destas mudas em casa de vegetação. Para definição de metodologias para testes de vigor (primeiro experimento), o delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Cinco lotes foram submetidos ao teste de condutividade elétrica durante 12, 24, 36 e 48 horas e ao teste de envelhecimento acelerado a 41°C durante 48 e 72 horas, usando ou não a solução saturada de NaCl. Para avaliação da técnica de condicionamento (segundo experimento), o delineamento experimental utilizado foi o fatorial triplo (5 lotes x 2 tratamentos de condicionamento x 4 potenciais hídricos de substrato de germinação), com quatro repetições para os testes de germinação. E, para os testes de vigor foi utilizado o fatorial duplo (5 lotes x 2 tratamentos de condicionamento). As sementes dos cinco lotes foram submetidas ou não ao condicionamento a 20°C durante 144 horas, com posterior secagem a 32 °C. Por lote, sob potenciais hídricos do substrato de zero, -0,2; -0,4; -0,6 MPa, foi avaliada a germinação e a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem. Também, foram instalados outros testes de vigor (comprimento de plântulas, emergência de plântula em areia, índice de velocidade de emergência de plântulas e avaliação de mudas). Para a avaliação da emergência de plântulas em casa de vegetação, foi avaliada a altura, o diâmetro de caule e o número de folhas, aos 10, 20, 30 e 40 dias após a semeadura. Pode-se observar que as sementes com teores próximos a 50% de água apresentam emissão de raiz primária após 192 horas de embebição. A pré-hidratação promove a sincronização do processo de germinação e favorece principalmente o vigor das sementes. Em condições de casa de vegetação, a pré-hidratação das sementes favorece a sobrevivência das plantas e estas apresentam aumento do número de folhas aos 20 e 30 dias após a instalação. Os testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica, realizados em conjunto na rotina, possibilitam a classificação de lotes de sementes de pinhão manso.

Palavras-chave: *Jatropha curcas*, qualidade fisiológica, germinação, vigor, condicionamento fisiológico.

ABSTRACT

BRAGA, Nathália da Silva. **Physiologic assessment of physic nut**. 2010. 57p. Dissertation (Master Science in Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2000.

The National Program for Production and Use of Biodiesel of the federal government has encouraged through public policy the production of raw materials to meet the demand for biodiesel. The *Jatropha curcas* has shown potential to represent an important supplier of raw materials. However, there is little information about the culture, which highlights the need for caution on the part of producers. This study aims to adjust the methodology for accelerated aging and electrical conductivity to assess the effect of *Jatropha* seeds and the germination and seed vigor of primed *Jatropha curcas* under different water potentials of the substrate, and establishment of seedlings in the greenhouse. For definition of methodologies for testing vigour (first experiment), the experimental design was completely randomized design with four replications. Five lots were tested for electrical conductivity at 12, 24, 36 and 48 hours and the accelerated aging test at 41 °C for 48 and 72 hours, with or without the saturated NaCl. To evaluate the priming technique (second experiment) the experimental design was the triple factorial (5 lots x 2 treatments x 4 conditioning potentials of germinating) with four replicates for germination tests. And, for tests of vigour was used the double factorial (5 x 2 lots of conditioning treatments). The seeds of the five lots were submitted or not to priming at 20 °C for 144 hours, with subsequent drying at 32 °C. For each lot, under substrate water potential of zero, -0.2, -0.4, -0.6 MPa, was tested for germination and the percentage of normal seedlings in the first count. Also, other vigor tests were installed (seedling length, seedling emergence in sand). For the evaluation of seedling emergence under greenhouse conditions, the height, stem diameter and leaf number were evaluated at 10, 20, 30 and 40 days after sowing. It can be observed that the seeds with levels near 50% of water present primary root emission after 192 hours of soaking. The Pre-hydration promotes the synchronization of the germination process and mainly favors the seed germination vigor. In greenhouse conditions, pre-hydration of seeds favors the survival of plants and these have increased the number of leaves at 20 and 30 days after the installation. The accelerated aging and electrical conductivity undertaken jointly in the routine, allow the classification of seed lots of *Jatropha*.

Key-words: *Jatropha curcas*, physiological quality, germination, vigor, priming.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1	Dados médios de teor de água de sementes de cinco lotes (1, 2, 3, 4 e 5) de pinhão manso. Avaliação com sementes secas e sementes inteiras.....	14
Tabela 2	Dados médios de porcentagem de plântulas anormais deformadas, de plântulas anormais infeccionadas e de sementes mortas, de cinco acessos (1, 2, 3, 4 e 5) de pinhão manso, após terem sido submetidos ou não a solução de hipoclorito. Avaliação do teste de germinação sob temperaturas de 20, 25, 20-30 e 30°C.....	16
Tabela 3	Dados médios de porcentagem, de plântulas normais na primeira contagem de germinação, de germinação, plântulas anormais (danificadas, deterioradas e totais), e de sementes não germinadas de cinco lotes (1, 2, 3, 4 e 5) de pinhão manso. Avaliação do teste de germinação sob diferentes potenciais hídricos (0,0; -0,3 e -0,6), a 30°C...	18
Tabela 4	Dados médios, em porcentagem, de germinação (G), de plântulas normais na primeira contagem de germinação (PC), de plântulas anormais danificadas (PADN), de plântulas anormais deterioradas (PADT), de plântulas anormais totais (PAT), e de sementes não germinadas (SNG), obtidos de cinco lotes (1, 2, 3, 4 e 5) de pinhão manso.....	25
Tabela 5	Dados médios de comprimento da plântula (total, de raiz primária e do hipocótilo, de massa de matéria seca de plântula, de índice de velocidade de emergência, de porcentagem de emergência de plântulas (areia e casa de vegetação), obtidos de cinco lotes (1, 2, 3, 4 e 5) de pinhão manso.....	26
Tabela 6	Dados médios de condutividade elétrica, em $\mu\text{s. cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$, obtidos de cinco lotes (1, 2, 3, 4 e 5) de pinhão manso. Avaliação após 12, 24, 36 e 42 horas de embebição.....	27
Tabela 7	Dados médios, em porcentagem, de plântulas normais após sete e 14 dias de instalação do teste de germinação, e de grau de umidade, obtidos de cinco lotes (1, 2, 3, 4 e 5) de pinhão manso, após terem sido submetidos ao envelhecimento acelerado por 24 e 48 horas de exposição sob sistema tradicional e saturado.....	28
Tabela 8	Coefficientes de correlação simples entre os resultados de envelhecimento acelerado (EA) (sete e quatorze dias) para os sistemas tradicional (1) e saturado (2), por 24 e 48 horas e de condutividade elétrica (CE) para 12, 24, 36 e 48 horas, com os testes de germinação e demais testes de vigor: PC (primeira contagem), CT (comprimento total de plântulas), RP (comprimento de raiz primária), HIP (comprimento do hipocótilo), MS (massa de matéria seca), IVE (índice de velocidade de emergência), % E (emergência de plântulas em areia), % E-CV	

	(emergência de plântulas em casa de vegetação).....	29
Tabela 9	Dados médios, em porcentagem, de plântulas normais na primeira contagem de germinação, de plântulas anormais (deformadas, deterioradas, totais) e de sementes não germinadas, obtidos de cinco lotes (1, 2, 3, 4, e 5) de sementes de pinhão manso após terem sido ou não submetidas à técnica de pré-hidratação por imersão em água.....	43
Tabela 10	Dados médios de comprimento de plântulas (total, da raiz primária e do hipocótilo), de índice de velocidade de emergência e de emergência de plântulas, obtidos de cinco lotes (1, 2, 3, 4 e 5) de sementes pinhão manso após terem sido ou não submetidas à técnica de pré-hidratação por imersão em água.....	44
Tabela 11	Dados médios de porcentagem de emergência de plântulas em casa de vegetação, obtidos de cinco lotes (1, 2, 3, 4 e 5) de sementes de pinhão manso após terem sido ou não submetidas à técnica de pré-hidratação por imersão em água.....	45
Tabela 12	Dados médios de altura, diâmetro de caule e número de folhas das plantas, obtidos de cinco lotes (1, 2, 3, 4 e 5) de sementes pinhão manso, com (C/PH) ou sem pré-hidratação (S/PH). Avaliação aos 10, 20, 30 e 40 dias após a instalação.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Aspecto morfológico do fruto, semente, germinação e plântula de <i>Jatropha curcas</i>	02
Figura 2	Dados médios, em porcentagem, de água absorvida pelas sementes de cinco lotes (1 (●), 2 (o), 3 (▼), 4 (Δ) e 5 (■) de pinhão manso, obtidos após terem sido imersas em água a 20 °C, durante 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168 e 192 horas de embebição. Método A, foi considerada a porcentagem total de água na semente, e método B, foi considerada a porcentagem de água absorvida pela semente.....	42

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1	Resumo da análise de variância para os dados de porcentagem, de germinação (G), de plântulas normais na primeira contagem de germinação (PC), e de plântulas anormais danificadas (PADN).....	53
Quadro 2	Resumo da análise de variância para os dados de plântulas anormais deterioradas (PADT), de plântulas anormais totais (PAT), e de sementes não germinadas (SNG).	53
Quadro 3	Resumo da análise de variância para os dados de comprimento total da plântula (CT), de raiz primária (RP) e de hipocótilo (HIP), e de massa de matéria seca de plântula (MS).....	53
Quadro 4	Resumo da análise de variância para os dados de índice de velocidade de emergência (IVE), de porcentagem final de emergência de plântula (% E) e de porcentagem de emergência de plântulas em casa de vegetação (% ECV).	54
Quadro 5	Resumo da análise de variância para os dados de plântulas normais após sete dias de instalação do teste de germinação, após terem sido submetidos ao envelhecimento acelerado por 24 e 48 horas de exposição sob sistema tradicional (1) e salino (2).....	54
Quadro 6	Resumo da análise de variância para os dados de plântulas normais após 14 dias de instalação do teste de germinação, após terem sido submetidos ao envelhecimento acelerado por 24 e 48 horas de exposição sob sistema tradicional (1) e salino (2).....	54
Quadro 7	Resumo da análise de variância para os dados de condutividade elétrica. Avaliação após 12, 24, 36 e 42 horas de embebição.....	55
Quadro 8	Resumo da análise de variância para os dados de plântulas normais na primeira contagem de germinação. Avaliação do teste de germinação sob diferentes potenciais, realizada após a realização e não do hidrocondicionamento fisiológico.....	55
Quadro 9	Resumo da análise de variância para os dados de germinação, plântulas anormais danificadas ou deformadas e sementes não germinadas. Avaliação do teste de germinação sob diferentes potenciais, realizada após a realização e não do hidrocondicionamento fisiológico.....	55
Quadro 10	Resumo da análise de variância para os dados de comprimento total de plântulas, de raiz primária e de hipocótilo de sementes submetidas e não submetidas ao hidrocondicionamento fisiológico.....	56
Quadro 11	Resumo da análise de variância para os dados de massa seca, índice de velocidade de emergência e percentual final de emergência de sementes	

	submetidas e não submetidas ao hidrocondicionamento fisiológico.....	56
Quadro 12	Resumo da análise de variância para os dados de altura, caule e folhas de mudas provenientes de sementes submetidas ou não ao hidrocondicionamento fisiológico, com avaliações aos 10, 20, 30 e 40 dias após a semeadura.	56
Quadro 13	Resumo da análise de variância para os dados de altura, caule e folhas de mudas provenientes de sementes submetidas ou não ao hidrocondicionamento fisiológico, com avaliações aos 10, 20, 30 e 40 dias após a semeadura.	57

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	01
1.2 Objetivos Gerais	08
1.3 Referências Bibliográficas	08
2 CAPÍTULO I. TESTES PRELIMINARES	12
2.1 Lotes Utilizados	13
2.2 Metodologias para Determinação do Teor de Água de Sementes de Pinhão Manso.....	14
2.3 Procedimentos para Avaliação do Teste de Germinação de Sementes de Pinhão Manso.....	15
2.4 Germinação de Sementes de Pinhão Manso sob Diferentes Potenciais Hídricos do Substrato	17
3 CAPÍTULO II. AJUSTES DAS METODOLOGIAS DOS TESTES DE ENVELHECIMENTO ACELERADO E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA PARA AVALIAÇÃO DO VIGOR DE SEMENTES DE PINHÃO MANSO	19
3.1 Resumo	20
3.2 Abstract	21
3.3 Introdução	22
3.4 Material e Métodos	23
3.5 Resultados e Discussão	25
3.6 Conclusões	31
3.7 Referências Bibliográficas	32
4 CAPÍTULO III. ABSORÇÃO DE ÁGUA E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE PINHÃO MANSO	35
4.1 Resumo	36
4.2 Abstract	37
4.3 Introdução	38
4.4 Material e Métodos	39
4.5 Resultados e Discussão	41
4.6 Conclusões	49
4.7 Referências Bibliográficas	50
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
6 ANEXOS	53

1 INTRODUÇÃO GERAL

O pinhão manso é uma planta oleaginosa da família euforbiácea, resistente a seca, nativa da América Central e adaptada a diversidade de ambientes tropicais e subtropicais, além de ser comumente encontrada na África e na Ásia (Rao et al., 2008; Divakara et al., 2010). Ocorre com frequência em baixas altitudes (0-500 metros) em áreas com temperaturas anuais médias de 20°C, apesar de crescer também em maiores altitudes e ser capaz de tolerar geadas. Cresce em solos bem drenados, com aeração satisfatória e tem capacidade de sobreviver bem em solos com baixos teores de nutrientes (Joker & Jepsen, 2003).

Esta planta apresenta grande potencial econômico, ecológico e importância ambiental, pois se pode utilizá-la como planta medicinal, proteção contra erosão de solo, confecção de cercas vivas e atualmente vem sendo evidenciada sua importância no uso como matéria prima para a produção de óleo combustível, o chamado biodiesel (Peixoto, 1973; Rao et al., 2008; Divakara et al., 2010).

O pinhão manso é uma subárvore ou arbusto que atinge de 2 a 5 metros de altura, podendo chegar até 12 metros, com diâmetro de tronco variando entre 20 a 30 centímetros. (Drummond et al., 1984; Peixoto, 1973; Arruda et al., 2004). As flores femininas abrem-se em diferentes dias, forçando a polinização cruzada, que pode ser realizada por diversos insetos como abelhas, vespas, marimbondos e formigas (Saturnino et al., 2005; Heller, 1996). As inflorescências apresentam-se em cimeira definida, que surgem no mesmo período que as brotações das novas folhas, após o repouso vegetativo, que é condicionado por flutuações pluviiais e de temperatura (Heller, 1996). São pentâmeras, unissexuadas, monóicas, produzidas na mesma planta e inflorescência, porém com eixo diferente, com coloração amarelo-esverdeadas com estrias avermelhadas e diferencia-se pela ausência de pedúnculo articulado nas femininas que são largamente pedunculadas (Peixoto, 1973; Arruda et al., 2004). As flores femininas, de 1 a 5 na mesma inflorescência, apresentam três células elípticas, ovário com três carpelos, cada um com um lóculo que produz um óvulo com três estigmas bifurcados separados, isoladas, em menor número que as masculinas (25-93 por inflorescência), estas se localizam nas ramificações, com dez estames, cinco unidos na base e outros cinco unidos na coluna, aparecem em maior número e situam-se na ponta das ramificações. As flores masculinas constituem-se de um cálice com cinco pétalas, a corola campanulada, em forma de sino ou campânula, com 5 pétalas, com o pedúnculo articulado. A razão entre flores masculinas e femininas é de 29:1. Na base floral contém néctar, que brilha com a incidência dos raios solares (Peixoto, 1973; Raju et al., 2002).

O florescimento do pinhão manso ocorre na estação úmida, em ambientes que possuem variações sazonais de clima com dois picos de florescimento frequentes nessa estação. Já em regiões onde a umidade permanece elevada durante todo o ano, o florescimento também ocorre durante todo o ano. O florescimento ocorre durante todo o ano e a maturidade das sementes ocorre por volta de três meses após o florescimento, quando os frutos se abrem naturalmente, por apresentarem deiscência. Tem sido estimado que a produtividade por árvores é de 30 kg de frutos por ano ou aproximadamente 12 kg de sementes. A produtividade é aproximadamente 4800 kg de sementes por hectare (Joker & Jepsen, 2003).

O fruto (Figura 1) é capsular, ovóide, liso, coriáceo, com três lóculos e uma semente em cada cavidade, é inicialmente verde quando imaturo, passando a amarelo e castanho, quando atinge o estágio de maturidade. Possui de 53 a 62 % de sementes, que medem cerca de 1,5 a 2 cm de comprimento e 1,0 a 1,3 cm de largura, com tegumento rijo, quebradiço, de

fratura resinosa. Sua massa, que varia entre 0,551 a 0,797 g, pode ter, dependendo da variedade e dos tratos culturais, de 33,7 a 45% de casca e de 55 a 66% de endosperma. Abaixo do tegumento da semente possui uma película branca cobrindo o endosperma, com albúmen abundante, branco, oleaginoso, contendo o embrião provido de dois cotilédones achatados (Arruda et al., 2004; Nunes et al., 2009).

