

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

ALESSANDRA OLMO DARDENGO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
JUNHO – 2012

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

ALESSANDRA OLMO DARDENGO

Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de doutor em Produção Vegetal.

Orientador: Henrique Duarte Vieira

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
JUNHO -2012

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

ALESSANDRA OLMO DARDENGO

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal.

Aprovada em 04 de Junho de 2012.

Comissão Examinadora:

Pedro Amorim Berbert, Ph. D. Engenharia Agrícola - UENF

José Mauro de Sousa Balbino (DS. Fisiologia Vegetal) – INCAPER

Márcia Terezinha Oliveira (DS. Produção Vegetal) – UENF

Henrique Duarte Vieira (DS. Produção Vegetal) – UENF
Orientador

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de misericórdia, que me agraciou com mais essa vitória, me dando forças, discernimento e sabedoria!

A CAPES pelo apoio financeiro;

Ao professor e orientador Henrique Duarte Vieira pela orientação, compreensão e amizade nos momentos difíceis;

Aos professores Pedro Berbert Amorim pela coorientação e Dra. Márcia Terezinha pela ajuda nos experimentos;

Ao INCAPER e a PESAGRO por fornecer matéria-prima para os nossos experimentos;

Aos meus amados pais, Antônio Olmo Neto por acreditar em mim, pelo incentivo nos estudos e exemplo de pai, e minha mãe Maria da Penha em especial pelo zelo e dedicação e por se dispor em morar comigo em Campos. Sem vocês eu não teria chegado até aqui!

À minha pequena filha, Julia Dardengo de Sousa que considero a maior de todas as minhas realizações, que me incentivou sem compreender e coloriu a minha vida desde o dia 27 de fevereiro de 2011. Você é meu presente de Deus!

Agradeço ao meu esposo, Daniel Silva de Sousa companheiro de todas as horas por não me deixar desistir, pela compreensão da nossa ausência e por ter enfrentado as viagens nos finais de semana para nos encontrar durante 12 meses. A você todo o meu amor!

Às minhas irmãs, Simone e Aline pelo companheirismo desde o nosso nascimento e pelo amor incondicional. Ao meu cunhado e compadre Silvano pelo apoio e incentivo. Aos meus queridos sobrinhos Luisa e Antônio pela alegria que nos trazem;

À família Muquiense, Atervaldo, Mariana, Lucas e Bárbara por me acolherem sempre que eu precisei;

À Dra. Marcela Campanharo, pela amizade sincera, orientação desde a época do mestrado, me dando a certeza de que Deus sempre coloca as pessoas certas na minha vida...

Aos professores Silvério de Paiva Freitas, Angêla Pierre, Roberto Ferreira, José Mauro Balbino e Virginia Carvalho agradeço pela contribuição profissional!

A todos os amigos e estagiários dos Laboratórios de Engenharia Agrícola e de Sementes em especial a Amanda Acha e Weverton pela ajuda no decorrer dos experimentos.

Aos funcionários e amigos Sheila Posse (INCAPER), Isa, Jader, Antônio Carlos, Acássio, Julho, Patrícia e Fátima pela amizade e presteza durante a minha passagem pela UENF.

Agradeço aos meus eternos amigos Inácio Buck, Robson Mendes, Juliana Sobreira, Neuma Pagotto, Marina Falqueto, Renata Viana, Deisy Cardoso, Vinícius Perim, Juliana Lauredo, Derliane Ribeiro, Márcia Cezário e Marcelo Curitiba.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Pinhão manso (<i>Jatropha curcas</i> L.)	3
2.1.1 Característica da planta	3
2.1.2. Propagação do pinhão manso	7
2.1.3. Uso do pinhão manso	11
2.2. Secagem de sementes por convecção	14
2.2.1 Controle efetivo das variáveis envolvidas (temperatura e fluxo de ar)	16
2.2.1 Secagem de sementes em temperaturas superiores a 40 °C	17
3. TRABALHOS	23
3.1. EFEITO DA TEMPERATURA DE SECAGEM NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE PINHÃO MANSO	23
RESUMO	23
ABSTRACT	24
INTRODUÇÃO	24
MATERIAL E MÉTODOS	26
RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
CONCLUSÃO	32

AGRADECIMENTOS	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
3.2. AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE PINHÃO MANSO (<i>Jatropha curcas</i> L.).....	35
RESUMO	35
ABSTRACT	36
INTRODUÇÃO	36
MATERIAL E MÉTODOS.....	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
CONCLUSÃO	43
AGRADECIMENTOS	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
3.3. (Título resumido) - JATROPHA SEED TOLERANCE TO DESICCATION	46
<i>JATROPHA</i> SEED TOLERANCE TO DESICCATION AND STORAGE AT LOW TEMPERATURES.....	46
ABSTRACT	46
TOLERÂNCIA DA SEMENTE DE PINHÃO MANSO À DESSECAÇÃO E AO ARMAZENAMENTO EM BAIXAS TEMPERATURAS	47
RESUMO	47
INTRODUCTION.....	48
MATERIAL AND METHODS.....	49
RESULTS AND DISCUSSION.....	53
CONCLUSIONS.....	54
ACKNOWLEDGEMENTS	54
REFERENCES.....	55
3.3. “TOLERÂNCIA DA SEMENTE DE PINHÃO MANSO À DESSECAÇÃO E AO ARMAZENAMENTO EM BAIXAS TEMPERATURAS”	59
RESUMO	59
"SEED OF TOLERANCE TO <i>JATROPHA</i> DESICCATION AND STORAGE AT LOW TEMPERATURES"	60
ABSTRACT	60
INTRODUÇÃO	60

MATERIAL E MÉTODOS.....	62
RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
CONCLUSÕES	67
AGRADECIMENTOS	67
REFERÊNCIAS.....	67
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
APÊNDICE.....	72

RESUMO

DARDENGO, Alessandra Olmo, D.S.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Junho de 2012. Secagem e armazenamento das sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) Henrique Duarte Vieira.

O presente trabalho foi realizado na Universidade Estadual do Norte Fluminense-Darcy Ribeiro, em Campos dos Goytacazes-RJ. Os objetivos foram avaliar os efeitos imediatos e latentes das temperaturas e do teor de água inicial na qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso em condições controladas de laboratório, comparar o efeito na viabilidade das sementes após cinco períodos de armazenamento 30, 60, 90, 150 e 240 dias e determinar a tolerância à dessecação das sementes de pinhão armazenadas em baixa temperatura. O teste de secagem foi realizado em camada delgada, em secador protótipo de bandejas, com fluxos de ar tangencial a $0,7\text{ms}^{-1}$ e cinco níveis de temperatura 29, 35, 40, 45 e 50°C , apresentando aproximadamente teor de água inicial de 49% b.u. atingindo teor de água final de 12, 13, 12, 7 e 9% b.u., respectivamente. Para estes testes as sementes foram obtidas a partir de frutos adquiridos em cultivo em área experimental do instituto de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER do Estado do Espírito Santo para o primeiro experimento e para determinar a tolerância à dessecação das sementes de pinhão as sementes foram cedidas da área experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro - PESAGRO em Campos dos Goytacazes, RJ. A avaliação da qualidade fisiológica das sementes foi feita por meio de testes de

vigor (IVE) e do teste de germinação (%G), com duração de 10 dias. Ao avaliar o efeito imediato e latente no vigor e germinação das sementes de pinhão, observou-se que houve efeito negativo à medida que aumentaram as temperaturas de 35, 40, 45 e 50 °C. Na classificação das sementes quanto à tolerância ao grau de dessecação, o armazenamento por três meses a -20 °C não afetou a porcentagem de germinação das sementes de pinhão manso, indicando comportamentos ortodoxos das sementes de pinhão manso.

ABSTRACT

DARDENGO, Alessandra Olmo, D.S.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Northern Rio de Janeiro state University; 2012. Supervised by Henrique Duarte Veira, D.S., and co-supervised by Pedro Amorim Berbert, Ph.D.

This study was conducted at Universidade Estadual do Norte Fluminense-Darcy Ribeiro, in Campos dos Goytacazes-RJ. The objectives were to assess the immediate and latent effects of temperature and initial water content in seed quality of jatropha in controlled laboratory conditions, to compare the effect on seed viability after five storage periods of 30, 60, 90, 150 and 240 days to determine the desiccation tolerance in seed pinion stored at low temperature. The drying test was carried out in thin layer in tray drier prototype, with air flows tangential to 0.7ms^{-1} and five temperature levels 29, 35, 40, 45 and $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, having approximately the initial water content 49% b.u. reaching final water content of 12, 13, 12, 11 and 9%, respectively. For these tests, the seeds were obtained from fruits purchased in experimental cultivation area in the Institute of Research, Technical Assistance and Rural Extension-INCAPER of Espírito Santo for the first experiment and to determine the desiccation tolerance of seeds of the jatropha were transferred from the experimental area of the Company for Agricultural Research of the State of Rio de Janeiro-PESAGRO in Campos, RJ. The assessment of physiological seed quality was done by testing the force (IVE) and the germination test (% BF), lasting 10 days. In assessing their mediate and latent vigor and germination of Jatropha, it was observed that there was a negative

effect as increased temperatures of 35, 40, 45 and 50 °C. In the classification of seed tolerance hydration level, storage for three months at -20 °C did not affect the germination of seeds of jatropha, indicating behaviors orthodox seeds of Jatropha.