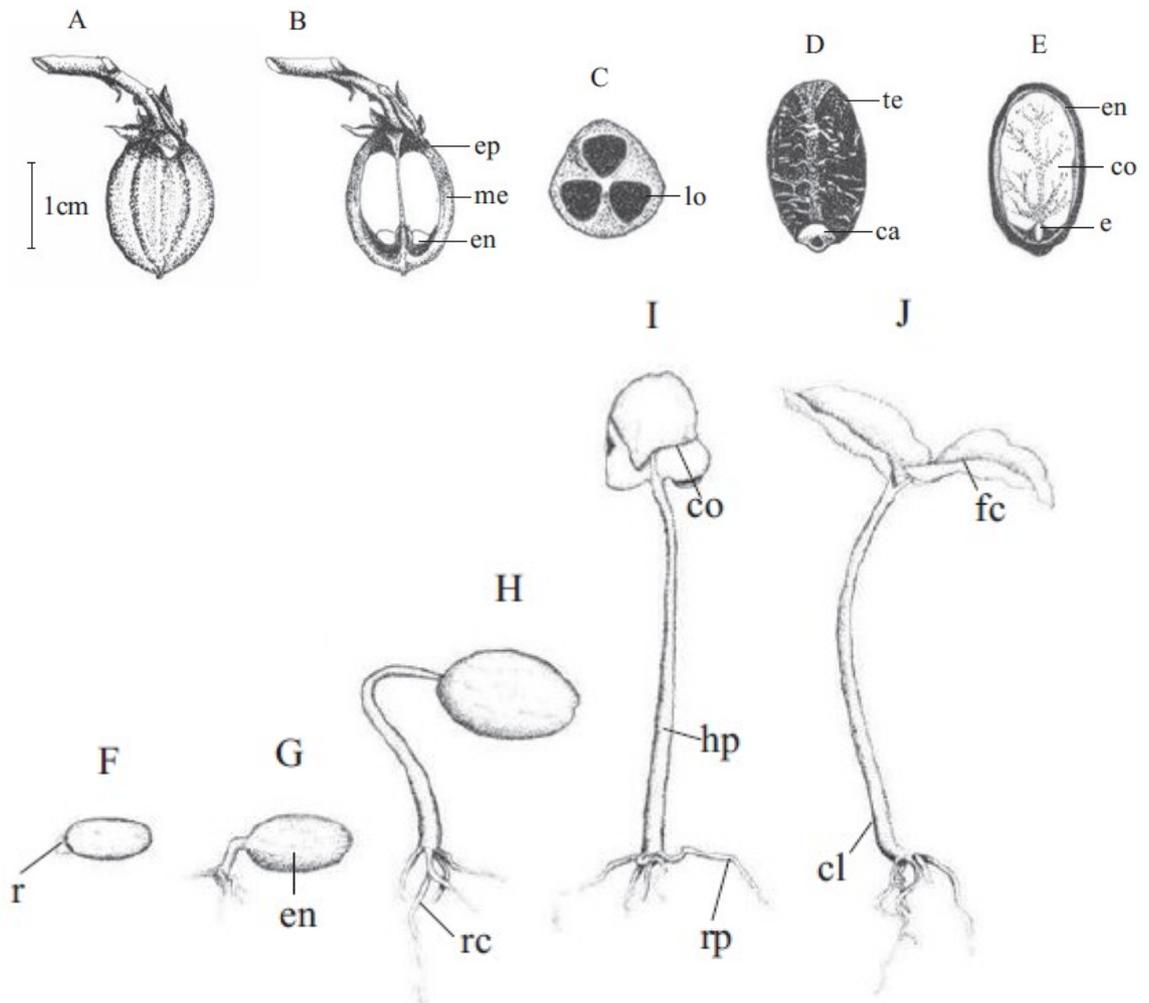


Figura 1. Aspecto morfológico do fruto, semente, germinação e plântula de *Jatropha curcas*. A, detalhe do fruto; B, fruto aberto – seção longitudinal (en, endocarpo; ep, epicarpo; me, mesocarpo); C, fruto aberto – seção transversal (lo, lóculos); D, detalhe da semente (ca, carúncula; te, tegumento); E, detalhe da semente mostrando o embrião (en, endosperma; co, cotilédone; e, eixo embrionário); F a J, germinação e formação da plântula (co, cotilédone; cl, coleto; en, endosperma; hp, hipocótilo; rp, raiz periférica; rc, raiz central; r, radícula; fc, folha cotiledonar). Ilustração botânica: Dalíhia Nazaré dos Santos. Fonte: Nunes et al. (2009).

A semente, que pesa 0,67 g, podendo variar de 0,551 a 0,797 g., possui de 25 a 45% de tegumento e 55 a 75 % de endosperma (Peixoto, 1973; Avelar, et al., 2005). O peso de um litro de sementes varia 200 a 250 g, e contém cerca de 440 a 560 unidades. Peixoto (1973) afirma que a porcentagem de tegumento em relação à semente varia de 32% a 39%, a porcentagem do óleo em relação ao endosperma é de 48% a 59% e a porcentagem de óleo na semente é de 50% a 57%. Tais variações estão na dependência da variedade, condições ecológicas e tratos culturais. Por exemplo, o pinhão manso cultivado no Sul do Maranhão,

conforme Penha et al. (2007), possui em média 0,8086 g, com 37,6 % de tegumento e 62,4 % de endosperma, sendo sua composição estimada em 1,4 % de umidade e matérias voláteis, 3,6 % para o teor de cinzas, 66,0 % de lipídios (óleos), 4,6 % de proteínas, 24,4 % de carboidratos e um valor calórico de 710,0 Kcal/100g. Após a extração do óleo da amêndoa, a torta final apresentou teor de água e matérias voláteis de 8,7 %, um teor de cinzas de 7,4 %, 12,0 % de lipídios, 9,4 % de proteínas, 62,5 % de carboidratos e um valor calórico de 395,6 Kcal/100g.

O óleo do pinhão manso está sendo hoje, o grande motivo para que haja investimentos em cultivos da planta. Para Heller (1996) os fatores que mais contribuirão para uma grande produção de óleo por planta é o número de flores por inflorescência, e o conseqüentemente o número de frutos por cacho, o número de sementes por fruto, o percentual de óleo por semente e o número de plantas por hectare. EPAMIG (2003) aborda importante característica do óleo do pinhão manso, diferente de oleaginosas como dendê, macaúba, pequi e outras, que apesar de apresentarem uma alta produção de óleo, seus frutos quando colhidos devem ser processados em 24 horas, em função de se alterarem quimicamente, o que compromete a qualidade, diferente das sementes pinhão que podem ser estocadas por até dois anos, sem que haja essas alterações.

A germinação das sementes inicia-se com o seu intumescimento, que aumenta de volume em três dias. Posteriormente ocorre a ruptura do tegumento e surgimento da radícula próximo à região micropilar e conseqüente desenvolvimento de cinco raízes, uma central pivotante e quatro periféricas. A germinação é do tipo epígea e o processo germinativo varia de 15 a 30 dias (Nunes et al., 2009).

Kaushik (2003) avaliando o vigor pela emergência de plântulas em areia e pelo “índice de vigor” obtido pela seguinte fórmula: [emergência x (comprimento da raiz + comprimento da parte aérea)], encontrou que existe influência da maturidade capsular em ambos os parâmetros avaliados. Sementes provenientes de cápsulas amareladas são mais vigorosas que sementes provenientes de cápsulas marrons ou verdes. O autor recomenda que a coleta das sementes seja realizada aos 57 dias após a antese.

Até o dia 13 de janeiro de 2008 permanecia na ilegalidade a comercialização de sementes de pinhão manso, por conta da inexistência de padrões nacionais para produção e comercialização de sementes inscritas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) e no Cadastro Nacional de Cultivares Registradas (CNCR). Porém, a partir dessa data, pela Instrução Normativa nº 4 foi autorizada a inscrição do pinhão manso no RNC, em função da grande demanda por material de propagação para o estabelecimento de cultivos comerciais. Contudo, para a produção e comercialização de sementes ou mudas do pinhão manso, se tornou obrigatória a assinatura de um Termo de Compromisso pelo produtor (Brasil, 2008).

A semente tem função imprescindível no êxito da cadeia produtiva do pinhão-manso, principalmente pela sua característica de planta perene. Segundo Marcos Filho (2005) os aspectos que indicam o potencial de desempenho das sementes estão expressos nas características genéticas, físicas, fisiológicas e sanitárias. Não existem preconizações nas Regras de Análise de Sementes - RAS (Brasil, 1992; 2009) quanto a recomendação e prescrições para avaliar as sementes de pinhão manso, apesar de o pinhão manso ser considerado uma espécie que apresenta freqüentemente problemas relacionados às sementes. Em decorrência da inexistência de protocolo para condução de testes de germinação para o pinhão manso, tem-se utilizado a metodologia para sementes mamona (*Ricinnus comunnis*).

Silva et al. (2008) avaliaram o efeito da remoção do tegumento no vigor (por meio dos testes de índice de velocidade de emergência de plântulas em areia e emergência de plântulas final) e na germinação de sementes de pinhão manso provenientes de plantas nativas do Norte de Minas Gerais, em diferentes volumes de água no substrato para germinação (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5 vezes a massa do papel em g), sob regime de luz natural e 30°C constante, sete e dez dias

após o início do teste. Os autores verificaram que as sementes de pinhão manso com tegumento apresentam maior vigor e maior percentual de germinação (plântulas normais) quando comparadas com aquelas sem tegumento, tendo melhor desempenho quando o substrato foi umedecido com volume (mL) de água equivalente a 2,5 vezes a massa (g) do papel germitest. A retirada do tegumento prejudicou a germinação e o vigor das sementes, que apresentaram maiores percentuais de germinação quando o substrato foi umedecido com volumes de água equivalentes a 3,0 e 3,5 vezes a massa de papel germitest. Houve redução da germinação e vigor quando o substrato foi umedecido para valores inferiores a estes. As sementes apresentaram maiores percentuais de germinação quando o substrato foi umedecido com volume de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel germitest. A utilização de valores superiores a este gerou redução da germinação, provavelmente devido a deficiência de oxigênio, provocado pelo excesso de água.

Morais (2008) avaliou o efeito da temperatura (20-30°C e 25-30°C) e tratamento pré-germinativo (utilização ou não da solução de hipoclorito de sódio a 2% por 1 minuto) na germinação de sementes de pinhão manso, como substrato utilizou papel germitest umedecido com água na proporção de três vezes a massa seca do papel. De acordo com os resultados, o teste de germinação de sementes de pinhão-manso deve ser realizado à temperatura alternada entre 25-30°C. A desinfecção das sementes com hipoclorito de sódio pode ser recomendada para o teste de germinação com sementes de pinhão-manso.

Martins et al. (2008) recomendaram que o teste de germinação de sementes de pinhão manso seja realizado sob temperatura alternada 20-30°C, em substrato areia ou papel e com contagem final aos 10 dias da sementeira, depois de avaliar a influência de diferentes substratos (entre vermiculita, em rolo de papel, entre areia e entre solo na temperatura alternada 20-30°C) e diferentes temperaturas (constantes de 25, 30 e 35°C e alternadas de 15-35°C; 20-35°C e 20-30°C) na germinação de sementes de pinhão manso.

Outro aspecto a estudar em relação às sementes de pinhão manso, se refere aos métodos para avaliar a qualidade fisiológica por meio de testes de germinação e de vigor, já que teste de germinação fornece informações sobre o potencial de uma amostra para germinar sob condições ótimas de ambiente (Marcos Filho, 1999). Contudo, no campo, sob condições ambientais naturais, as sementes podem estar sujeitas às situações adversas, como temperatura inadequada, excesso ou deficiência hídrica, microrganismos, e com isso nem sempre há correlação entre os testes de germinação e a emergência de plântulas em campo, o que conduz a uma superestimativa de qualidade (Rodo et al., 2000). Os testes de vigor já estão sendo mais frequentemente utilizados pelas empresas produtoras de sementes, havendo necessidade de que passem a constituir componentes permanentes das análises de rotina (Marcos Filho, 1999).

Não foram realizados até então muitos trabalhos relacionados a testes de vigor com sementes de pinhão manso. Dourado (2009) avaliou a eficiência dos testes para a seleção de lotes. De acordo com o autor, o tamanho das sementes não influenciou na qualidade fisiológica dos genótipos avaliados por ele. Os testes de envelhecimento acelerado, porcentagem de emergência de plântulas em areia, matéria seca da parte aérea de plântulas (obtidas no teste de índice de velocidade de emergência), crescimento de plântulas e matéria seca de plântulas (provenientes do teste de comprimento de plântulas) foram os que melhor diferenciaram os genótipos avaliados. Já, o teste de condutividade elétrica realizado a 25 °C e 24 horas de exposição, não foi eficiente para diferenciar os genótipos estudados, provavelmente por estas sementes avaliadas terem um teor de água considerado muito baixo (menos de 10%) para a realização deste teste.

De acordo com Pinto et al. (2009) é possível avaliar a viabilidade de sementes de pinhão manso por meio da utilização dos testes de tetrazólio e raios X. Para o teste de

tetrazólio, recomenda-se hidratação entre papel até as sementes atingirem 30% de água e a coloração do embrião em solução 0,5% de tetrazólio, durante 120 minutos, no escuro, a 40°C. Já para o teste de raio X, as sementes devem ser submetidas a raios X, na intensidade de 25 Kv durante 60s.

Morais (2008) avaliou a qualidade fisiológica de sementes de pinhão-mansinho por meio de testes de germinação, primeira contagem, emergência de plântulas em canteiros e índice de velocidade de emergência de plântulas provenientes de sementes armazenadas sob diferentes condições de ambiente (ambiente em armazém de sementes e câmara fria - 12±3°C UR 45%) por dois, quatro, seis e oito meses de armazenamento e em três tipos de embalagem: saco de algodão (embalagem permeável), saco de polietileno (embalagem impermeável) e saco de papel multifoliado (embalagem semipermeável). De acordo com os autores, pode-se concluir que essas sementes conservaram a germinação inicial por até oito meses, independente do ambiente e da embalagem. Nas condições climáticas do Norte do estado de Minas Gerais, região onde foi realizado o experimento, as sementes de pinhão-mansinho podem ser armazenadas em condições ambientais não controladas. As embalagens de papel (semipermeáveis) proporcionam melhores respostas quanto à avaliação do vigor das sementes em qualquer ambiente de armazenamento.

A água nas sementes é fundamental para o metabolismo da célula durante a germinação por ser componente essencial para a atividade enzimática, para a solubilização e transporte de reservas e como reagente em si, principalmente na gestão hidrolítica das substâncias de reservas (Marcos Filho, 2005). Além disso, o teor de água na semente é responsável por governar cada um dos eventos metabólicos.

O processo da embebição das sementes em água ou em solução com agentes osmóticos é denominado de condicionamento fisiológico e é apontado como uma das importantes alternativas para favorecer a germinação e a emergência de plântulas (Marcos Filho, 2005).

Pode-se observar em sementes condicionadas, efeitos como aumento, aceleração e sincronia na germinação e no estabelecimento de plântulas no campo, pela superação de dormência das sementes e adaptação das plantas as condições ambientais estressantes (Sanchez et al., 2001). Isso ocorre em função da ativação inicial dos processos metabólicos da semente sem protrusão da radícula. Quando as sementes forem novamente umedecidas após o tratamento, terão condições de germinar mais rapidamente em função das alterações fisiológicas e bioquímicas e com incrementos na síntese de proteínas e na taxa respiratória gerada pela hidratação prévia (Bailly et al., 1998; Kikuti & Marcos Filho, 2009; Sanchez et al., 2001).

Esse processo de incremento na germinação e no vigor de sementes, denominado de condicionamento fisiológico, pode ser realizado por diferentes metodologias, que determinarão principalmente o controle de suprimento de água e oxigênio para a semente. Além disso, são necessários ajustes adequados de temperatura, período e necessidade ou não de secagem para cada espécie. Entre esses tratamentos chamados de condicionamento fisiológico incluem a hidratação com substâncias osmóticas (osmocondicionamento), o condicionamento em matriz sólida umedecida (matricondicionamento) e a hidratação em água (hidrocondicionamento) (Marcos Filho, 2005; Kikuti & Marcos Filho, 2009).

Santos et al. (2008) verificaram o comportamento das sementes de pinhão mansinho, após submeter as sementes a seis períodos de embebição (0, 4, 8, 12, 24 e 36 horas). Os autores concluíram que a germinação de sementes de pinhão mansinho não foi favorecida pelo período de embebição, uma vez que as sementes do tratamento testemunha apresentaram maior porcentagem de germinação.

Evencio et al. (2008) realizaram a marcha de absorção de água em sementes de pinhão manso com sementes vivas e mortas (através de autoclavagem úmida das sementes vivas por vinte minutos, 121°C em pressão constante e avaliação realizada pelo teste de tetrazólio), durante 16 períodos de embebição (3 em 3 horas no primeiro dia, 6 em 6 horas no segundo dia, 12 em 12 horas no quarto dia de embebição). O umedecimento foi feito em rolo de papel germitest umedecido com água destilada, na quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel a 30°C. De acordo com os autores, na embebição de água as sementes de pinhão manso seguiu o padrão trifásico proposto por Bewley & Black (1994), sendo a fase I foi comum para as sementes vivas e mortas, estendendo-se por 15 horas. A fase II estendeu-se por 45 horas, sendo a partir de 15 horas de embebição até as 60 horas de embebição. A fase III só foi presente para as sementes vivas, e teve início com 60 horas de embebição, quando foi possível a visualização da protrusão da radícula.

Diferente de Evencio et al. (2008), Dantas et al. (2007) tinham obtido outros dados referentes aos períodos de embebição e teor de água na caracterização da curva de absorção de água de sementes de pinhão manso. Para os autores, a fase I se completou em 48 horas, a fase III, iniciou-se após 88 horas de embebição, quando se pode observar 10% de plantulas com protrusão da radícula e um aumento de aproximadamente 75,7% da massa inicial. Na fase II houve 85,38% e 75,69%, respectivamente no início e no fim da fase II, com duração total de 40 horas. Essa diferença de dados encontrados pelos autores para a mesma espécie, pode estar relacionada às diferentes metodologias adotadas. Evencio et al. (2008) submeteram as sementes à embebição em papel germitest (sistema rolo) umedecido com água destilada, empregando-se a quantidade de água referente a 2,5 vezes a massa do papel, enquanto Dantas et al. (2007) colocaram as sementes em caixas gerbox sobre duas camadas e sob uma camada de papel germitest, embebido com um volume fixo de água destilada (15mL). Provavelmente, pela metodologia de Evencio et al. (2008) haja uma maior disponibilização de água para as sementes em função do maior volume de papel umedecido, gerando uma maior velocidade de absorção de água.