1. INTRODUÇÃO

Os combustíveis fósseis causam grande impacto na qualidade do meio ambiente, sendo assim, os problemas ambientais somados ao setor energético encorajaram muitos pesquisadores a investigar a possibilidade do uso de combustíveis alternativos ao petróleo e seus derivados (Pereira, 2007; Barros et al., 2007; Demirbas, 2009).

O biodiesel está entre essas alternativas, sendo produzido a partir de grãos de diferentes vegetais, como a soja, canola, mamona, pinhão manso, girassol e também de óleos de fritura e gorduras animais (Miragaya, 2005; Trzeciak et al., 2008; Sharma et al., 2009). O pinhão manso é uma importante oleaginosa, uma vez que suas sementes podem ser usadas como matéria-prima para a fabricação de diversos produtos industriais, como tintas, óleo para polimento, cosméticos, entre outros (Ratree, 2004).

O óleo extraído das plantas pode ser útil sem muitos ajustes; além de mínima emissão de enxofre e de outros poluentes comparáveis àqueles contidos no óleo Diesel (Pereira, 2007). Por essas razões, muitas campanhas têm sido feitas em diversos países para introduzir e promover o uso de biodiesel. Entretanto, algumas incertezas ainda existem sobre as reais potencialidades do biodiesel como substituto do óleo Diesel (Pereira, 2007).

Na década de 70 o Brasil requereu a primeira patente mundial para o biodiesel e mesmo sendo pioneiro, está ainda muito atrasado em relação a outros países. A lei 11.097 de 13 de janeiro de 2005 tornou obrigatória a adição de 2%

de biodiesel (B2) no óleo diesel vendido no país a partir de 2008 (ABPPPM, 2009) sendo que em 2013 o percentual será aumentado para 5% (B5), o que exigirá a produção interna de mais de dois bilhões de litros de biodiesel por ano (Pereira, 2007). Se a produção interna de grãos, sementes e outras matérias-primas forem suficientes poderá alcançar os 20% de mistura utilizados em diversos países da Europa, gerando uma economia de óleo diesel de mais de 9 bilhões de litros por ano (ABPPPM, 2009).

O Brasil possui solo e clima favoráveis para produção de diversas espécies de plantas oleaginosas com grande potencial para produzir óleo como fonte de matéria-prima para o biodiesel. O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), cuja família botânica é Euphorbiaceae também conhecido como pinhão do Paraguai, pinhão de cerca, pinhão bravo, dentre outros, é uma planta com excelente potencial para produção de óleo que pode ser destinada à produção de biocombustível (Beltrão, 2005; Achtena et al., 2008; Shac-Chun et al., 2007; Martins et al., 2008).

Atualmente, o cultivo do pinhão manso está em expansão. A maioria dos plantios é jovem e não atingiu a produção econômica. Plantios, ainda pequenos, foram feitos no Sul de Minas Gerais e no Norte Fluminense/RJ (Saturnino et al., 2005) sendo observado que a qualidade, uniformidade e precocidade produtiva dependem da produção de mudas de qualidade (Albuquerque, 2008).

Sendo assim, tendo em vista o interesse na cultura do pinhão manso nos últimos anos, e considerando-se a falta de informações científicas a respeito da qualidade fisiológica das sementes, secagem, armazenamento e sobre sua tolerância à dessecação, este trabalho foi desenvolvido com os objetivos de avaliar os efeitos imediatos e latentes da secagem de sementes de pinhão manso em altas temperaturas sobre sua qualidade fisiológica, em condições controladas de laboratório, por até 240 dias de armazenamento e classificar as sementes de pinhão manso de acordo com sua tolerância à desidratação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)

2.1.1 Característica da planta

O pinhão manso tem sua origem bastante discutida, mas acredita-se que a *Jatropha* seja originária da América Central, porém vegeta espontaneamente em diversas regiões do Brasil (Heller, 1996; Beltrão, 2005). Há relatos de que a espécie remonta a 70 milhões de anos, em fósseis descobertos na Belém Peruana (Saturnino et al., 2005). Peixoto (1973) afirma, no entanto, que o pinhão manso é oriundo da América do Sul, inclusive do Brasil e das Antilhas. Brasil (1985) relata que o pinhão manso é encontrado em Minas Gerais, com mais frequência no Norte do estado e no Vale do Jequitinhonha, geralmente em áreas isoladas e mais afastadas de centros urbanos.

O nome *Jatropha* provém do grego iatrós (doutor) e trophé (comida) devido às suas propriedades medicinais (Heller, 1996), popularmente conhecida como pinhão manso é uma espécie da família das Euforbiaceae, a mesma da mamona (*Ricinus* sp.), mandioca (*Manihot* sp.) e seringueira (*Hevea* spp.).