Segundo Souza et al. (2009) sementes de mamona, atingem a fase I somente após 24 horas de embebição, a fase III é atingida somente após sete dias de embebição (168h). Assim, em relação a outras espécies da família euforbiácea, tem-se que a mamona apresenta dificuldade na absorção de água provavelmente devido a natureza do seu tegumento, que segundo Fonseca et al. (2004) mostra resistência à entrada de água, além do fato de se utilizar da remoção da carúncula e parte do tegumento para a quebra da dormência das sementes de mamona (Beltrão et al., 2001), que confirma a natureza dessa embebição mais lenta.

Nunes et al. (2008), utilizando polietilenoglicol 6000 (PEG 6000) em quatro diferentes concentrações: 0, -0,2, -0,6 e -1,0 MPa e 24 horas de embebição para o condicionamento fisiológico e avaliando a porcentagem e o índice de velocidade de germinação de dois lotes de sementes, afirmaram que houve aumento da germinação de um dos lotes após o condicionamento usando soluções com -0,6 e -1,0 MPa e inferiram que esse potencial pode ser indicado para o condicionamento dessa espécie. Contudo, recomendaram a realização de estudos mais aprofundados com sementes de pinhão manso visando à resposta destas sementes a embebição e ao condicionamento osmótico.

Os efeitos favoráveis da técnica de condicionamento podem ser encontrados em alguns casos, somente sob situações de estresse. Em função disso, tem sido utilizadas em laboratório, soluções osmóticas para simular estresse hídrico do substrato. Além disso, a importância dos trabalhos feitos com restrição hídrica na fase de germinação de sementes de pinhão manso se dá, pois, apesar do pinhão manso poder ser considerado uma planta tolerante ao déficit hídrico e pouco exigente em nutrientes, crescendo em solos de baixa fertilidade é responsivo à fertilidade do solo e à restrição hídrica (Teixeira, 2005).

O teste de germinação sob estresse hídrico do substrato é conduzido utilizando soluções com baixos potenciais osmóticos para umedecer os substratos, em condições semelhantes as que representam estresse hídrico às sementes (Santos et al., 1992). Normalmente é utilizado papel germitest, onde são colocadas as sementes para germinar, procurando simular condições de baixa umidade do solo.

Avaliando a porcentagem de protrusão da radícula e germinação (considerando a protrusão da radícula e hipocótilo com tamanho superior a 1,5 cm) e o vigor (índice de velocidade de germinação - IVG) de sementes de pinhão manso submetidas ao estresse hídrico, sob os potenciais de zero, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8, -1,0, -1,2, -1,4 e -1,6 MPa, Loureiro et al.(2008) instalaram um experimento em que as sementes foram colocadas para germinar entre três folhas de papel-toalha (germitest) umedecidas com as soluções osmóticas referidas anteriormente, além da água desmineralizada utilizada como testemunha. Em seguida, os autores confeccionaram rolos e mantiveram-os sob temperatura constante de 25°C.

Houve influência significativa dos potenciais osmóticos testados sobre todos os parâmetros avaliados. As sementes de pinhão-manso submetidas ao estresse hídrico apresentaram um decréscimo na porcentagem de protrusão de radícula à medida que o potencial osmótico do meio se tornou mais negativo. Os valores máximos para o estresse hídrico encontrados nos potenciais de zero com 82%, -0,2 com 67% e -0,4 MPa com 30%. Sob o potencial osmótico de -0,6 MPa, houve brusca redução dos valores chegando a não apresentar germinação sob o potencial de -0,8 MPa. Já a velocidade de germinação, calculada pelo índice de velocidade de germinação (IVG), foi ainda mais suscetível ao estresse hídrico do que a capacidade de germinação, apresentando significativa redução dos valores já no potencial de -0,2 MPa (aproximadamente 1,00), quando comparado ao IVG das submetidas a 0 MPa (aproximadamente 2,40).

Existe uma grande lacuna em se falando de pesquisas a respeito do pinhão manso sob condições de clima e solo no estado do Rio de Janeiro. Não existem esses dados, sendo possível que o pinhão manso seja promissor nesse estado. Portanto é interessante que empresas de pesquisa e universidades se unam para que haja desenvolvimento tecnológico específico para este estado e regiões adjacentes com mesmas condições edafoclimáticas. Pois o pinhão manso representa uma das poucas alternativas de oleaginosa para locais com condições topográficas como as predominantes neste estado, caracterizadas como “mar de morros”, por: independer da utilização de maquinário agrícola no manejo; possuir maior produção de sementes onde os solos são de certa fertilidade, profundos, bem drenados; além deste estado se caracterizar pela presença de pequenas e médias propriedades rurais, onde 90% delas possuem extensões inferiores a 10 ha, característica que promove o fortalecimento do sistema de agricultura familiar e consequente fixação do homem no campo.

Na área de tecnologia de sementes se observa a ausência de metodologias para o condicionamento fisiológico de sementes de pinhão manso, sendo este um tratamento pré germinativo que pode contribuir no incremento e aumento da velocidade de germinação de sementes dessa espécie. Além disso, não existem metodologias para os testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica, apesar de serem importantes na caracterização da qualidade fisiológica de lotes de sementes.

1.1 Objetivos Gerais

O trabalho teve como objetivo ajustar a metodologia dos testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de pinhão manso, e avaliar o efeito do condicionamento na germinação e no vigor das sementes sob diferentes potenciais hídricos do substrato, bem como no estabelecimento de plantas em casa de vegetação.

1.2 Referências Bibliográficas

ARRUDA F. P.; BELTRÃO N. E. M.; ANDRADE A. P.; PEREIRA W. E.; SEVERINO L. S. Cultivo de Pinhão Manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o Semi-Árido Nordeste. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.8, n.1, p.789-799, 2004.

AVELAR, R. C.; JÚNIOR, M. A. D.; DOURADO, D. C.; QUINTILIANO, A. A.; DANFA, S.; FRAGA, A. C.; NETO, P. C. **Produção de Mudanças de Pinhão Manso (*Jatropha curcas*) em Tubetes**. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2., 2005, Varginha. Resumos expandidos... Biodiesel: Combustível ecológico. Lavras: UFLA, 2005. CD-ROM

BAILLY, C.; BENAMAR, A.; CORBINEAU, F.; CÔME, D. Free radical scavenging as affected by accelerated ageing and subsequent priming in sunflower seeds. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.104, n. 4 ,p. 646-652, 1998.

BELTRÃO, N. E. M.; SILVA, L. C.; VASCONCELOS, O. L.; AZEVEDO, D. M. P.; VIEIRA, D. J. Fitologia. In: Azevedo, D. M. P. de; Lima, E. F. (eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**, Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.37-59, 2001.

BEWLEY, D.D.; BLACK, A.M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum, 1994. 445, 4467p.

BRASIL. **Instrução normativa nº 4**, de 14 de janeiro de 2008, D.O.U. no dia 15/01/08, Seção 01. Disponível em: <extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=18392>. Acesso em: 11 dez. 2009.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009, 399p.

DANTAS, B. F.; SILVA, F. F. S. da; LOPES, A. P.; DRUMMOND, M. A. **Tecnologia de sementes de Pinhão Manso (*Jatropha curcas*): avaliações iniciais da qualidade fisiológica**. Disponível em: <www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/agricultura>. Acesso em: 11 dez. 2009.

DIVAKARA, B. N.; UPADHYAYA, H. D.; WANI, S. P.; GOWDA LAXMIPATHI, C. L. Biology and genetic improvement of *Jatropha curcas* L.: A review. **Applied Energy**, Singapura, v. 87, p. 732–742, 2010.

DOURADO, F. W. N. **Avaliação da qualidade de sementes e plântulas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. 2009. 112p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.

DRUMMOND, O.A.; PURCINO, A.A.C.; CUNHA, L.H. de S.; VELOSO, J. de M. **Cultura do pinhão manso**. Belo Horizonte: EPAMIG, nov. 1984. 6 p. (EPAMIG. Pesquisando, 131). In: EPAMIG. Coletânea Sobre Pinhão Manso na EPAMIG. Disponível em: <<http://www.epamig.br>> Acesso em 17/08/07.

EPAMIG. **Coletânea Sobre Pinhão Manso na EPAMIG**. Belo Horizonte, 2003. Disponível em: <<http://www.epamig.br>> Acesso em 17 de julho de 2007.

EVENCIO, T.; NENES, J. M. G.; BRANDÃO, A. A.; MAGALHÃES, H. M.; SILVA, H. P.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; COSTA, C. A. **Curva de absorção de água em sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.)**. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 5., 2008, Varginha. Resumos expandidos. Biodiesel: Combustível ecológico. Lavras: UFLA, 2008. CD-ROM.

FONSECA, N. R.; MYCZKOWSKI, M. L.; PRIOR, M.; SÁ, R. O.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; ZANOTTO, M. D. **Testes de avaliação da viabilidade e do vigor de sementes de mamona**. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 1., 2004, Campina Grande – PB. Anais...Campina Grande: EMBRAPA-Algodão, 2004. V. 1, p. 52-57.

HELLER, J. Physic nut (*Jatropha curcas*) – **Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops**. Rome: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, 1996. 66p. Disponível em: <http://www.bioversityinternational.org/Publications/pubfile.asp?ID_PUB=161> Acessado em: 12 de maio de 2007.

JOKER, D. F. S. C.; JEPSEN, J. *Jatropha curcas* L. **Seed Leaflet**, Humlebaek, n. 83. 2003.

KAUSHIK, N. Effect of capsule maturity on germination and seedling vigour in *Jatropha curcas*. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 31, p.449-454, 2003.

KIKUTI, A. L. P; MARCOS FILHO, J. Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 240-245, 2009.

LOUREIRO, M. B.; VIRGENS, I. O.; NÚÑEZ, I. A.; VILAS-BOAS, A. C.; TELES, C. A. S.; CASTRO, P. D. A.; DRUMOND, M. A.; RENATO, D.; FERNANDEZ, L. G. **Efeito do estresse hídrico sobre a germinação de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 5., 2008, Varginha. Resumos expandidos... Biodiesel: Combustível ecológico. Lavras: UFLA, 2008. CD-ROM.

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

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: Importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; NETO, J. B. F. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, p.1.1-1.20.

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

MORAIS, E. B. S. D. **Padronização do teste de germinação e qualidade de sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) durante o armazenamento**. 2008. 103p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba.

NUNES, C. F.; SANTOS, D. N.; PASQUAL, M.; VALENTE, T. C. T. Morfologia externa de frutos, sementes e plântulas de pinhão manso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n.2, p.207-210, 2009.

NUNES, F. B. S.; SANTOS, H. O.; COSTA, M. J. C.; PESSOA, A. M. S.; SILVA-MANN, R. **Condicionamento fisiológico em sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.)**. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 5., 2008, Varginha. Resumos expandidos... Biodiesel: Combustível ecológico. Lavras: UFLA, 2008. CD-ROM.

PEIXOTO, A.R. **Plantas oleaginosas arbóreas**. São Paulo: Nobel, 1973, 284p.

PENHA, M. da N. C.; MACIEL, A. P.; MENDONÇA, K. K. M.; FERREIRA, A. M.; MOUCHREK FILHO, V. E.; SILVA, M. D. P.; SILVA, F. C. **Características Físico Químicas do Pinhão Manso (*Jatropha curcas* L.) Cultivado no Maranhão**. In: Congresso Internacional de Bioenergia e Biocombustíveis, Energia de Resultados, Energia de Resultados, Teresina, PI, 11 a 15 de junho de 2007, Anais... Junho 2007. Embrapa Meio Norte. Disponível em: <<http://www.cpamn.embrapa.br/agrobiotrabalhos.php>> Acesso em: 15 de agosto de 2007.

PINTO, T. L. F.; MARCOS FILHO, J.; FORTI, V. A.; CARVALHO, C.; GOMES JÚNIOR, F. G. Avaliação da viabilidade de sementes de pinhão manso pelos testes de tetrazólio e de raios X. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n. 2, p.195-2001, 2009.

RAJU, A. J. S.; EZRADANAM. Pollination Ecology and Fruiting Behavior in a Monoecious Species, *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). **Current Science**, Bangalore, vol. 83, nº 11, 10 december, 2002. India. p. 1395-1398.

RAO, G. R.; KORWAR, G. R.; SHANKER, A. K.; RAMAKRISHNA, Y. S. Genetic associations, variability and diversity in seed characters, growth, reproductive phenology and yield in *Jatropha curcas* (L.) accessions. **Trees-Structure and Function**, Berlim, v.22, p. 697-709, 2008.

RODO, A. B.; PANOBIANCO, M. ; MARCOS FILHO, J. Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de cenoura. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.2, p. 289-292, 2000.

SANCHEZ, J. A.; ORTA, R.; MUNOZ, B. C. Tratamientos pregerminativos de hidratación y deshidratación de las semillas y sus efectos en plantas de interés agrícola. **Agronomía Costarricense**, Costa Rica, v. 25, n.1, p.67-92, 2001.

SANTOS, H. O.; COSTA, M. J. C.; GÓIS, I. B.; SANTOS, A. R. F.; NUNES, F. B. S.; CARVALHO, S. V. A.; SILVA-MANN, R. **Embebição de Sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. In. Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 5., 2008, Varginha. Resumos expandidos... Biodiesel: Combustível ecológico. Lavras: UFLA, 2008. CD-ROM.

SANTOS, V. L. M.; CALIL, A. C.; RUIZ, H. A.; ALVARENGA, E. M. Efeito do estresse hídrico e salino na germinação e vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, n.2, p.189-194. 1992.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.). **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 44 – 78, 2005.

SILVA, H. P.; NEVES, J. M. G.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; COSTA, C. A. Quantidade de água do substrato na germinação e vigor de sementes de pinhão-mansão. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.5, p.178-184, 2008.

SOUZA, L. A.; CARVALHO, M. L. M.; KATAOKA, V. Y.; OLIVEIRA, J. A. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n.1, p.60-67, 2009.

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

2 CAPÍTULO I

TESTES PRELIMINARES

2.1 LOTES UTILIZADOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Foram utilizados cinco lotes de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas*), colhidos em janeiro de 2008 e provenientes de cultivo comercial da empresa NNE Minas e Agro Florestal, sendo os lotes 1 e 2, de Janaúba (MG) e denominados de genótipo Filomena e Paraguaçu, respectivamente e, os lotes 3 e 4, de Matias Cardoso (MG) e denominados de Gonçalo e Missões, respectivamente. Além destes, também foi utilizado um lote proveniente da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, cultivado em Ataliba Leonel (SP), denominado como genótipo Dourados/MS e designado como lote 5. Após o recebimento, que ocorreu seis meses após a colheita, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel Kraft, e armazenadas sob 18 ± 5 °C e $45\pm 5\%$ de umidade relativa (UR) do ar.

2.2 METODOLOGIAS PARA DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁGUA DE SEMENTES DE PINHAO MANSO.

Este trabalho teve como objetivo avaliar as metodologias para determinação do teor de água das sementes de pinhão manso, em função da inexistência de informações para esta espécie nas Regras de Análises de Sementes. O delineamento adotado foi em esquema fatorial (2 métodos de avaliação - com sementes moídas e com sementes inteiras e 5 lotes), com quatro repetições. Para isto, subamostras de 25 sementes inteiras foram mantidas sob $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas. Já, para o método com sementes moídas, subamostras de 25 sementes foram processadas em liquidificador (aproximadamente 90% do material moído passou por uma peneira de malha 0,5 mm, e menos de 10% permaneceu na peneira de 1,0 mm) e, em seguida, colocadas em cadinhos e mantidas sob 103°C durante 17 horas.

Pode-se observar que não houve interação significativa entre lotes e métodos para determinação do teor de água (Tabela 1). Também, não houve diferença estatística entre os lotes, provavelmente, por estes estarem armazenados por três meses, na mesma condição (20°C e 70% de UR do ar). Além disso, não houve diferença entre os métodos, podendo ambos serem usados na determinação do teor de água de sementes de pinhão manso. No entanto, cabe salientar que o método com sementes inteiras, além de ser mais prático na rotina do laboratório, proporciona menor variação entre as repetições.

Tabela 1: Dados médios de teor de água de sementes de cinco lotes (1, 2, 3, 4 e 5) de pinhão manso. Avaliação com sementes secas e sementes inteiras.

Lotes	Inteiras (%)	Moídas (%)	Médias (%)
1	7,720	7,338	7,529 a
2	6,981	6,791	6,886 a
3	7,339	8,031	7,685 a
4	6,941	6,796	6,869 a
5	6,675	6,293	6,484 a
Médias	7,131A	7,049A	
CV(%)	5.64		

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para tratamentos) e minúscula na coluna (para lotes), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

2.3 PROCEDIMENTOS PARA AVALIAÇÃO DO TESTE DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE PINHAO MANSO.

O objetivo do trabalho foi o de avaliar procedimentos a serem adotados para a instalação do teste de germinação de sementes de pinhão manso. No primeiro experimento, com o objetivo de definir a concentração e o período de exposição das sementes à solução de hipoclorito de sódio, foi empregado o delineamento experimental em esquema fatorial (2 concentrações de hipoclorito de sódio – 2 e 5% durante 2 períodos de exposição – 2 e 5 minutos), com quatro repetições. Para isto, foram usadas as sementes de um lote. No segundo experimento, com o objetivo de definir os procedimentos de assepsia das sementes, foi empregado o delineamento experimental em esquema fatorial (5 lotes x 2 tratamentos prévios - com e sem hipoclorito de sódio a 2 % por 2 minutos x 5 temperaturas de exposição- 20, 25, 20-30 e 30° C), com quatro repetições. Para isto, nos testes de germinação, foram avaliadas subamostras de 25 sementes distribuídas em papel germitest umedecido com água destilada na proporção de três vezes a massa do substrato. As avaliações foram realizadas aos sete e 14 dias após a instalação.