A classificação botânica do pinhão manso foi descrita por Carl Linnaeus em 1753, sendo estabelecida da seguinte maneira (Biodiesel, 2007):

Reino: Plantae

Divisão: Embryophyta

Classe: Spermatoprída

Ordem: Malpighiales

Família: Euphorbiaceae

Gênero: *Jatropha*

Espécie: *Jatropha curcas* L.



Figura 1. Planta adulta de pinhão manso da área experimental do INCAPER

Trata-se de um arbusto de crescimento rápido, caducifólico, perene, monoica e xerófita que pode atingir mais de 5 m de altura e diâmetro do tronco em torno de 20 cm aproximadamente, caule liso, de lenho mole (Arruda et al., 2004; Albuquerque, 2008).

As folhas são verdes, esparsas e brilhantes, largas e alternas, em forma de palma, com três a cinco lóbulos, pecioladas e com nervuras esbranquiçadas na face inferior (Albuquerque, 2008). Caem durante os meses de inverno depositando sua copa, cuja matéria orgânica aumenta a atividade da macro e microfauna do solo ao redor do sistema radicular, favorecendo a fertilização do solo (Alves et al., 2008 ; Achten et al., 2008).

As flores são monoicas e unissexuais, produzidas na mesma inflorescência sendo pequenas de coloração amarelo-esverdeada. A florada é longa e a polinização é feita por abelhas e outros insetos. Cada inflorescência é uma cimeira, em forma de cacho que dá origem a 10 ou mais frutos. As flores femininas apresentam-se com pedúnculo longo e não articulado (Arruda et al., 2004; Saturnino, 2005; Tominaga et al., 2007).



Figura 2. Inflorescência do pinhão manso

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

Os frutos são indeiscentes, com 2,5 a 4,0 cm de comprimento e 2,0 a 2,5 cm de largura (Saturnino, 2005). De acordo com Arruda et al., (2004), os frutos são cápsulas com três sementes (trilocular) escuras e lisas, apresentando uma semente por cavidade, formado por um pericarpo ou casca dura e lenhosa. Apresenta coloração inicialmente verde, passando a amarelo, castanho e por fim preto, quando atinge o estágio de maturação (Tominaga et al., 2007).



Figura 3. Frutos maduros de pinhão manso

A semente é relativamente grande; quando secas medem de 1,5 a 2,0 cm de comprimento e 1,0 a 1,3 cm de largura; ovalada, endospérmica de envoltório liso com suaves estrias, com carúncula presa na parte ventral. A rafe é marcada longitudinalmente e pouco evidente (Nunes, 2008). O tegumento é áspero e quebradiço. Abaixo do invólucro da semente existe uma película branca cobrindo a amêndoa; albumens abundantes, brancos, oleaginosos, contendo o embrião provido de dois largos cotilédones achatados (Arruda et al., 2004).



Figura 4. Sementes de pinhão manso

2.1.2. Propagação do pinhão manso

Os primeiros trabalhos científicos existentes sobre pinhão manso abordaram temas como fisiologia e toxicidade de suas partes, produção de mudas, tecnologia de sementes e transesterificação do óleo. A cultura não possui um sistema de produção minimamente regularizado, para que se possa indicar a forma de propagação, se por sementes ou por estacas para produção de mudas (Severino et al., 2007). A ausência de material adequado para propagar limita o seu plantio em grandes áreas, pois representa um investimento de risco.

A espécie requer mais estudo e desenvolvimento de melhores tecnologias de produção e de industrialização (Trzeciak et al., 2008; Morais, 2008). Existem alguns entraves como a falta de conhecimento sobre a fisiologia da planta, uma vez que a mesma ainda não foi completamente domesticada. A carência de informações sobre formas e materiais adequados e selecionados para propagar, conhecimentos tecnológicos sobre produção, armazenamento, qualidade das sementes, bem como a sua origem tem sido bastante questionada.

A semente é a estrutura importante para o êxito da cadeia produtiva do pinhão manso. A partir do dia 13 de janeiro de 2008 foi autorizada a inscrição da espécie no Registro Nacional de Cultivares em função do aumento na demanda por material de propagação para o estabelecimento de cultivos comerciais. Apesar disso, para se produzir ou comercializar as sementes ou mudas, se tornou imprescindível a assinatura de um termo de compromisso pelo produtor (Brasil, 2008).

Especificamente o pouco conhecimento do material para propagar o pinhão manso e a falta de informação sobre o melhor método é o entrave principal da cultura. Segundo Alves et al., (2008), na propagação seminífera ocorre polinização cruzada, o que determina elevada variabilidade genética, proporcionando desuniformidade na colheita.

Saturnino et al., (2005) relatam que dentro do mesmo cacho podem ser encontrados um total de oito frutos com maturação desuniforme e sementes com idades diferentes de acordo com o dia de abertura das flores femininas, e dentro da mesma planta, conforme a época de florescimento de cada módulo de crescimento. Essa variação interfere também no número de sementes por fruto e

na massa dessas sementes. Essas características precisam ser melhoradas para a realização da colheita mecânica, futuramente.

A propagação de plantas de pinhão manso pode ser realizada de duas maneiras: por semente ou propagação vegetativa. A propagação vegetativa se estabelece por estaquias ou cultura de tecidos (Saturnino et al., 2005). As mudas provenientes da propagação por semente possuem produções mais tardias, porém, essa forma de propagação apresenta a vantagem de gerar indivíduos mais vigorosos e de maior longevidade, que podem atingir idade produtiva após quatro anos (Alves et al., 2008).

O sistema radicular da plântula de pinhão manso é pouco desenvolvido e as plantas oriundas de propagação por semente tendem a apresentar uma raiz pivotante mais profunda com bom crescimento, fixando a planta melhor ao solo e atribuindo uma melhor resistência à seca (Alves et al., 2008).

Na reprodução vegetativa a estaquia é o método de propagação em que segmentos do caule destacados da planta-mãe, quando colocados sob condições adequadas, emitem raízes, formando uma nova planta idêntica àquela que lhe deu origem (Norberto et al., 2001). Esta capacidade de propagação somente é possível devido à totipotência das células, ou seja, a capacidade que a célula vegetal possui de reter a informação genética necessária ao desenvolvimento de uma planta completa (Taiz e Zeiger, 2004). Esse tipo de propagação é utilizado pela vantagem de proporcionar a formação de mudas em períodos menores e também de um estande mais uniforme (Colombo et al., 2008).

As estacas devem ser retiradas dos ramos mais próximos da base do caule em plantas isentas de pragas e doenças, sendo preferidos os ramos não muito grossos, retos, de entrenós curtos, casca lisa, acinzentadas e brilhantes, com 40 a 50 cm de comprimento. Para a retirada das estacas devem ser utilizadas ferramentas afiadas visando evitar o esmagamento dos tecidos deixando, após a retirada a estaca posicionada com a parte do corte voltada para cima para que o látex coagule no local do corte, onde surgirão as primeiras raízes (Colombo et al., 2008).

As plantas devem ser mantidas na sementeira até que alcance cerca de 8 a 12 cm de altura, quando passam da fase herbácea para lenhosa, para serem transferidas para o viveiro ou diretamente para o campo de cultivo (Arruda et al., 2004).

As características genéticas, procedências das sementes, vigor padrão fitotécnico adequado e isenção de patógenos potencializam o nível de resposta a toda tecnologia empregada no processo produtivo de plantas de pinhão manso (Nunes et al., 2007). Esses procedimentos são decisivos para o sucesso do agricultor, por proporcionar redução de custos, principalmente com defensivos químicos, e maior competitividade no mercado (Folli, 2008).

As sementes do pinhão manso possuem germinação do tipo epígea, ou seja, os cotilédones ficam acima do solo. São formadas duas folhas cotiledonares que são fotossinteticamente ativas. Essas folhas diferenciam-se das definitivas por possuir formato oval. Durante a emergência das plântulas, muitas vezes o tegumento externo fica preso na plântula até o surgimento das folhas cotiledonares, resultando na sua posterior queda (Rocha et al., 2007).

Martins et al., (2008) recomendaram que o teste de germinação com sementes de pinhão manso deve ser realizado na temperatura alternada 20-30°C, em substrato areia ou papel e com contagem final aos 10 dias da semeadura.

Acha et al., (2011) observaram que entre os substratos avaliados, o uso de areia e papel foi o mais favorável ao processo de germinação de sementes de pinhão manso, resultando em maior velocidade e porcentagem final de sementes germinadas.

Pesquisas relacionadas à dormência de sementes do pinhão manso foram realizadas por Assis et al., (2007). Os tratamentos utilizados no estudo foram: imersão em água por 24 h, imersão em ácido giberélico (GA₃) na concentração de 0,5 ppm por 24 h, imersão em ácido sulfúrico (H₂SO₄) concentrado por 10 minutos e remoção do tegumento. Resultados obtidos afirmam que o lote avaliado de sementes de pinhão manso não apresentou dormência, podendo ser plantadas sem nenhum pré-tratamento.

A tecnologia de sementes ainda não estabeleceu metodologias para o condicionamento fisiológico de sementes da espécie *J. curcas*, nem testes de envelhecimento acelerado ou de condutividade elétrica, o que poderia contribuir para o aumento do conhecimento do processo de germinação de sementes dessa espécie.

No Brasil, a propagação via semente tem sido feita por meio de coletas em indivíduos cultivados isoladamente ou em cercas vivas. Alguns produtores registram plantas usadas como matrizes e acompanham o seu desenvolvimento e

produção, com isso, obtêm-se populações de plantas com características interessantes para propagação de futuras matrizes (Saturnino et al., 2005).