No primeiro experimento, houve interação entre os fatores, sendo que o uso de 5% de hipoclorito por 2 e 5 minutos reduziu drasticamente a germinação (Tabela 2) e promoveu o aumento de sementes mortas, além de não ter sido eficiente no controle de microorganismos. No segundo experimento, houve interação significativa tripla entre os fatores. Com solução de hipoclorito de sódio, as sementes do lote 4 apresentaram maior vigor e germinação sob 20° C e as do lote 5 sob 25° C, bem como redução da porcentagem de plântulas anormais totais. Já, sem a solução de hipoclorito de sódio, a temperatura de 20°C foi favorável à germinação das sementes do lote 5 pois reduziu a porcentagem de plântulas normais deterioradas e de sementes mortas. As sementes do lote 4 apresentaram maior germinação sob 20-30° C e 30° C, bem como redução da porcentagem de anormais totais.

Tabela 2: Dados médios de porcentagem de plântulas anormais deformadas, de plântulas anormais infeccionadas e de sementes mortas, de cinco lotes (1, 2, 3, 4 e 5) de pinhão manso, após terem sido submetidos ou não a solução de hipoclorito. Avaliação do teste de germinação sob temperaturas de 20, 25, 20-30 e 30°C.

Tratamentos	Primeira contagem (%)									
	Com hipoclorito					Sem hipoclorito				
	20	25	20-30	30	Média	20	25	20-30	30	Média
1	0XCa	17XBc	34XAbc	43XAb	24	0XBa	10YAab	6YAb	13YAc	7
2	0XDa	13XCc	43XAab	23XBc	20	0XDa	13XCa	31YBa	51YAa	24
3	0XCa	14XBc	22XAbc	33XAbc	17	0XBa	11XAab	10YAb	15YAbc	9
4	0XDa	31XCb	55XBa	82XAa	42	0XBa	4YBb	12YAb	16YAbc	8
5	0XCa	61XAa	35XBbc	37XBbc	33	0XBa	4XBb	38XAa	25YAb	17
Média	0	27	38	44	27	0	8	19	24	13
CV(%)		16,67								
Germinação (%)										
1	40XBc	29XCb	58XAc	46XBc	43	15YDc	22YCc	40YBc	50XAc	32
2	54XAb	62XAa	57XAb	61XAb	59	54XBa	60XABa	59XABab	65XAab	60
3	36XAc	25YBb	36XAd	37XAd	34	30YAb	36XAb	35XAc	31YAd	33
4	73XAa	62XBa	80XAa	83XAa	75	26YCb	54YBa	66YAa	68YAa	54
5	38YCc	66XAa	54XBbc	54XBbc	53	50XAa	38YBb	51XAb	57XAb	49
Média	48	49	57	56	53	35	42	50	54	45
CV(%)		4,88								
Plantas anormais totais (%)										
1	28YBab	45YAa	15YCab	30XBa	30	57XABab	67XAa	40XBCa	37XCab	50
2	19XABb	11YBb	26XAa	13YBb	17	19XBc	31XAc	24XABb	24XABb	25
3	38XABa	45XAa	26YBa	27YBa	34	43XAb	56XAab	46XAa	53XAa	50
4	24YAab	34XAa	12YBb	12YBb	21	69XAa	40XBbc	33XBCab	24XCb	42
5	28YAab	11YBb	15YBab	13YBb	17	45XAb	49XAab	38XAab	37XAab	42
Média	27	29	19	19	24	47	49	36	35	42
CV(%)		11,90								

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para temperatura) e minúscula na coluna (para lotes), e maiúscula X na linha (para utilização de solução de hipoclorito), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

2.4 GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE PINHÃO MANSO SOB DIFERENTES POTENCIAIS HÍDRICOS DO SUBSTRATO.

O objetivo do trabalho foi avaliar a germinação de sementes de pinhão manso sob diferentes potenciais hídricos do substrato. O delineamento experimental adotado foi em esquema fatorial (3 potenciais hídricos - 0,0; -0,3; -0,6 MPa x 5 lotes), com quatro repetições. Para os testes de germinação, foram avaliadas subamostras de 25 sementes em substrato papel germitest umedecido com água destilada e esterilizada na proporção de três vezes a massa do substrato, sob 30°C. As avaliações foram realizadas aos sete e 14 dias após a instalação.

Sob o potencial hídrico de -0,3 MPa, foi constatada ausência da germinação das sementes dos lotes 1, 4 e 5 (Tabela 3) e elevada porcentagem de plântulas anormais totais, com predomínio de plântulas anormais danificadas, que foram caracterizadas com menor desenvolvimento em relação ao padrão utilizado para classificação de plântulas normais. Também foi constatado ausência da germinação das sementes dos lotes 4 e 5 e elevada porcentagem de sementes não germinadas. Já sob -0,6 MPa, foi verificada ausência de germinação das sementes dos lotes 1, 2, 3 e 5 e elevada porcentagem de sementes não germinadas provavelmente causada pela intensa restrição hídrica, bem como somente 10% de plântulas anormais danificadas provenientes do lote 4.

Tabela 3: Dados médios de porcentagem, de plântulas normais na primeira contagem de germinação, de germinação, plântulas anormais (danificadas, deterioradas e totais), e de sementes não germinadas de cinco lotes (1, 2, 3, 4 e 5) de pinhão manso. Avaliação do teste de germinação sob diferentes potenciais hídricos (0,0; -0,3 e -0,6), a 30°C.

	Primeira Contagem (%)				Germinação (%)			
	0,0	-0,3	-0,6	Médias	0,0	-0,3	-0,6	Médias
1	12Ad	0Ba	0Ba	4	40Ab	0Ba	0Ba	13,3
2	51Aa	0Ba	0Ba	17	65Aa	0Ba	0Ba	21,6
3	15Acd	0Ba	0Ba	5	41Ab	0Ba	0Ba	13,6
4	16Ac	0Ba	0Ba	5,3	62Aa	0Ba	0Ba	20,6
5	25Ab	0Ba	0Ba	8,3	44Ab	0Ba	0Ba	14,6
Médias	23,18	0	0		50,4	0	0	
CV(%)	9,18				5,92			
	Plântulas Anormais Danificadas (%)				Plântulas Anormais Deterioradas (%)			
1	23Ba	47Ab	0Cb	23,3	20Aa	2Ba	0Ba	7,3
2	5Ac	4Ad	0Bb	3	11Aa	1Ba	0Ba	4
3	26Aa	28Ac	0Bb	18	18Aa	0Ba	0Ba	6
4	13Bb	81Aa	10Ba	34,6	17Aa	2Ba	0Ba	6,3
5	13Bbc	70Aa	0Cb	27,6	16Aa	0Ba	0Ba	5,3
Médias	16	46	2		16,4	1	0	
CV(%)	14,44				33,02			
	Plântulas Anormais Totais (%)				Sementes não germinadas (%)			
1	43Aa	49Ab	0Bb	30,6	17Ca	51Bb	100Aa	56
2	16Ac	5Bd	0Cb	7	19Ba	95Aa	100Aa	71,6
3	44Aa	28Bc	0Cb	24	15Cab	72Bab	100Aa	62,3
4	30Bb	83Aa	10Ca	41	8Cb	17Bd	90Aa	38,3
5	29Bb	70Aa	0Cb	33	27Ba	30Bc	100Aa	52,3
Médias	32,4	47	2		17,2	53,2	98	
CV(%)	9,51				10,06			

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (para potenciais de restrição hídrica) e minúscula na coluna (para lotes), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 CAPÍTULO II

AJUSTES DAS METODOLOGIAS DOS TESTES DE ENVELHECIMENTO ACELERADO E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA PARA AVALIAÇÃO DO VIGOR DE SEMENTES DE PINHÃO MANSO

3.1 RESUMO

Dentre os testes de vigor, o de envelhecimento acelerado e o de condutividade elétrica vêm sendo utilizados na avaliação do vigor de sementes de diversas espécies devido a sua padronização. No entanto, ainda são poucas as informações quanto ao uso destes testes para sementes de pinhão manso. Este trabalho tem por objetivo ajustar a metodologia dos testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica em sementes de pinhão manso. Para isto, cinco lotes de sementes de pinhão manso foram submetidos ao teste de condutividade elétrica durante 12, 24, 36 e 48 horas e ao teste de envelhecimento acelerado a 41°C durante 48 e 72 horas, usando ou não a solução saturada de NaCl. Os testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica, realizados em conjunto na rotina, possibilitam a classificação de lotes de sementes de pinhão manso.

Palavras chaves: *Jatropha curcas*, qualidade fisiológica, germinação.

3.2 ABSTRACT

Among the vigour tests, the accelerated aging and electrical conductivity has been frequently used in assessing the vigour of various species seeds. However, there is little information regarding the use of these tests for seeds of *Jatropha*. This paper adjusted the methodology of accelerated aging and electrical conductivity in *Jatropha* seeds. For this, five *Jatropha curcas* seeds lots were submitted at electrical conductivity at 12, 24, 36 and 48 hours and the accelerated aging test at 41°C for 48 and 72 hours, with or without the saturated NaCl solution. The accelerated aging and electrical conductivity, carried out together in the routine, allow the classification of *Jatropha* seeds lots.

Key-words: *Jatropha curcas*, physiological quality, germination.

3.3 INTRODUÇÃO

Entre as oleaginosas, o pinhão manso (*Jatropha curcas*) tem sido cultivada visando a obtenção de matéria prima destinada a produção de biodiesel. Nesta espécie, as plantas provenientes de sementes são robustas e resistentes à seca, de maior longevidade e com grande capacidade de exploração do solo (SATURNINO et al., 2005). Desde 2008, foram estabelecidos padrões para a produção e comercialização de sementes desta espécie (BRASIL, 2008). No entanto, para cultivo frequentemente são utilizadas sementes provenientes de cultivos comerciais destinados à produção de óleos.

Os componentes que garantem a qualidade das sementes estão relacionados aos aspectos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, que são intensamente afetados durante a produção, beneficiamento e armazenamento (MARCOS FILHO, 2005). Usualmente tem sido utilizado o teste de germinação para fornecer informações quanto ao potencial fisiológico de uma amostra de sementes, sob condições favoráveis para o desenvolvimento das plântulas. Porém, com resultados nem sempre correlacionado à emergência das plântulas em campo, havendo assim necessidade do emprego de outros testes, tais como de vigor (MARCOS FILHO, 2005).

Para pinhão manso, vem sendo feitos estudos para definir a metodologia para a realização dos testes de germinação (MARTINS, et al., 2008) e para a utilização de e testes de vigor tais como o de tetrazólio, raios X (PINTO et al., 2009) e emergência de plântulas (DOURADO, 2009). No entanto, em relação a outros testes de vigor, tais como, o de envelhecimento acelerado e o de condutividade elétrica, que vem sendo utilizado para avaliar o vigor de diferentes espécies, devido a sua padronização (TOMES et al., 1988), ainda há necessidade de obtenção de informações para esta espécie.

Na condução do teste de envelhecimento acelerado, muitos fatores afetam o comportamento das sementes, tais como, o período de permanência na câmara (MARCOS FILHO, 1999; ROSSETTO et al., 2004), o momento de execução da avaliação do teste de germinação subsequente (ROSSETTO et al., 2001) e as condições de exposição das sementes ao teste. Assim, pelo sistema tradicional, vem sendo recomendado o uso de água na câmara de envelhecimento sob 42°C durante 72 horas para mamona (LOPES et al., 2008), 42 °C durante 72 horas para amendoim (ROSSETTO et al., 2004), 41°C durante 72 horas para algodão (MIGUEL et al., 2001) e 42°C durante 48 horas para soja (DUTRA e VIEIRA, 2004). Já, pelo sistema com solução saturada, empregando NaCl a água destilada (JIANHUA e MCDONALD, 1996), vem sendo empregado principalmente para soja 41°C durante 72 horas (MARCOS FILHO et al., 2001). Em pinhão manso, Dourado (2009) constatou que sob 40°C durante 72 horas em sistema tradicional (ST) o teste de envelhecimento acelerado diferenciou os genótipos, além de superar a dormência de um dos genótipos.

Quanto ao teste de condutividade elétrica, inúmeros fatores também podem influenciar os resultados deste teste, como o genótipo, bem como a temperatura e o período de embebição (MARCOS FILHO, 2005). Para pinhão manso, Dourado (2009) constatou que o teste de condutividade elétrica não foi eficiente para diferenciar os genótipos, quando apenas utilizou 50 sementes submersas em 75 mL de água destilada.

Dentro deste contexto, o trabalho teve como objetivo ajustar a metodologia dos testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de pinhão manso.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido com cinco lotes de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas*), colhidos em janeiro de 2008, sendo os lotes designados de 1, 2, 3 e 4 provenientes de cultivo comercial da empresa NNE Minas e Agro Florestal e o lote 5, da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, cultivado em Ataliba Leonel (SP). Os lotes apresentavam 90% das sementes retidas em peneiras de crivo circular com diâmetro de 11/64” e 10/64”, grau de umidade de 6,7 a 7,7% e massa média de mil sementes de 696,45g. Após a recepção, que ocorreu seis meses após a colheita, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel Kraft, e armazenadas sob 18 ± 5 °C e $45 \pm 5\%$ de umidade relativa (UR) do ar, por dois meses. Nesta ocasião os lotes foram retirados da câmara e, em seguida, realizada a amostragem, para as determinações preliminares com a finalidade de avaliar a qualidade inicial dos lotes de sementes. Para tanto, conduziram-se testes de germinação, de comprimento de plântulas e de emergência das plântulas em areia e em casa de vegetação.

O teste de grau de umidade, empregando o método da estufa a 105 °C \pm 3 foi realizado com quatro subamostras de 25 sementes, com base para sementes de mamona (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem. Para determinação da massa de 1000 sementes, foram utilizadas oito subamostras de 100 sementes (BRASIL, 1992). No teste de classificação por peneira, foram usados os crivos de diâmetro de 11,0/64””; 10,0/64 e 9,5/64””. Foi calculada a porcentagem de retenção das sementes em cada peneira, em massa (BRASIL, 1992).

O teste de germinação foi conduzido com quatro subamostras de 25 sementes, com o tegumento e previamente desinfetadas com solução de hipoclorito de sódio a 2% por 2 minutos, distribuídas em rolos de papel germitest, umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa seca e mantidos a 30°C na ausência de luz. As avaliações foram efetuadas aos sete e 14 dias, conforme resultados preliminares. Para avaliação de plântulas normais, foram consideradas as bem desenvolvidas e sadias (BRASIL, 1992). Para plântulas anormais, foram consideradas as pouco desenvolvidas (deformadas) e com deterioração total ou parcial de estruturas (deterioradas). Em conjunto com este teste, foi realizado o teste de primeira contagem, considerando a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem (NAKAGAWA, 1994).

Para o teste de comprimento de plântula, foram utilizadas quatro subamostras de 10 sementes dispostas sobre o terço superior, no sentido longitudinal do papel germitest umedecido com água destilada. A condução do teste foi feita de acordo com o teste de germinação. Após 14 dias, foi feita a avaliação do comprimento da plântula (total, raiz primária e hipocótilo). Os resultados foram expressos em cm/plântula (NAKAGAWA, 1994). Conjuntamente, as plântulas normais obtidas foram mantidas a 80 ° C durante 24 horas, para avaliação da massa de matéria seca das plântulas. Os valores foram expressos em mg plântula⁻¹ (NAKAGAWA, 1994).

O teste de emergência de plântulas em areia foi realizado com quatro subamostras de 25 sementes distribuídas em areia lavada e esterilizada. As sementes foram distribuídas em caixas plásticas (38x27x9cm), contendo 7 kg de areia umedecida com água esterilizada em autoclave a 120 °C, visando atingir 60% da capacidade de retenção (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem. Em conjunto, foi calculado o índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE). As avaliações foram realizadas durante 13 dias, com base em Nakagawa (1994).

Para avaliação da emergência de plântulas em casa de vegetação, as sementes foram semeadas em sacos de 10x20 cm, na profundidade de 2 cm de substrato. Durante o período,

foi realizada a irrigação. Foi considerada a porcentagem de emergência, a altura, o diâmetro do caule e o número de folhas aos 10, 20, 30 e 40 dias após a instalação do experimento.

Após a realização das determinações preliminares, as sementes foram submetidas aos ajustes das metodologias do teste de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica. Para o teste de condutividade elétrica, foram utilizadas quatro subamostras de 25 sementes previamente pesadas. Posteriormente, as sementes foram imersas em 75 ml de água destilada no interior de copos plásticos de 200 mL a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, com base em Souza et al. (2009), para sementes de mamona. As leituras foram realizadas aos 12, 24, 36 e 42 horas de embebição, utilizando o aparelho da marca Meinsberg Conductivity Meter LF 37. Os dados foram expressos em $\mu\text{s cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

Para ajuste da metodologia do teste de envelhecimento acelerado, 20 subamostras de 60 sementes foram dispostas em camada única uniforme, sobre tela de alumínio fixada em caixas plásticas tipo gerbox, contendo no fundo 40 mL de água (sistema tradicional, 100% U.R.) ou 40 mL de solução saturada a 40% de NaCl (sistema saturado, 76% de U.R.), com base em Jianhua e McDonald (1996). As caixas foram mantidas em câmara de envelhecimento sob 41°C , durante 24 e 48 horas. Após o período de exposição, as sementes foram reunidas e em seguida, submetidas aos testes de grau de umidade e de germinação, considerando a primeira e a segunda avaliação do teste.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos representados por lotes de sementes, com quatro repetições. Primeiramente com base nos resultados dos testes para verificar a homogeneidade dos erros, foi realizada a transformação em $(x+1)^{0.5}$. Nas Tabelas encontram-se os dados originais. Os dados foram submetidos à análise de variância, por período e sistema de condução (teste de envelhecimento acelerado) e por período de embebição (teste de condutividade). As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Posteriormente, foi realizada a análise de correlação linear simples entre os resultados dos testes de condutividade elétrica e envelhecimento acelerado com os de germinação e os demais testes de vigor.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas tabelas 4 e 5 estão apresentados os dados obtidos nas determinações preliminares com os cinco lotes de sementes de pinhão manso. O teste de germinação classificou os lotes de sementes em distintos níveis de potencial fisiológico (Tabela 4). Assim, foi constatada a superioridade do lote 4, a qualidade intermediária dos lotes 1, 2 e 5 e a inferioridade do lote 3. Além disso, este lote 3 apresentou maior porcentagem de plântulas anormais incluindo principalmente as deterioradas, ou seja, com sinais e sintomas de microorganismos, além de elevada porcentagem de sementes não germinadas, que incluem as mortas e duras. No entanto, para Marcos Filho (1999), o quando se emprega o teste de germinação, este não permite detectar o progresso da deterioração das sementes, apenas indica a fase final do processo. Para Maeda et al. (1985), o teste de germinação pode não discriminar lotes que apresentam diferentes níveis de deterioração porque a perda da capacidade germinativa é a última consequência do processo de deterioração das sementes. Além disso, somente as sementes do lote 2 e 4 apresentaram valores superiores a 70% (Tabela 4), que tem sido considerado como limite padrão para a comercialização de sementes de algodão. No entanto, para sementes de mamona, o mínimo exigido é 80% (BRASIL, 2005). Em sementes de pinhão manso, Dourado (2009) observou valores de germinação de sementes desta espécie entre 32,5 e 86%, provavelmente devido a variação na porcentagem de sementes duras.

Tabela 4. Dados médios, em porcentagem, de germinação, de plântulas normais na primeira contagem, de plântulas anormais (deterioradas, deformadas e totais) e de sementes não germinadas, obtidos de cinco lotes (1, 2, 3, 4 e 5) de pinhão manso.

Lotes	Germinação	Primeira contagem	Anormais deterioradas	Anormais deformadas	Anormais totais	Sementes não germinadas
(%)						
1	67ab	58ab	0b	21a	21ab	12b
2	70ab	57ab	1b	13ab	14ab	16ab
3	35c	26c	19a	15ab	34a	31a
4	76a	63a	2b	11ab	13ab	11b
5	57b	45b	5b	6b	11b	32a
C.V. (%)	5,10	6,78	48,5	24,95	26,95	21,64

* Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p > 0,5$.

O teste de vigor avaliado pela primeira contagem de germinação também indicou a superioridade do lote 4, a qualidade intermediária dos lotes 1, 2 e 5, bem como a inferioridade do lote 3 (Tabela 4). Estes resultados foram semelhantes aos apresentados pelo teste de germinação (Tabela 4).

Pelo teste de comprimento das plântulas total bem como o de massa de matéria seca de plântulas, os lotes 1, 2 e 4 apresentaram-se superiores aos demais (3 e 5) (Tabela 5). Estes resultados referentes ao lote 5 diferem do apresentado no teste de germinação e de primeira contagem (Tabela 4). Já, pelos testes de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência de plântulas em areia e pelo teste de emergência de plântulas em casa de vegetação, o lote 4 apresentou qualidade superior aos demais, bem como o lote 3 desempenho

inferior e os lotes 1, 2 e 5, qualidade intermediária (Tabela 5), à semelhança do observado no teste de germinação e de primeira contagem (Tabela 4). Todos estes testes são baseados no desempenho de plântulas, podendo os resultados variarem conforme as condições que as sementes são expostas. No entanto, Krzyzanowski et al. (1991) comentam que esses testes já vem sendo correntemente utilizados em pesquisa e em análise de rotina para algumas espécies. Para sementes de algodão, Freitas et al. (2000) verificaram que quando as condições de campo são favoráveis os resultados do teste de germinação apresentam alta relação com a emergência em campo.

Tabela 5. Dados médios de comprimento da plântula (total, de raiz primária e do hipocótilo, de massa de matéria seca de plântula, de índice de velocidade de emergência, de porcentagem de emergência de plântulas (areia e casa de vegetação), obtidos de cinco lotes (1, 2, 3, 4 e 5) de pinhão manso.

Lotes	Comprimento total (cm)	Raiz primária (cm)	Hipocótilo (cm)	Massa seca (g)	IVE	Emergência Areia (%)	Emergência Casa de Vegetação (%)
1	11,51a	4,84b	6,68a	1,26a	4,14b	67b	55c
2	15,80a	8,75a	7,05a	1,51a	3,21bc	62b	65b
3	4,51b	2,25c	2,26bc	0,42b	2,60c	59c	45d
4	9,87a	4,20b	5,67ab	1,16a	5,10a	90a	85a
5	4,38b	2,24c	2,14c	0,43b	4,24b	77b	55c
C.V. (%)	12,44	8,58	15,76	7,02	5,64	7,84	2,46

* Médias seguidas da mesma, não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p > 0,5$.

Quando foi realizado o experimento visando ajustar a metodologia do teste de condutividade elétrica (Tabela 6), foi constatado que quando as sementes foram embebidas durante 12 horas, as sementes do lote 2 apresentaram qualidade superior as dos lotes 4 e 5, embora não tenha diferido das dos lotes 1 e 3. No entanto, durante 24, 36 e 42 horas, pode-se constatar que os lotes 1, 2, 3 e 4 apresentaram comportamento semelhante entre si e superior ao lote 5, que apresentava maior lixiviação de exsudados. Além disso, após 36 horas, foi constatada tendência de redução de lixiviados na solução de embebição das sementes do lote 4. Para mamona, o teste de condutividade elétrica, após seis horas, se mostrou eficiente em detectar diferenças de qualidade fisiológica entre lotes de sementes. No entanto, após outros períodos de avaliação (12, 18 e 24 horas), houve dificuldade na classificação da dos lotes por este teste (SOUZA et al., 2009). Além disso, neste trabalho, o teor de água inicial das sementes foi menor que 10 %, e de acordo com Dourado (2009), valores menores que 10% ou maiores que 17% contribuem para que as diferenças significativas entre genótipos não sejam detectadas por este teste. Estes resultados também foram constatados para sementes de soja (VIEIRA et al., 2002).

Quando foi realizado o experimento visando ajustar a metodologia do teste de envelhecimento acelerado (Tabela 7), foi constatado que pelo sistema tradicional, após 24 horas de exposição, tanto na interpretação realizada aos sete como aos 14 dias, que os lotes 4 e 5 foram superiores aos demais. No entanto, após 48 horas e avaliação aos sete dias, foi verificada a superioridade do lote 4, embora os valores não tenham sido diferente dos lotes 1

e 2, bem como a inferioridade do lote 5 e o nível intermediário do lote 3 (Tabela 7). Estes resultados referentes ao lote 5 foram semelhantes ao teste de comprimento de plântula e massa de matéria seca (Tabela 5). Já, aos 14 dias, o teste indicou o lote 4 como superior, embora não tenha diferido dos lotes 1 e 2, a inferioridade do lote 3 e o nível intermediário do lote 5. Estes resultados foram semelhantes aos observados pelos testes de germinação, de primeira contagem (Tabela 4), de índice de velocidade de emergência e de emergência de plântulas em areia e casa de vegetação, conduzidos preliminarmente (Tabela 5). No entanto, em amendoim, Rossetto et al. (2001) verificaram que não houve diferenças entre a primeira e a segunda interpretação dos dados no teste de envelhecimento acelerado, de forma que houve a classificação da qualidade fisiológica dos lotes. Além disso, na tabela 7 foi constatado que em relação ao grau de umidade das sementes após 48 horas de exposição ao envelhecimento, este esteve entre 17,9 e 19,3%. De acordo com Marcos Filho (1999) somente valores acima de 3 a 4% no teor de água das amostras de sementes comprometem os resultados deste teste, uma vez que condicionam variação na velocidade de umedecimento durante o envelhecimento e, conseqüentemente diferenças na velocidade de deterioração. Em pinhão manso, Dourado (2009) observou grau de umidade das sementes entre 23,4 e 24,0% em sistema tradicional após 72 horas, sendo que este teste também tenha permitido a classificação dos diferentes genótipos.

Tabela 6. Dados médios de condutividade elétrica, em $\mu\text{s. cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$, obtidos de cinco lotes (1, 2, 3, 4 e 5) de pinhão manso. Avaliação após 12, 24, 36 e 42 horas de embebição.

Lotes	12h	24h	36h	42h
1	1,39bc	1,40b	1,45b	1,48b
2	1,35c	1,39b	1,47b	1,45b
3	1,38bc	1,42b	1,46b	1,47b
4	1,40b	1,41b	1,44b	1,47b
5	1,48a	1,49a	1,50a	1,63a
C.V. (%)	1,46	1,26	0,81	2,65

* Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p > 0,5$.

Pelo sistema saturado, após 24 horas de exposição, foi constatada a superioridade dos lotes 1, 2, 4 e 5 na interpretação aos sete dias e a dos lotes 2, 4 e 5, aos 14 dias (Tabela 7). No entanto, após 48 horas de exposição, tanto na interpretação realizada aos sete como aos 14 dias, foi verificada a superioridade do lote 4, a qualidade intermediária dos lotes 1, 2 e 5 e a inferioridade do lote 3 (Tabela 7). No entanto, nota-se um comportamento superior do lote 5 em relação aos lotes 1 e 2. Estes resultados podem estar relacionados às condições de menor absorção de água que podem ter promovido sincronização do processo germinativo das sementes, principalmente do lote 5, com maior proporção de sementes em distintos níveis de deterioração, como constatado pelo teste de condutividade elétrica, que demonstrava maior exsudação de lixiviados (Tabela 6). Marcos Filho (2005) relata que o controle de absorção de água permite a sincronização do processo germinativo. O teor de água atingido pelas sementes após a exposição à câmara de envelhecimento foi em torno de 8,5%, ou seja, valores inferiores e mais estáveis aos constatados pelas sementes que não foram expostas a solução salina (Tabela 7). Para Marcos Filho (1999), este menor teor de água causa prejuízos menores na germinação quando comparado ao uso do método que não emprega a solução salina indicando menor taxa de deterioração sob esta condição.

Tabela 7. Dados médios, em porcentagem, de plântulas normais após sete e 14 dias de instalação do teste de germinação, e de grau de umidade, obtidos de cinco lotes (1, 2, 3, 4 e 5) de pinhão manso, após terem sido submetidos ao envelhecimento acelerado por 24 e 48 horas de exposição sob sistema tradicional e saturado.

Lotes	Sistema	Sistema	Sistema	Sistema
	tradicional/24horas	tradicional/48horas	saturado/24horas	saturado/48horas
Avaliação aos sete dias				
1	45b	51a	47a	46bc
2	49b	47ab	55a	46bc
3	47b	32bc	30b	36c
4	72a	59a	63a	67a
5	70a	25c	61a	59ab
C.V. (%)	5,65	9,69	7,81	7,66
Avaliação aos 14 dias				
1	58b	56ab	59b	53c
2	62b	55ab	80a	61bc
3	61b	37b	32c	41d
4	78a	67a	78a	77a
5	77a	46ab	74a	69ab
C.V. (%)	4,23	9,17	5,08	4,01
Grau de umidade (%)				
1	15,5	19,3	8,0	8,8
2	14,9	18,2	8,9	8,8
3	15,8	18,3	8,1	8,7
4	16,6	18,3	8,9	8,9
5	15,8	17,9	9,1	7,8

* Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p > 0,5$.

Além disso, esta classificação dos lotes pelo teste sob sistema saturado após 48 horas (Tabela 7), foi semelhante a dos testes de germinação, de primeira contagem, de emergência de plântulas em areia e casa de vegetação e de índice de velocidade de emergência, conduzidos preliminarmente (Tabelas 4 e 5), bem como o teste de envelhecimento pelo sistema tradicional, após 48 horas por 14 dias (Tabela 7). No entanto, não houve essa mesma relação com os resultados de condutividade elétrica (Tabela 6). Deve-se considerar que os testes utilizados avaliam diferentes aspectos do comportamento das sementes, consequentemente um mesmo lote pode exibir reações variáveis diante de diferentes exposições. Assim apesar da existência de um número razoável de testes para a avaliação do vigor das sementes, há necessidade de intensificação dos estudos sobre estes testes. De acordo com Marcos Filho (1999) os testes de vigor devem ser escolhidos de maneira a tender os objetivos específicos, completando as informações obtidas no teste de germinação.

Tabela 8. Coeficientes de correlação simples entre os resultados de envelhecimento acelerado (EA) (sete e quatorze dias) para os sistemas tradicional (1) e saturado (2), por 24 e 48 horas e de condutividade elétrica (CE) para 12, 24, 36 e 48 horas, com os testes de germinação e demais testes de vigor: PC (primeira contagem), CT (comprimento total de plântulas), RP (comprimento de raiz primária), HIP (comprimento do hipocótilo), MS (massa de matéria seca), IVE (índice de velocidade de emergência), % E (emergência de plântulas em areia), % E-CV (emergência de plântulas em casa de vegetação).

	Envelhecimento Acelerado					
	Sete dias				Quatorze dias	
	1/24horas	1/48	2/24	2/48	1/24	1/48
PC	0,240 ^{ns}	0,657**	0,640**	0,468*	0,180 ^{ns}	0,698**
G	0,327 ^{ns}	0,578**	0,664**	0,611**	0,318 ^{ns}	0,654**
CT	-0,264 ^{ns}	0,719**	0,177 ^{ns}	0,039 ^{ns}	-0,270 ^{ns}	0,589**
RP	-0,293 ^{ns}	0,495*	0,185 ^{ns}	-0,052 ^{ns}	-0,290 ^{ns}	0,402*
HIP	-0,202 ^{ns}	0,828**	0,146 ^{ns}	0,117 ^{ns}	-0,216 ^{ns}	0,681**
MS	-0,193 ^{ns}	0,755**	0,282 ^{ns}	0,110 ^{ns}	-0,211 ^{ns}	0,592**
IVE	0,602**	0,341 ^{ns}	0,668**	0,714**	0,540**	0,516*
% E	0,618**	0,214 ^{ns}	0,629**	0,622**	0,564**	0,406*
% E- CV	0,554**	0,634**	0,639**	0,683**	0,534**	0,700**
CE 12	0,573**	-0,395*	0,274 ^{ns}	0,342 ^{ns}	0,491*	-0,085 ^{ns}
CE 24	0,454*	-0,572**	0,189 ^{ns}	0,285 ^{ns}	0,464*	-0,255 ^{ns}
CE 36	0,163 ^{ns}	-0,723**	0,119 ^{ns}	-0,083 ^{ns}	0,142 ^{ns}	-0,439*
CE 42	0,414*	-0,527**	0,273 ^{ns}	0,209 ^{ns}	0,314 ^{ns}	-0,249 ^{ns}

	Envelhecimento Acele- rado		Condutividade elétrica			
	Quatorze dias		(horas)			
	2/24	2/48	12	24	36	42
PC	0,704**	0,576**	-0,131 ^{ns}	-0,288 ^{ns}	-0,408*	-0,195 ^{ns}
G	0,734**	0,697**	-0,148 ^{ns}	-0,234 ^{ns}	-0,354 ^{ns}	-0,197 ^{ns}
CT	0,492*	0,188 ^{ns}	-0,489*	-0,671**	-0,392*	-0,505*
RP	0,501*	0,147 ^{ns}	-0,539**	-0,646**	-0,242 ^{ns}	-0,484*
HIP	0,418*	0,201 ^{ns}	-0,377 ^{ns}	-0,605**	-0,478*	-0,456*
MS	0,510*	0,234 ^{ns}	-0,442*	-0,639**	-0,425*	-0,477*
IVE	0,601**	0,699**	0,374 ^{ns}	0,142 ^{ns}	-0,059 ^{ns}	0,245 ^{ns}
% E	0,520**	0,620**	0,350 ^{ns}	0,177 ^{ns}	0,025 ^{ns}	0,262 ^{ns}
% E- CV	0,684**	0,796**	-0,105 ^{ns}	-0,201 ^{ns}	-0,436*	-0,223 ^{ns}
CE 12	0,179 ^{ns}	0,331 ^{ns}	-	0,698**	0,632**	0,808**
CE 24	0,036 ^{ns}	0,274 ^{ns}	-	-	0,595**	0,781**
CE 36	0,104 ^{ns}	-0,019 ^{ns}	-	-	-	0,752**
CE 42	0,198 ^{ns}	0,261 ^{ns}	-	-	-	-

^{ns}Não-significativo. * e **Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente.

Quando foi realizada a análise de correlação simples, foi constatado que os resultados obtidos no teste de envelhecimento acelerado, empregando o sistema tradicional, após 48 horas e interpretação aos sete dias, correlacionaram com todos os testes, exceto índice de

velocidade de emergência e porcentagem em areia (Tabela 8). Já, aos 14 dias, os resultados correlacionaram com todos os resultados dos testes de vigor de laboratório, exceto os de condutividade elétrica aos 12, 24 e 42 horas (Tabela 8). Estes resultados ratificam os observados nas Tabelas 4, 5, 6, e 7. Ávila et al. (2005) e Tekrony e Egli (1977) e Albuquerque et al (2001), avaliando o vigor de sementes de canola, soja e girassol, respectivamente, relataram que houve correlação significativa entre o teste de envelhecimento acelerado tradicional e a emergência de plântulas no campo.