Na Índia foram realizadas pesquisas sobre qualidade e características de plantas de origem diferentes. A finalidade foi selecionar sementes de melhor qualidade e alta produtividade de óleo sob diferentes condições de clima, para serem micropropagadas (Prabakaran e Sujatha, 1999). Os países interessados nessa cultura estão garimpando a diversidade genética dessa espécie e realizando coletas de germoplasma nas suas regiões e em outros países (Saturnino et al., 2005).

Estudos desenvolvidos a partir de sementes foram realizados, sendo um lote de origem das Ilhas de Cabo Verde que apresentava frutos arredondados e sementes menores ao longo do ano todo. A outra é de um lote da Nicarágua, caracterizada por plantas com folhas maiores, frutos oblongos em um pedúnculo longo e plantas completamente decíduas na estação seca. O intuito foi multiplicar o material para se estabelecer plantações, aumentar a produtividade, conseguir informações sobre práticas agrícolas, promover instalação de bancos de germoplasma para preservar diferentes variedades de diferentes países e adaptação às condições ambientais ([www. ibw.com.ni/~biomassa](http://www.ibw.com.ni/~biomassa), 2004).

Acessos de pinhão manso oriundos de 10 diferentes províncias da Tailândia foram avaliados e quatro acessos apresentaram diferenças significativas para o número médio de folhas. Após o transplântio das mudas com quatro meses de idade, cultivadas em solo ácido e arenoso foram observadas diferenças na altura da planta para o acesso denominado de “Chatyaphume” (Ratree, 2004).

Os critérios para a execução de testes de germinação para sementes de pinhão manso são inexistentes nas normas oficiais para análise de sementes. As sementes para o plantio devem ser selecionadas e bem desenvolvidas. A emergência inicia a partir do quinto dia após a semeadura e pode ocorrer até o décimo dia, isso pode variar de acordo com temperatura e umidade (Martins et al., 2008).

O Centro Tecnológico de Minas Gerais iniciou no ano de 1985 estudos de produção de biodiesel a partir do óleo de *J. curcas* e realizou testes em motores estacionários, mas sem muito sucesso (Teixeira, 2005). Fato este que diminuiu o incentivo às pesquisas com a referida espécie no país. Diferente disso, a Índia, entre outros, continuou investindo na cultura, obtendo respostas positivas. O

interesse para o cultivo persistiu, por ser uma possível alternativa para a produção de óleo de boa qualidade para a produção sustentável de biodiesel no Brasil (Beltrão et al., 2005).

As estatísticas oficiais sobre a produção e área plantada de pinhão manso no Brasil são ainda inexistentes. Os registros realizados são de plantas isoladas ou que formam cercas vivas, pois a espécie começou a ser cultivada comercialmente no país recentemente (Saturnino et al., 2005). Para Nunes et al., (2008), a planta é de fácil cultivo, e seu óleo tem variações pouco significativas de acidez, além de possuir melhor estabilidade à oxidação do que a soja e adequada viscosidade se comparada ao da mamona.

O cultivo do pinhão manso pode ser considerado uma alternativa, pois, além da produção de combustível menos poluente, o cultivo dessa planta pode ser utilizado também na conservação do solo, pois a camada de matéria seca das folhas enriquece a terra e serve de cobertura, reduzindo, dessa forma enxurradas, erosão e a perda de água por evaporação (Peixoto, 1973).

Segundo Teixeira, (2005) o incentivo criado pelo Governo Federal Brasileiro a partir do Programa de Biodiesel possibilitou a implantação de áreas com essa espécie, tanto por pequenos agricultores como por empresas agrícolas que buscam explorar novos nichos de mercado. Isso se deve, principalmente, às várias vantagens que o pinhão manso apresenta em relação à mamona, entre elas:

- ✓ Menor exigência hídrica e nutricional;
- ✓ Capacidade de recuperação de áreas degradadas em função de suas raízes profundas;
- ✓ Apresentar maior produtividade média (em torno de 5 t ha⁻¹).

2.1.3. Uso do pinhão manso

No Brasil podem-se encontrar diversas espécies de plantas oleaginosas com grande potencial para a produção de biodiesel. Uma das plantas ainda pouco estudadas é o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), com cerca de 175 espécies distribuídas pela América Tropical, Ásia e Índia. Tem apresentado ser resistente à seca e crescimento mais rápido em regiões de clima quente. Além de apresentar

potencial para a produção de biodiesel, devido ao alto teor de óleo encontrado em suas sementes com satisfatórias características físico-químicas, a planta apresenta rusticidade, resistência ao déficit hídrico, adaptação a uma vasta gama de condições edafoclimáticas, crescendo inclusive em solos de baixa fertilidade (Arruda et al., 2004; Saturnino et al., 2005; Teixeira, 2005; Gomes, 2007; Shachun et al., 2007).