Na tabela 8, também foi constatado que quando foi realizado o sistema saturado durante 48 horas, na interpretação aos sete e aos 14 dias, os resultados correlacionaram com todos os testes, exceto os de comprimento e massa de matéria seca de plântulas e os de condutividade elétrica. Já, os resultados do teste de condutividade elétrica após 36 horas de embebição correlacionaram-se com todos os outros testes, exceto germinação, índice de velocidade de emergência e emergência de plântulas em areia. No entanto, Ávila et al (2005) observaram correlação significativa entre o teste de condutividade elétrica com o teste de emergência de plântulas em campo, para sementes de canola e girassol, respectivamente.

Assim, estes resultados que mostram a tendência de variação comparáveis entre si, contribuem para a obtenção de informações que visem à tomada de decisões quanto à seleção dos lotes. Além disso, estes resultados da análise de correlação devem ser interpretados em conjunto com os obtidos com a utilização dos testes de vigor. Estes comentários também foram feitos por Braz e Rossetto (2009) para sementes de girassol.

3.6 CONCLUSÕES

1. Os testes de envelhecimento acelerado e de condutividade elétrica, realizados em conjunto na rotina, possibilitam a classificação de lotes de sementes de pinhão manso.
2. O teste de envelhecimento acelerado durante 48 horas pelo sistema saturado correlaciona com os testes de germinação, primeira contagem, índice de velocidade de emergência, emergência de plântulas em areia e casa de vegetação.
3. O teste de condutividade elétrica durante 36 horas correlaciona com os testes de envelhecimento acelerado (tradicional/48horas/14dias), primeira contagem e comprimento e massa de matéria seca.

3.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, M.C. de F.; MORO, F. V.; FAGIOLI, M.; RIBEIRO, M. C. Testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.1-8, 2001.
- ÁVILA M.R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; MARTORELLI, D. T.; ALBRECHT, L. P. Testes de laboratório em sementes de canola e a correlação com a emergência das plântulas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.27, n.1, p.62-76, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Instrução normativa n. 25**, 2005b. Disponível em: <www.saeb.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/padroesmamona.pdf> Acesso em: 06 outubro 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Instrução normativa n. 4**, 2008. Disponível em: <www.dou.gov.br> Acesso em: 06 outubro 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- BRAZ, M.R.S.; ROSSETTO, C.A.V. Correlação entre testes para avaliação da qualidade de sementes de girassol e emergência das plântulas em campo. **Ciência Rural**, v.39, n.7, p.2004-2009, 2009.
- DOURADO, F.W.N. **Avaliação da qualidade de sementes e plântulas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. 2009. 112f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.
- DUTRA, A. S.; VIEIRA, R. D. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. **Ciência Rural**, v.34, n.3, p.715-721, 2004.
- FREITAS, R.A. de; DIAS, D. C. F. dos S.; REIS, M. S.; CECON, P. R. Correlação entre testes para avaliação da qualidade de sementes de algodão e a emergência das plântulas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n.1, p.97-103, 2000.
- JIANHUA, Z.; MC DONALD, M. B. The saturated salt accelerated aging test for small seeds crops. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.25, n.1, p.123-131, 1996.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo Abrates**, Brasília, v.1, n.2, p.15-59, 1991.
- LOPES F. F. M.; BELTRÃO, N. E. M.; LOPES NETO, J. P. Crescimento inicial de genótipos de mamoneira com sementes submetidas ao envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.12, n.2, p.69-79, 2008.

MAEDA, J.A.; RAZERA, L. F.; UNGARO, M. R. G. Sementes de girassol: Observações preliminares sobre o teste de envelhecimento rápido. **Bragantia**, Campinas, v.44, n.1, p.417-420, 1985.

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

MARCOS FILHO, J. Testes de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; NETO, J. B. F. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, cap III, p.1-21, 1999.

MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A. D. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Testes de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de soja. **Scientia Agrícola**, v.58, n.2, p. 421-426, 2001.

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

MIGUEL, M.H.; CARVALHO, M. V.; BECKERT, O. P.; MARCOS FILHO, J. Teste de frio para avaliação do potencial fisiológico de sementes de algodão. **Scientia Agrícola**, v.58, n.4, p. 741-746, 2001.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p.49-85 1994.

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

ROSSETTO, C.A.V.; BASSIN, C.A.; CARMO, M.G.F.; NAKAGAWA, J. Tratamento fungicida, incidência de fungos e momento de avaliação da germinação no teste de envelhecimento acelerado em sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2, p.78-87, 2001.

ROSSETTO, C.A.V.; LIMA, T. M.; GUIMARÃES, E. C. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em semente de amendoim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.8, p.795-801, 2004.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 44 – 78, 2005.

SOUZA, L. A.; CARVALHO, M. L. M.; KATAOKA, V. Y.; OLIVEIRA, J. A. Teste de condutividade elétrica para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n.1, p.60-67, 2009.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship between laboratory indices of soybean seed vigor and field emergence. **Crop Science**, Madison, v.17, n.4, p.573-577, 1977.

TOMES, L.J.; TKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Factors influencing the tray accelerated aging test for soybean seed. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.12, n.1, p. 24-36, 1988.

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

4 CAPÍTULO III

ABSORÇÃO DE ÁGUA E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE PINHÃO MANSO

4.1 RESUMO

O controle da absorção de água é a base dos tratamentos pré-semeadura denominados de condicionamento fisiológico, que visam favorecer a qualidade fisiológica das sementes e, conseqüentemente, o estabelecimento das plântulas. O objetivo desse trabalho foi determinar o comportamento de embebição das sementes e avaliar o efeito da pré-hidratação na germinação e no vigor de sementes de pinhão manso. Para isto, foram realizados três experimentos, utilizando-se cinco lotes de sementes de pinhão manso. No primeiro experimento, foi estabelecida a marcha de absorção de água das sementes. Por lote, as sementes foram imersas em água destilada (8mL g^{-1}) a 20°C , em sistema aerado, durante 24, 48, 96, 144 e 192 horas. No segundo experimento, as sementes de cada lote foram imersas em água destilada (8mL g^{-1}), secas a 32°C até atingir teor de água inicial e submetidas aos testes de germinação e de vigor. No terceiro experimento, as sementes de cada lote foram distribuídas em substrato comercial e mantidas em casa de vegetação. As sementes com teores próximos a 50% de água apresentam emissão de raiz primária após 192 horas de embebição. A pré-hidratação promove a sincronização do processo de germinação e favorece principalmente o vigor das sementes. Em condições de casa de vegetação, a pré-hidratação das sementes favorece a sobrevivência das plantas e estas apresentam aumento do número de folhas aos 20 e 30 dias após a instalação.

Palavras-chave: *jatropha curcas*, germinação, vigor, condicionamento fisiológico

4.2 ABSTRACT

The hydration control is the basis of pre-sowing treatments denominated the priming and can promote the quality of the seeds and consequently the establishment of seedlings. The aim of this study was to determine the *Jatropha* seeds soaked and evaluate the effect of hydration by immersion in water followed drying on the germination and vigor of *Jatropha*. For this, experiments were carried out using five *Jatropha* seeds lots. In the first experiment was established to uptake of water. For lots, the seeds were immersed in distilled water (8mL g^{-1}) at $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ in an aerated system, for 24, 48, 96, 144 and 192 hours. In the second experiment, the seeds of each lot were immersed in distilled water (8mL g^{-1}) followed drying at $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ until moisture content and tested for germination and vigor. In the third experiment, seeds of each lot were distributed in substrate and kept in a greenhouse. The seeds with 50% of water content have primary root emission after 192 hours of soaking. The seeds pre-hydration promotes synchronization of the germination process and favors seeds vigor. Under greenhouse conditions, the pre-hydration promotes the survival of plants and these have increased the number of leaves at 20 and 30 days after installation.

Key-words: *Jatropha curcas*, germination, vigor, priming

4.3 INTRODUÇÃO

O pinhão manso (*Jatropha curcas*) tem demonstrado potencial como matéria prima destinada à produção de biodiesel. Para o estabelecimento das plantas no campo são necessárias sementes vigorosas, capazes de germinar rápida e uniformemente (SATURNINO et al., 2005). Para isto, vem sendo aplicados vários tratamentos pré-semeadura denominados de condicionamento fisiológico (MARCOS FILHO, 2005). Dentre eles, a técnica de hidratação seguida por desidratação e armazenamento tem mostrado resultados satisfatórios com várias espécies (BRAZ e ROSSETTO, 2008). Para Harris et al. (2001), quando se usa apenas a água para o umedecimento, esta técnica apresenta vantagens de ser mais simples, barata e por não envolver reagentes ou equipamentos sofisticados. Além disso, esta técnica regula a embebição de água em função do período que as sementes se mantêm em contato com a água e do potencial hídrico do substrato. Assim, os benefícios observados têm sido atribuídos ao estímulo e a reparação enzimática das membranas celulares, adaptação das plantas às condições de estresses climáticos, bem como a eliminação ou superação de dormência das sementes (SANCHEZ et al., 2001).

Em oleaginosas, em condições de campo Hussain et al. (2006) verificaram que a imersão de sementes de girassol durante 24 horas a 27 °C seguida de secagem promoveu aumento na velocidade de emergência das plântulas. Também para soja, a imersão em água durante 12 horas a 25 °C, seguida de secagem, assim como com a imersão com a adição de auxina e giberelina favoreceram a emergência de plântulas e o comprimento das folhas (BEJANDI et al., 2009). Quanto a avaliação da germinação, Fujikura et al. (1993) constataram que em sementes de girassol, a imersão em água por cinco horas a 23 °C seguida de secagem a 20 °C favoreceu a porcentagem de plântulas normais a 20 e 30 °C. Também, em algodão, a imersão em água durante 15 horas seguida de secagem proporcionou aumento da germinação, tanto quanto a imersão em soluções com -1,2MPa (RIBEIRO et al., 2002). Além disso, em outras espécies também tem sido encontrados resultados favoráveis desta técnica na germinação (BRAZ e ROSSETTO, 2008) e no período médio de germinação de sementes envelhecidas (THORNTON e POWELL, 1995).

Outro aspecto a abordar visando ajustar a metodologia para a aplicação do tratamento pré-germinativo é o estudo do comportamento da embebição e da fase inicial da germinação. Para Bewley e Black (1994), a embebição segue um padrão trifásico, onde a fase I é um processo físico que pode ser completada em 1 a 2 horas, independente da qualidade fisiológica, da viabilidade e da dormência, exceto por impermeabilidade do tegumento. Na fase II, as sementes praticamente não absorvem água e ocorre transporte dos compostos provenientes da conversão das reservas. No início da fase III ocorre outro aumento da taxa de absorção de água e a emissão da raiz primária. Assim, este padrão trifásico de absorção de água foi observado em sementes de algumas oleaginosas, tais como para soja (ROSSETTO et al., 1997), mamona (SOUZA et al., 2008) e girassol (BARROS, 2008).

Dentro do contexto, o objetivo desse trabalho foi determinar o comportamento de embebição de sementes e avaliar o efeito da pré-hidratação na germinação e no vigor de sementes de pinhão manso.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados quatro lotes de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas*), colhidos em janeiro de 2008 e provenientes de cultivo comercial da empresa NNE Minas (lotes 1, 2 3 e 4) e um lote proveniente da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (lote 5). Após o recebimento, que ocorreu seis meses após a colheita, as sementes dos cinco lotes apresentavam teor inicial de água em torno de 6,7 a 7,7 % e massa média de 1000 sementes variando entre 680,38 e 730,29g. Além disso, mais de 90% das sementes dos cinco lotes permaneceram retidas nas peneiras de crivo circular com diâmetro de 11/64” e 10/64”.

No primeiro experimento, visando a obtenção da marcha de absorção de água pelas sementes e a determinação do período de imersão destas em água para o emprego do tratamento pré-semeadura, foi empregado o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial duplo (cinco lotes x cinco períodos de embebição). Para isto, por lote, quatro subamostras de 25 sementes (aproximadamente 13,0 gramas), previamente pesadas, foram imersas água destilada (8 mL g⁻¹), em sistema aerado, sob 20 °C, em ausência de luz, com base em Braz e Rossetto (2008). A avaliação da absorção de água pelas sementes, realizada separadamente por lote, foi efetuada através da pesagem. Para tanto, as sementes foram retiradas do germinador, após 24, 48, 96, 144 e 192 horas até que fosse observada a emissão da raiz primária. Em cada avaliação, foi realizado o cálculo do teor de água através de dois métodos. Para o método A, foi considerada a porcentagem total de água na semente, usando o teor inicial de água. O cálculo foi realizado através da diferença entre 100% e o valor da porcentagem de massa de matéria seca das sementes, ou seja: $TA = 100 - (\text{massa da matéria seca} \times 100 / \text{massa final da semente embebida})$. No método B, foi considerada a porcentagem de água absorvida pela semente, usando no período inicial, o teor de água igual a zero. O cálculo foi realizado da seguinte forma: $TA = \text{massa final} - \text{massa inicial} / \text{massa inicial} \times 100$. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Para avaliação do efeito do condicionamento fisiológico, pela técnica da pré-hidratação por imersão em água, na qualidade fisiológica das sementes, foi instalado o segundo experimento empregando o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial duplo (cinco lotes x dois tratamentos de pré-hidratação), com quatro repetições. Para isto, por lote, quatro subamostras de 25 sementes foram ou não pré-hidratadas através da imersão em água destilada (0,0 MPa), em sistema aerado, sob 20 °C, em ausência de luz. O período foi pré-determinado com base na marcha de absorção de água pelas sementes dos cinco lotes submetidas à imersão (primeiro experimento). Assim, as sementes foram imersas em água durante 144 horas. Após este período, estas sementes foram secas em estufa com circulação de ar forçada a 32 °C até que estas atingissem o teor de água próximo ao inicial e, posteriormente, submetidas à determinação do grau de umidade e a avaliação da qualidade fisiológica.

O teste de grau de umidade foi realizado pelo método de estufa a 105 °C ± 3 por 24 horas, com quatro subamostras de 25 sementes, por lote, com base para mamona (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos por porcentagem.

O teste de germinação foi conduzido com quatro subamostras de 25 sementes, por lote, distribuídas em rolos de papel germitest, umedecidos com solução água destilada, na proporção de 2,5 vezes a sua massa seca e mantidas a 30 °C na ausência de luz. As avaliações foram efetuadas aos sete e 14 dias. Para plântulas normais, foram consideradas as sadias e bem desenvolvidas (BRASIL, 1992)). Já, para anormais, foram consideradas aquelas pouco desenvolvidas (deformadas) ou apresentando deterioração total ou parcial de estruturas (deterioradas). Para sementes não germinadas, foram consideradas as mortas e as duras. Os

resultados foram expressos em porcentagem. Em conjunto com o teste de germinação, foi considerada a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem (NAKAGAWA, 1994). Os resultados foram expressos em porcentagem.

O teste de comprimento de plântulas foi realizado com quatro subamostras de 10 sementes, por lote. A condução do teste foi feita de acordo com o teste de germinação. Após 14 dias, foi feita a avaliação do comprimento da plântula (total, da raiz primária e do hipocótilo). Os resultados foram expressos em cm plântula⁻¹ (NAKAGAWA, 1994). Conjuntamente, as plântulas normais obtidas foram mantidas a 80 °C durante 24 horas. Os valores foram expressos em mg plântula⁻¹ (NAKAGAWA, 1994).

O teste de emergência de plântulas em areia foi realizado com quatro subamostras de 25 sementes, por lote, que foram distribuídas em areia lavada e esterilizada em caixas plásticas contendo 7 kg de areia esterilizada em autoclave a 120°C e umedecida com água destilada na proporção recomendada em Brasil (1992). Os resultados foram expressos em porcentagem. Em conjunto, foi calculado o índice de velocidade de emergência (IVE). As avaliações foram realizadas durante 13 dias, com base em Nakagawa (1994).

No terceiro experimento, as sementes foram instaladas em sacos plásticos (10x20) contendo substrato comercial e mantidas em casa de vegetação. Foi avaliada a porcentagem de sobrevivência, a altura, número de folhas e o diâmetro do caule das plantas, aos 10, 20, 30 e 40 dias após a instalação.

Primeiramente, foram realizados os testes de Lilliefors e de Cochran e Bartley, com base nos resultados destes testes não foi necessária a transformação dos dados. Posteriormente, foram realizadas as análises de variância. Nas variáveis quantitativas, as médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p=0,05$). Na variável quantitativa, foi realizada a análise de regressão.

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 2 encontram-se as marchas de absorção de água das sementes de cinco lotes de pinhão manso. Observa-se que houve intensa absorção de água das sementes dos cinco lotes até 24 horas de imersão em água destilada. Contudo, foi possível constatar que tanto a velocidade de embebição quanto o grau de umidade atingido pelo lote 5 foi bem menor do que pelos demais, demonstrando que houve uma restrição a absorção de água. Estes resultados podem estar relacionados às características deste lote, que apresentou elevada porcentagem de sementes não germinadas (Tabela 9). A velocidade de absorção de água é condicionada por vários fatores. Sementes pequenas que apresentam menor área de contato como o substrato (LEDEUNFF, 1989), com menor permeabilidade do tegumento (CALERO et al., 1981), com menor conteúdo de água (VERTUCCI e LEOPOLD, 1983; MARCOS FILHO, 2005) e com menor desempenho fisiológico (VERTUCCI e LEOPOLD, 1983) absorvem mais lentamente água. Além disso, em Euforbiáceas, foi constatada maior porcentagem de sementes duras nas sementes menores (NAKAGAWA et al., 1992) e variação na porcentagem de sementes duras conforme o lote (DOURADO, 2009).

Pela figura 2, também foi constatado que após 192 horas de embebição, as sementes dos lotes 2 e 4 apresentaram os maiores teores de água em relação aos demais, ou seja, respectivamente 46,0% e 47,8% de água na semente de (método A) ou 71,7% e 78,4% de água absorvida pela semente (método B). Além disso, cerca de 6% e 23% das sementes dos lotes 2 e 4 apresentaram emissão de raiz primária, respectivamente e, as sementes dos outros lotes, não emitiram a raiz primária. Assim, o comportamento da embebição das sementes de pinhão manso neste trabalho está de acordo com o padrão estabelecido por Bewley e Black (1994), onde a emissão da raiz primária caracteriza o início da fase III.

Além disso, após 144 horas de embebição, as sementes dos cinco lotes atingiram em média 46,2 % de água nas sementes (método A) ou 71,9 % de água absorvido pela semente (método B). Este resultado foi selecionado como parâmetro para escolha do período de embebição durante a pré-hidratação. De acordo com Caseiro et al. (2004), a determinação do grau de umidade da semente pode ser considerada como importante parâmetro na escolha do melhor procedimento para a realização do condicionamento fisiológico, já que esta técnica deve ser realizada através do controle da absorção de água na fase II, proposta por Bewley e Black (1994). Apesar de ter utilizado neste trabalho duas formulas de calcular o teor de água na semente para facilitar comparação com outros trabalhos, a metodologia B se mostra mais interessante por expressar a porcentagem real de água na semente, além de ser mais comum sua utilização na área de tecnologia de sementes.

Pela tabela 9, foi constatado que houve interação significativa entre lotes e tratamentos de pré-hidratação para germinação, porcentagem de plântulas normais na primeira contagem e para sementes não germinadas de pinhão manso. Assim, as sementes dos lotes 2, 3 4 e 5 quando foram submetidas à pré-hidratação, através da imersão das sementes em água (0,0MPa), apresentaram maior germinação do que as não pré-hidratadas (Tabela 9). Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Ribeiro et al. (2002) e Fujikura et al. (1993), que constataram efeito favorável da imersão em água seguida de secagem na germinação de sementes de algodão e girassol, respectivamente. Já, para o lote 1 não houve diferenças significativas entre os tratamentos de pré-hidratação para germinação, bem como aumento da porcentagem de sementes não germinadas, após a pré-hidratação (Tabela 9).

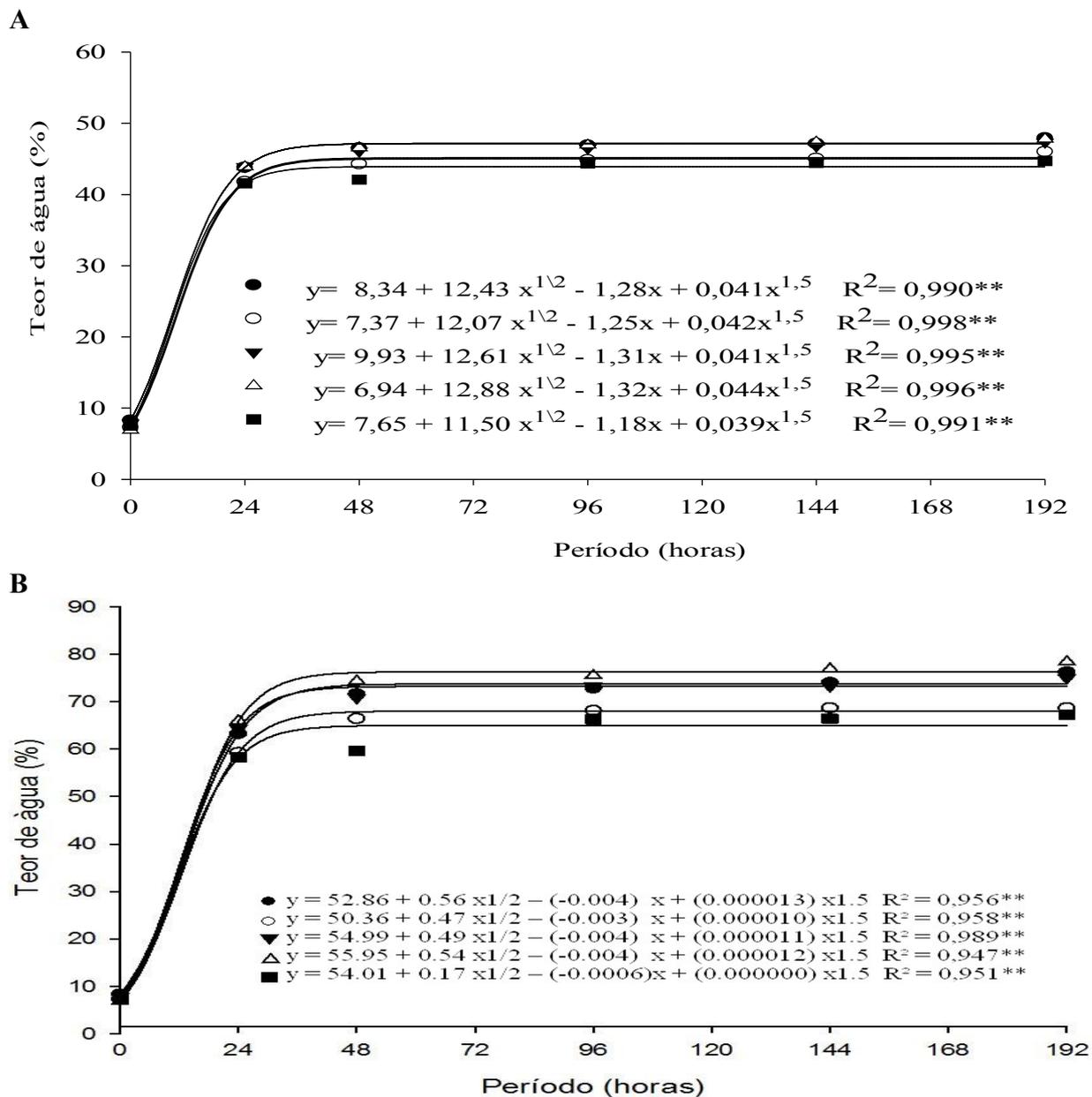


Figura 2: Dados médios, em porcentagem, de água absorvida pelas sementes de cinco lotes (1 (●), 2 (○), 3 (▼), 4 (△) e 5 (■) de pinhão manso, obtidos após terem sido imersas em água a 20 °C, durante 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168 e 192 horas de embebição. Método A, foi considerada a porcentagem total de água na semente, e método B, foi considerada a porcentagem de água absorvida pela semente.

Além disso, na tabela 9, pode-se constatar que as sementes, independente do lote, após terem sido submetidas pré-hidratação apresentaram menor porcentagem de plântulas anormais (totais e deformadas) do que as que não foram pré-hidratadas. Assim, provavelmente as plântulas que se apresentavam com menor desenvolvimento foram favorecidas pela técnica de condicionamento fisiológico e conseguiram completar o seu crescimento, permitindo a classificação de acordo com o padrão de plântulas normais (BRASIL, 1992). Para Bailly et al. (2002), o efeito favorável do condicionamento provavelmente está relacionado à ativação

prévia da atividade metabólica, através do estímulo da atividade das enzimas removedoras de radicais livres como glutatona redutase e catalase, que favorece o processo germinativo.

Tabela 9. Dados médios, em porcentagem, de plântulas normais na primeira contagem de germinação, de plântulas anormais (deformadas, deterioradas, totais) e de sementes não germinadas, obtidos de cinco lotes (1, 2, 3, 4, e 5) de sementes de pinhão manso após terem sido ou não submetidas à técnica de pré-hidratação por imersão em água.

Lotes	Sem pré-hidratação	Com pré-hidratação	Médias	Sem pré-hidratação	Com pré-hidratação	Médias
	Primeira Contagem (%)			Germinação (%)		
1	58Aa*	61Ac	60	67Aab	65Ac	66
2	57Bab	74Ab	66	70Ba	81Ab	76
3	26Bc	40Ad	33	35Bd	48Ad	42
4	63Ba	94Aa	79	76Ba	94Aa	85
5	45Bb	59Ac	52	57Ac	64Ac	61
Médias	50	66	58	61	70	66
C.V.(%)	10,56			8,88		
	Plântulas anormais deterioradas (%)			Plântulas anormais deformadas (%)		
1	0	1	1	21	8	15
2	1	0	1	13	4	9
3	19	17	18	15	8	12
4	2	6	4	11	0	6
5	5	1	3	6	7	7
Médias	5A	5A	5	13A	5B	9
C.V.(%)	53,82			32,10		
	Plântulas anormais totais (%)			Sementes não germinadas (%)		
1	21	9	15b	12Bb	26Aa	19
2	14	4	9b	16Ab	15Aa	16
3	34	25	30a	31Aa	27Aa	29
4	13	6	10b	11Ab	0Bb	6
5	11	8	10b	32Aa	28Aa	30
Médias	19A	10B	15	20	19	20
C.V.(%)	27,66			17,39		

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (com e sem pré-hidratação) e minúscula na coluna (para lotes), não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p > 0,5$.

Quando foram analisadas as respostas dos lotes em cada tratamento, foi constatado que na ausência do tratamento de pré-hidratação, os lotes 2 e 4 apresentaram maior porcentagem de germinação, embora estes valores não tenham diferido do apresentado pelo lote 1 (Tabela 9). Na presença do tratamento de pré-hidratação, somente o lote 4 apresentou maior valor de germinação e menor porcentagem de sementes não germinadas do que os demais (Tabela 9). Estes resultados estão de acordo com o apresentado na figura 2, onde as sementes dos lotes 2 e 4 apresentaram maior teor de água no início da fase III proposta por Bewley e Black (1994) após 192 horas de embebição. De acordo com Marcos Filho (2005),

com o decorrer do processo, as sementes com potencial fisiológico superior exigem maior quantidade de água para a continuidade do metabolismo. Além disso, o lote 4 assim como o lote 2 apresentou mais de 80% de germinação (Tabela 9). Em oleaginosas, valores maiores que 70% têm sido considerados para a comercialização de sementes, tais como de girassol e algodão. No entanto, para mamona, o valor é superior a 80% (BRASIL, 2005).

Tabela 10. Dados médios de comprimento de plântulas (total, da raiz primária e do hipocótilo), de índice de velocidade de emergência e de emergência de plântulas, obtidos de cinco lotes (1, 2, 3, 4 e 5) de sementes pinhão manso após terem sido ou não submetidas à técnica de pré-hidratação por imersão em água.

Lotes	Sem pré-hidratação	Com pré-hidratação	Médias	Sem pré-hidratação	Com pré-hidratação	Médias
			Comprimento total (cm)		Raiz primária (cm)	
1	11,51	15,85	13,68a	4,84	8,58	6,71ab
2	15,80	18,34	17,07a	8,75	9,01	8,88a
3	4,51	10,05	7,28b	2,25	5,25	3,75c
4	9,87	16,23	13,04a	4,20	7,90	6,05b
5	4,38	8,77	6,57b	2,24	4,61	3,42c
Médias	9,21B	13,84A		4,45B	7,07A	
C.V.(%)	13,13			11,27		
Hipocótilo (cm)			Massa seca (g)			
1	6,68	7,28	6,98a	1,26	1,57	1,41a
2	7,05	9,33	8,19a	1,51	1,65	1,58a
3	2,26	4,80	3,53b	0,42	0,73	0,57b
4	5,67	8,33	7,00a	1,16	1,29	1,23a
5	2,14	4,16	3,15b	0,43	0,97	0,70b
Médias	4,76B	6,78A		0,95B	1,24A	
C.V.(%)	15,19			7,44		
Índice de velocidade de emergência			Emergência de plântulas (%)			
1	4,14Ab	3,95Abc	4,05	67	79	73b
2	3,21Bbc	4,70Ab	3,96	62	93	77ab
3	2,60Bc	3,26Ac	2,93	59	71	65b
4	5,10Aa	5,17Aa	5,14	90	100	95a
5	4,24Aab	3,64Abc	3,94	77	71	74b
Médias	3,86	4,14		71B	83A	
C.V.(%)	6,38			8,58		

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (com e sem pré-hidratação) e minúscula na coluna (para lotes), não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p > 0,5$.

Em relação ao vigor, avaliado pelo teste de primeira contagem, foi verificado que as sementes dos lotes 2, 3, 4 e 5 quando foram submetidas ao condicionamento fisiológico pelo método da pré-hidratação, através da imersão das sementes em água (0,0MPa), apresentaram maior vigor, ou seja, maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do que as

não pré-hidratadas (Tabela 9). Estes resultados foram semelhantes ao de germinação (Tabela 9). Quando foram analisadas as respostas dos lotes em cada tratamento, foi observada na ausência da pré-hidratação, que as sementes dos lotes 1 e 4 apresentaram maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do que as dos demais lotes, embora estes valores não tenham diferido do apresentado pelas sementes do lote 2 (Tabela 9). Já, na presença da pré-hidratação, somente as sementes do lote 4 apresentaram maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem, em relação aos demais lotes (Tabela 9). Estes resultados foram semelhantes aos observados para germinação (Tabela 9).

Quando foram avaliados outros testes de vigor, foi verificado que não foi constatado efeito significativo da interação dupla entre os lotes e tratamentos de pré-hidratação para os testes de comprimento de plântulas (total, da raiz primária e do hipocótilo), de massa seca de plântulas e de emergência de plântulas (Tabela 10). Para essas variáveis houve efeito isolado de lotes e de tratamentos de pré-hidratação. Assim, a pré-hidratação favoreceu o comprimento de plântulas (total, da raiz primária, do hipocótilo), a massa de matéria seca, bem como a porcentagem de emergência de plântulas provenientes das sementes, independente do lote. Além disso, também na tabela 10 foi constatado que independente do tratamento de pré-hidratação, as sementes dos lotes 1, 2 e 4 apresentaram maior comprimento total e do hipocótilo e maior massa de matéria seca de plântulas, do que as dos demais lotes. Já, na avaliação da porcentagem de emergência de plântulas, independente do tratamento, o lote 4 apresentou maior valor em relação aos demais (Tabela 10).

Tabela 11. Dados médios de porcentagem de emergência de plântulas em casa de vegetação, obtidos de cinco lotes (1, 2, 3, 4 e 5) de sementes de pinhão manso após terem sido ou não submetidas à técnica de pré-hidratação por imersão em água.

Lotes	Sem pré-hidratação (%)	Com pré-hidratação (%)
1	55Bc*	80Ab
2	65Ab	70Ac
3	45Bd	55Ad
4	85Aa	90Aa
5	55Bc	70Ac
C.V. (%)	2,46	3,20

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (com e sem pré-hidratação) e minúscula na coluna (para lotes), não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p > 0,05$.

Tabela 12. Dados médios de altura, diâmetro de caule e número de folhas das plantas, obtidos de cinco lotes (1, 2, 3, 4 e 5) de sementes pinhão manso, com (C/PH) ou sem pré-hidratação (S/PH). Avaliação aos 10, 20, 30 e 40 dias após a instalação.

Lotes	Altura (cm)			Caule (cm)			Número de Folhas		
	S/PH	C/PH	Médias	S/PH	C/PH	Médias	S/PH	C/PH	Médias
10 DAS									
1	12,0	11,3	11,6a	0,5	0,5	0,5a	2,8	2,6	2,70a
2	11,1	12,2	11,6a	0,5	0,5	0,5a	2,5	2,9	2,70a
3	11,2	11,6	11,4a	0,5	0,5	0,5a	2,7	3,1	2,90a
4	11,1	12,1	11,6a	0,5	0,5	0,5a	2,7	3,0	2,85a
5	12,0	11,5	11,7a	0,5	0,5	0,5a	3,0	2,2	2,60a
Médias	11,4A*	11,7A		0,5A	0,5A		2,7A	2,7A	
20 DAS									
1	12,8	11,7	12,2a	0,7	0,7	0,70a	5,1Aa	5,2Aab	5,10
2	11,8	12,5	12,1a	0,7	0,8	0,75a	4,4Aa	4,8Ab	4,60
3	12,1	12,7	12,4a	0,6	0,7	0,65a	5,6Aa	5,3Aab	5,45
4	11,8	12,4	12,1a	0,6	0,8	0,70a	4,3Aa	5,0Ab	4,65
5	12,7	12,1	12,4a	0,8	0,7	0,75a	5,1Ba	6,3Aa	5,70
Médias	12,2A	12,2A		0,6A	0,7A		4,9	5,32	
30 DAS									
1	24,5	25,0	24,7a	0,9a	0,9	0,9a	6,1Aa	5,5Ab	5,80
2	23,8	26,1	24,9a	0,9a	1,0	0,9a	7,5Aa	6,5Aab	7,00
3	25,0	26,9	25,9a	0,7a	0,8	0,7a	6,5Aa	6,3Ab	6,40
4	25,4	24,7	25,0a	0,8a	0,9	0,8a	5,9Aa	5,8Ab	5,85
5	26,5	23,9	25,2a	1,0a	0,9	0,9a	6,4Ba	7,6Aa	7,00
Médias	25,0A	25,3A		0,8A	0,9A		6,4	6,3	
40 DAS									
1	28,7	28,2	28,4a	1,3	1,3	1,30a	7,4	7,6	7,50a
2	25,1	29,3	27,2a	1,3	1,2	1,25a	8,1	8,4	8,20a
3	27,4	29,7	28,5a	1,3	1,2	1,25a	7,9	8,2	8,05a
4	28,9	26,1	27,5a	1,3	1,2	1,25a	7,3	7,1	7,20a
5	30,8	26,6	28,7a	1,3	1,2	1,25a	8,0	8,0	8,00a
Médias	28,1A	27,9A		1,3A	1,22A		7,74A	7,86A	
C.V. (%)			8,19			3,73			9,20

* Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha (com e sem pré-hidratação) e minúscula na coluna (para lotes), não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p > 0,5$.