Os projetos de pesquisa com fins para uso do biodiesel oriundo de sementes do pinhão manso iniciaram há pouco tempo no Brasil, Índia, Tailândia, Nicarágua entre outros países, tendo sido alguns financiados por agências internacionais de fomento e desenvolvimento. Alguns países finalizaram projetos, outros foram interrompidos como no caso do Brasil (Saturnino et al., 2005). Os estudos foram direcionados à seleção de variedades e estabilidade química em ensaios com motores usando o óleo puro, transesterificado e em mistura de 10% e 30% ao diesel (Teixeira et al., 2005).

O óleo representa o produto de maior valor do pinhão. No Brasil a vantagem dele em relação aos outros óleos vegetais produzidos é que ele apresenta características físico-químicas consideradas adequadas para produção de biodiesel. Se comparado a outros óleos destaca-se com as seguintes características (Dias et al., 2007):

- ✓ Possui menor teor de fósforo que o óleo de soja. O fósforo eleva a formação de sabões e ácidos graxos, causadores de entupimentos dos filtros de motores;
- ✓ Apresenta melhor estabilidade à oxidação que os óleos de soja e girassol. Esse fato é devido às ligações insaturadas existentes nas cadeias carbônicas provenientes dos ácidos graxos, o que pode prejudicar o armazenamento e utilização do biodiesel;
- ✓ O óleo possui baixo ponto de solidificação, inferior a 10 °C negativos, valores bem diferentes dos óleos de macaúba e dendê (15 °C positivos), aspecto que pode favorecer o emprego nas regiões de clima temperado;
- ✓ Comparado à mamona, possui menor viscosidade e densidade. Esses aspectos refletem no mecanismo do jato de combustível e no processo de combustão;

- ✓ O tempo de armazenamento das sementes pode ser mais longo se comparado com o dendê e macaúba, sem os inconvenientes da deterioração do óleo por aumento da acidez nos frutos.

Comparando o teor de óleo da semente do pinhão manso com o de outras culturas Câmara e Heiffig, (2006) destaca: pinhão manso (52 %), girassol (50%), canola, (48%), mamona (45%), amendoim (43%), crambe (40%), soja (20%), dendê (20%) e o algodão com (15%) de óleo. Outra questão importante do pinhão é que sua idade produtiva pode ser estender por até 40 anos (Open shaw, 2000) e leva de três a quatro anos para se efetuar a primeira colheita, produz até duas toneladas de óleo por hectare, o que reflete de forma positiva para o cultivo da espécie (Carnielli, 2007). Existem relatos sobre o uso de óleo das sementes de pinhão em lamparinas e candeeiros, por ser inodoro e ao ser queimado não produz fumaça (Saturnino et al., 2005).

Além dos aspectos citados anteriormente o látex da planta é utilizado na medicina caseira como cicatrizante hemostático e purgante, as folhas são usadas para combater doenças de pele, reumatismo e possuem poder antissifilítico, entretanto verificam-se casos de intoxicação pelas sementes quando ingeridas em excesso, o que pode ser fatal. As substâncias tóxicas encontradas são a globulina, curcasina e o ácido jatrópico (Arruda et al., 2004).

Embora o farelo residual, produzido após a extração do óleo, seja rico em potássio, fósforo e nitrogênio podendo ser utilizado como fertilizante natural, as pesquisas atuais estão direcionadas para o cultivo da planta e a viabilidade de suas sementes na extração do óleo para o biodiesel (Carnielli, 2003; Beltrão, 2005).

A diversificação na produção nas propriedades agrícolas cria novas frentes de trabalho e ajuda a fixar o homem no campo. Além disso, gera impactos na economia regional: expectativa de geração de renda, impostos e ocupação da mão de obra. Nesse contexto o cultivo e a colheita do pinhão manso são realizados, em grande parte, manualmente, o que absorve grande contingente de mão de obra, fato considerado de grande relevância, do ponto de vista da oferta de trabalho e para a agricultura familiar (Pereira, 2007).

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

2.2. Secagem de sementes por convecção

A necessidade do desenvolvimento de trabalhos de pesquisa sobre secagem de sementes no Brasil aumentou nas últimas décadas, com o objetivo de melhorar a tecnologia de produção. Quando a pesquisa em tecnologia de sementes se intensificou e a indústria de equipamentos recebeu incentivos, surgiram os primeiros trabalhos relacionados à secagem (Garcia et al., 2004).