Para o teste de índice de velocidade de emergência de plântulas em areia, foi constatado efeito significativo da interação dupla entre os lotes e tratamento de pré-hidratação (Tabela 10). Assim, somente as sementes dos lotes 2 e 3, que foram pré-hidratadas, apresentaram maior índice de velocidade de emergência do que as não pré-hidratadas. Estes

resultados diferem parcialmente do apresentado pelo teste de germinação (Tabela 9). Em outra oleaginosa, Hussain et al. (2006) verificaram que a imersão de sementes de girassol durante 24 horas a 27°C seguida de secagem promoveu aumento na velocidade de emergência das plântulas em condições de campo. Também em brassicas, Thornton et al. (1995) constataram que a imersão em água por 32 horas seguida de secagem reduziu o tempo médio para germinar. Além disso, este efeito também ocorreu em sementes envelhecidas artificialmente. Para os autores, esta técnica permite o reparo metabólico das sementes durante o processo de hidratação, reduzindo a extensão dos níveis de deterioração, com melhorias devido ao avanço do processo de germinação. Em relação a comparação dos lotes em cada tratamento, quando foi realizada a pré-hidratação, as sementes do lote 4 apresentaram maior índice. Já, quando não foi realizada a pré-hidratação, as sementes do lote 4 apresentaram maior índice de velocidade de emergência, embora o valor não tenha diferido do apresentado pelas sementes do lote 5 (Tabela 10).

Em condições de casa de vegetação, pode-se observar que houve interação entre tratamentos pré-hidratação e lotes (Tabela 11). Assim, as sementes dos lotes 1, 3 e 5, após terem sido pré-hidratadas apresentaram maior porcentagem de emergência das plântulas do que as não pré-hidratadas. Assim, houve melhor desempenho dos lotes 1, 3 e 5, que apresentavam inicialmente qualidade fisiológica inferior aos lotes 2 e 4 (Tabela 9). Desta forma, o condicionamento fisiológico parece ter sido hábil para atenuar as diferenças no desempenho das sementes que compõem os lotes 1, 3 e 5 que germinaram mais lentamente e acarretaram diminuição do desenvolvimento das plantas. Assim, de acordo com Marcos Filho (2005), o condicionamento fisiológico foi favorável a sincronização do processo de germinação das sementes, além de permitir menor exposição das sementes e plântulas a fatores adversos do ambiente, tais como aumento de temperatura e deficiência hídrica do substrato. Além disso, estes lotes provavelmente apresentavam qualidade intermediária, sendo possível encontrar resultados mais favoráveis do condicionamento fisiológico para estes lotes. De acordo com Marcos Filho (2005), lotes com baixo vigor, o condicionamento fisiológico pouco beneficia, pois estes lotes seriam constituídos por proporção elevada de semente em estágio avançado de deterioração com que a atuação de mecanismos de reparo acarretaria consumo significativo de energia determinando a pequena probabilidade de sucesso desta técnica, assim como também para lotes com qualidade superior. Em relação a comparação dos lotes em cada tratamento, tanto com ou sem tratamento de pré-hidratação, o lote 4 apresentou maior porcentagem de emergência de plântulas, que os demais (Tabela 11).

Na tabela 12 foi constatado que houve interação significativa entre tratamentos de pré-hidratação e lotes somente para número de folhas aos 20 e 30 dias após a instalação (Tabela 12). Assim, somente as sementes do lote 5 apresentaram maior número de folhas do que as não hidratadas, tanto aos 20 como aos 30 dias após a instalação. Além disso, estes lotes (1, 3 e 5) também apresentaram resposta favorável do condicionamento na emergência de plântulas (Tabela 11). Em condições de campo, para sementes de soja, Bejandi et al. (2009) verificaram que a imersão em água durante 12 horas a 25°C, assim como com a imersão com a adição de auxina e giberelina favoreceu a emergência de plântulas, o conteúdo relativo de clorofila, o comprimento das folhas e o tempo de maturação. Comparando os lotes em cada tratamento, foi constatado que após a pré-hidratação, na avaliação aos 20 dias, o lote 5 apresentou maior número de folhas, embora os valores não tenham diferido dos apresentados pelos lotes 1 e 3. Também aos 30 dias, na mesma situação, o lote 5 apresentou o maior valor, porém apenas não diferiu do lote 2. Assim, a formação das plantas provenientes das sementes condicionadas pode beneficiar o seu crescimento e conduzir a uniformidade. Além disso, de acordo com Finch-Savage e Mcchee (1990), esta vantagem determina a elevação da chamada

taxa de repicagem, acelerando a rotatividade de produção e conseqüentemente sua utilização mais intensa propicia maior agilidade de germinação e retorno financeiro.

4.6 CONCLUSÕES

1. As sementes com teores próximos a 50% de água apresentam emissão de raiz primária após 192 horas de embebição.
2. A pré-hidratação promove a sincronização do processo de germinação e favorece principalmente o vigor das sementes.
3. Em condições de casa de vegetação, a pré-hidratação das sementes favorece a sobrevivência das plantas e estas apresentam aumento do número de folhas aos 20 e 30 dias após a instalação.

4.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAILLY, C.; BOGATEK-LESZCZYNSKA, R.; CÔME, D.; CORBINEAU, F. Changes in activities of antioxidant enzymes and lipoxygenase during growth of sunflower seedlings from seeds of different vigour. **Seed Science Research**, Wallingford, v.12, n.1, p. 47-55, 2002.

BARROS, C.S. **Condicionamento fisiológico de aquênios de girassol sob estresse térmico e hídrico**. 2008, 65f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2008.

BEJANDI, T. K.; SEDGHI, M. SHARIFI, R. S.; NAMVAR, A.; MOLAEI, P. Seed priming and sulfur effects on soybean cell membrane stability and yield in saline soil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.8, p. 1114-1117, 2009.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York : Plenum Press, 1994. 445p.

BRASIL. Instrução normativa n. 25, de 16 de Dezembro de 2005. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>> Acesso em: 06 outubro 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

BRAZ, M.R.S.; ROSSETTO, C.A.V. Condicionamento fisiológico na germinação e no vigor de sementes armazenadas de café. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, p. 1849-1856, 2008.

CALERO, E.; WEST, S.H.; HINSON, K. Water absorption of soybean seeds and associated causal factors. **Crop Science**, Madison, v.21, n.6, p. 926-933, 1981.

CASEIRO, R.F.; BENNETT, M.A.; MARCOS FILHO, J. Comparison of three priming techniques for onion seed lots differing in initial seed quality. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.32, n.2, p.365-375, 2004.

DOURADO, F.W.N. **Avaliação da qualidade de sementes e plântulas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. 2009. 112f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2009.

FINCH-SAVAGE, W.E.; McKEE, J.M.T. The influence of seed quality and pre-germination treatment on cauliflower and cabbage transplant production and field growth. **Annals of Applied Biology**. v.116, n.2, p.365-369, 1990.

HARRIS, D.; PATHAN, A. K.; GOTHKAR, P.; JOSHI, A.; CHIVASA, W.; NYAMUDEZA, P. On-farm seed priming: using participatory methods to revive and refine a key technology. **Agricultural Systems**, Georgia, v.69, p. 151–164, 2001

HUSSAIN, M.; FAROOQ, M.; BASRA, S. M. A.; AHMAD, N. Influence of seed priming techniques on the seedling establishment, yield and quality of hibrid sunflower. **International Journal of Agriculture and Biology**, New Jersey, v. 8, n.1, p.14-18, 2006.

FUJIKURA Y; KRAAK HL; BASRA AS; KARSSSEN CM. Hydropriming, a simple and inexpensive priming method. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.21, p.639-642, 1993.

LEDUNFF, F. Hydration dês semences de pois (*Pisum sativum*). **Seed Science and technology**, Zurich, v.65, p. 1096-1098, 1980.

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

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

NAKAGAWA, J.; MACHADO, J. R.; ROSSETTO, C.A.V. Sistema de condução, produção e qualidade de sementes de mucuna preta. **Científica**, v.20, n2, p. 359-370, 1992.

RIBEIRO, U. P.; PINHO, E. V. R. V.; GUIMARÃES, R. M.; VIANA, L. S. Determinação do potencial osmótico e do período de embebição utilizados no condicionamento fisiológico de sementes de algodão. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n.5, p. 911-917, 2002.

ROSSETTO, C. A. V.; NOVENBRE, A. D.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R.; NAKAGAWA, J. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato, da qualidade fisiológica e do teor de água inicial das sementes de soja no processo de germinação. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 54, n. 1-2, p. 97- 105, 1997.

SANCHEZ, J.A.; ORTA, R.; MUNOZ, B.C. Tratamientos pregerminativos de hidratacion deshidratacion de las semillas y sus efectos en plantas de interes agricola. **Agronomia Costarricense**, Costa Rica, v. 25, n.1, p.67-92, 2001.

SATURNINO, H. M.; PACHECO , D. D.; KAKIDA , J.; TOMINAGA, N .; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 44 – 78, 2005.

SOUZA, L. A.; NETO, A. L. S. C.; SANTOS, D. C.; KATAOKA, V. Y. Absorção de água por sementes de mamona com diferentes níveis de qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 12, n.2, p.81-87, 2008.

THORNTON, J.M.; POWELL, A.A. Prolonged aerated hydration for the improvement of seed quality in *Brassica oleracea* L. **Annals of Applied Biology**. Warwick, v.127, p.183-189, 1995.

VERTUCCI, C.W.; LEOPOLD, A.C. Dynamics of imbibition of soybean embryos. **Plant Physiology**, Bethesda, v.72, p.190-193, 1983.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do pinhão manso ser bastante divulgado como uma das principais plantas para a produção de biodiesel e poder representar uma oleaginosa com potencial para fornecimento de matéria prima, o atual trabalho permite concluir que há necessidade de novos experimentos para a instalação. Além disso, há reduzido número de informações relacionadas a tecnologia de sementes (principal insumo da cadeia produtiva). Há inclusive falta de padronização de metodologias que vem sendo adotadas, bem como grande variabilidade entre lotes de sementes.

ANEXOS

Quadro 1. Resumo da análise de variância para os dados de porcentagem, de germinação (G), de plântulas normais na primeira contagem de germinação (PC), e de plântulas anormais danificadas (PADN).

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		G	PC	PAD
Lotes (L)	4	4.810**	5.084**	7.770**
Erro	15	0.158	0.229	0.953
C. V. (%)		5,10	6,78	48,5

** significativo a 1%

Quadro 2. Resumo da análise de variância para os dados de plântulas anormais deterioradas (PADT), de plântulas anormais totais (PAT), e de sementes não germinadas (SNG).

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		PADET	PAT	SNG
Lotes (L)	4	2.571**	4.892**	5.292**
Erro	15	0.814	1.282	0.920
C. V. (%)		24,95	26,95	21,64

** significativo a 1%

Quadro 3. Resumo da análise de variância para os dados de comprimento total da plântula (CT), de radícula (R) e de hipocótilo (HIP), e de massa de matéria seca de plântula (MS).

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		CT	R	HIP	MS
Lotes (L)	4	2.449**	1.208**	1.107**	0.132**
Erro	15	0.148	0.038	0.134	0.009
C. V. (%)		12,44	8,58	15,76	7,02

** significativo a 1%

Quadro 4. Resumo da análise de variância para os dados de índice de velocidade de emergência (IVE), de porcentagem final de emergência de plântula (% E) e de porcentagem de emergência de plântulas em casa de vegetação (% ECV).

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		IVE	% E	% ECV
Lotes (L)	4	0.200**	2.197**	898.300**
Erro	15	0.015	0.437	2.266
C. V. (%)		5,64	7,84	2,46

** significativo a 1%

Quadro 5. Resumo da análise de variância para os dados de plântulas normais após sete dias de instalação do teste de germinação, após terem sido submetidos ao envelhecimento acelerado por 24 e 48 horas de exposição sob sistema tradicional (1) e salino (2).

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		1/24	1/48	2/24	2/48
Lotes (L)	4	2.980**	4.666**	3.925**	2.880**
Erro	15	0.181	0.400	0.312	0.299
C. V. (%)		5,65	9,69	7,81	7,66

** significativo a 1%

Quadro 6. Resumo da análise de variância para os dados de plântulas normais após 14 dias de instalação do teste de germinação, após terem sido submetidos ao envelhecimento acelerado por 24 e 48 horas de exposição sob sistema tradicional (1) e salino (2).

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		1/24	1/48	2/24	2/48
Lotes (L)	4	1.363**	2.453**	7.417**	780.800**
Erro	15	0.121	0.440	0.164	21.066
C. V. (%)					

** significativo a 1%

Quadro 7. Resumo da análise de variância para os dados de condutividade elétrica. Avaliação após 12, 24, 36 e 42 horas de embebição.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		12	24	36	42
Lotes (L)	4	0.008**	0.005**	0.001**	0.021**
Erro	15	0.000	0.000	0.000	0.001
C. V. (%)		1,46	1,26	0,81	2,65

** significativo a 1%

Quadro 8. Resumo da análise de variância para os dados de plântulas normais na primeira contagem de germinação. Avaliação do teste de germinação sob diferentes potenciais, realizada após a realização e não do hidrocondicionamento fisiológico.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios
		Primeira contagem
Lotes (L)	4	4.516**
Hidrocondicionamento (H)	1	76.614**
Potenciais (P)	3	382.902**
L x H	4	1.078**
L x P	12	2.920**
H x P	3	45.473**
L x H x P	12	0.756**
Erro	120	0.053
C. V. (%)	7.21	

** significativo a 1%

Quadro 9. Resumo da análise de variância para os dados de germinação, plântulas anormais danificadas ou deformadas e sementes não germinadas. Avaliação do teste de germinação sob diferentes potenciais, realizada após a realização e não do hidrocondicionamento fisiológico.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		Germinação	Plântulas anormais danificadas	Sementes não germinadas
Lotes (L)	4	6.763**	6.130**	27.303**
Hidrocondicionamento (H)	1	68.950**	107.023**	0.622 ^{ns}
Potenciais (P)	3	380.820**	247.103**	203.324**
L x H	4	1.527**	5.623**	5.483**
L x P	12	2.006**	10.946**	3.721**
H x P	3	16.688**	52.377**	27.625**
L x H x P	12	0.798**	5.328**	4.210**
Erro	120	0.081	0.925	0.424
C. V. (%)		7.05	24.18	

** significativo a 1%

Quadro 10. Resumo da análise de variância para os dados de comprimento total de plântulas, de radícula e de hipocótilo de sementes submetidas e não submetidas ao hidrocondicionamento fisiológico.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		Comprimento total de plântulas	Comprimento da radícula	Comprimento de hipocótilo
Lotes (L)	4	3.723**	1.629**	1.834**
Hidrocondicionamento (H)	1	4.769**	2.771**	1.659**
L x H	4	0.121 ^{ns}	0.152 ^{ns}	0.047 ^{ns}
Erro	30	0.204	0.081	0.148
C. V. (%)		13.13	11.27	15.19

** significativo a 1%

Quadro 11. Resumo da análise de variância para os dados de massa seca, índice de velocidade de emergência e percentual final de emergência de sementes submetidas e não submetidas ao hidrocondicionamento fisiológico.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		Massa seca	Índice de velocidade de emergência	Percentual final de emergência
Lotes (L)	4	0.199**	0.249**	3.146**
Hidrocondicionamento (H)	1	0.104**	0.042 ^{ns}	4.372**
L x H	4	0.008 ^{ns}	0.073*	1.287 ^{ns}
Erro	30	0.011	0.020	0.565
C. V. (%)		7.44	6.38	8.58

** significativo a 1%

Quadro 12. Resumo da análise de variância para os dados de altura, caule e folhas de plantas provenientes de sementes submetidas ou não ao hidrocondicionamento fisiológico, com avaliações aos 10, 20, 30 e 40 dias após a semeadura.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		Altura	Caule	Folhas
Lotes (L)	4	0.033 ^{ns}	0.013 ^{ns}	0.205**
Hidrocondicionamento (H)	1	0.010 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.057 ^{ns}
Tempo (T)	3	87.004**	1.326**	18.953**
L x H	4	0.285 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.062 ^{ns}
L x T	12	0.039 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.139**
H x T	3	0.020 ^{ns}	0.005 ^{ns}	0.088 ^{ns}
L x H x T	12	0.065 ^{ns}	0.003 ^{ns}	0.102*
Erro	120	0.129	0.002	0.053
C. V. (%)		8.19	3.73	9.20

** significativo a 1%

Quadro 13. Resumo da análise de variância para os dados de altura, caule e folhas de plantas provenientes de sementes submetidas ou não ao hidrocondicionamento fisiológico, com avaliações aos 10, 20, 30 e 40 dias após a semeadura.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		Altura	Caule	Folhas
Lotes (L)	4	0.033 ^{ns}	0.013 ^{ns}	0.205**
Hidrocondicionamento (H)	1	0.010 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.057 ^{ns}
Tempo (T)	3	87.004**	1.326**	18.953**
L x H	4	0.285 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.062 ^{ns}
L x T	12	0.039 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.139**
H x T	3	0.020 ^{ns}	0.005 ^{ns}	0.088 ^{ns}
L x H x T	12	0.065 ^{ns}	0.003 ^{ns}	0.102*
Erro	120	0.129	0.002	0.053
C. V. (%)		8.19	3.73	9.20

** significativo a 1%