O processo de secagem visa à redução da umidade de um material, podendo-se ter assim um aumento no tempo de manutenção, além de facilitar o transporte, manuseio e armazenamento. Para impedir o “armazenamento no campo” torna-se indispensável acelerar ao máximo o momento de colheita, obtendo sementes com grau de umidade tal que ocorrerá a necessidade de secagem artificial imediata, mas, em compensação, possibilita conseguir sementes que apresentem reduzidos índices de danos e deterioração, permitindo ao produtor melhor planejamento da colheita (Garcia et al., 2004).

A prática da secagem é classificada quanto ao uso de equipamentos (natural ou artificial), o período no fornecimento de calor (contínuo ou intermitente) e a movimentação da massa de sementes (estacionário ou contínuo). Na secagem artificial, a fonte de calor pode ser variável. O que caracteriza a prática como artificial é o fato de que o processo é efetuado com o auxílio de alternativas mecânicas, elétricas ou eletrônicas e o ar, que atravessa a massa de sementes, é forçado. Apresentam vantagens de permitir o controle da temperatura, do fluxo do ar de secagem e do tempo de exposição das sementes ao ar aquecido, fatores fundamentais para garantir a eficiência do processo (Cavariani, 1996, citado por Garcia et al., 2004).

Segundo Junior et al.(1999), a produção de grãos ou sementes com alta qualidade requer, entre outras recomendações, que o produto seja colhido sadio e antecipadamente, visando minimizar as perdas ocasionadas no campo pelo ataque de insetos, doenças e microrganismos.

Na secagem contínua, as sementes passam no secador apenas uma vez, ficando exposto um determinado período ao ar aquecido e outro na câmara de resfriamento. Nessas condições, a massa de sementes atinge temperaturas elevadas, ficando expostas aos danos térmicos, que podem causar redução na viabilidade e no vigor (Carvalho, 1994).

A secagem intermitente é caracterizada pela permanência das sementes em contato com o ar aquecido por períodos curtos, intercalados com períodos sem exposição ao fluxo de ar aquecido na câmara de equalização. O período de equalização possibilita a redistribuição da umidade no interior das sementes, reduzindo o gradiente hídrico e térmico (Baudet et al., 1999).

A secagem estacionária consiste em forçar o fluxo de ar através de uma camada de sementes, que permanece estática no interior do secador, normalmente, um silo com fundo perfurado. Neste caso a secagem ocorre da base para o topo da camada de sementes ou em um silo, com tubo central perfurado, que permite a distribuição do fluxo de ar do centro para a periferia (Garcia et al., 2004).

A secagem de sementes por convecção compreende, basicamente, dois processos simultâneos: 1. Evaporação da água superficial das sementes para o ar circundante. 2. Movimento de água do interior para a superfície das sementes, em virtude de gradiente hídrico entre essas duas regiões (Moraes, 2000; Garcia et al., 2004).

O vapor d'água presente nas sementes tende a ocupar todos os espaços intercelulares, gerando pressões em todas as direções. Por outro lado a água presente no ar de secagem sob a forma de vapor exerce, também, uma pressão parcial, designada pressão parcial de vapor d'água no ar. A forma mais empregada para aumentar o diferencial entre as pressões de vapor da superfície das sementes e do ar de secagem é o aquecimento do ar, diminuindo sua umidade relativa, que adquire maior capacidade de retirada de água (Garcia et al., 2004).

Segundo Silva et al., (2000), a secagem artificial de sementes é realizada por meio da ventilação forçada e a secagem natural com ventilação natural que é feita com energia solar. Na secagem com ventilação forçada o ar é movimentado mecanicamente por meio de ventiladores onde se usa vários secadores por convecção, que podem atuar tanto em altas quanto em baixas temperaturas.

Os secadores por convecção têm sido os mais recomendados para secagem de materiais granulares e coloidais. Na secagem por convecção, a condição está associada à taxa de transferência de vapor d'água através da superfície do produto. Desta forma, se uma massa de ar seco passa pela superfície de um sólido que contém água, a perda de umidade ocorre devido à evaporação na superfície (Crank, 1975).

O tempo de permanência do produto na câmara de secagem pode estar associado à redução da qualidade dos grãos e sementes (Chen et al., 1990; 1991), por isso os parâmetros listados devem ser considerados:

- Temperatura do ar e do produto;
- Umidade relativa do ar;
- Velocidade do ar de secagem;
- Taxa de secagem do produto;
- Teor de água inicial e final do produto;
- Sistema de secagem empregado.

Os fatores de qualidade a serem preservados durante a secagem dependem do uso final do produto. Assim como ocorre para a colheita, há um teor de água apropriado para o armazenamento de sementes ou grãos, durante o qual o teor de água deve ser mantido em níveis que impeçam ou dificultem a proliferação de fungos e insetos (José et al., 2004; Garcia et al., 2004).

2.2.1 Controle efetivo das variáveis envolvidas (temperatura e fluxo de ar)

Estudos têm sido feitos para melhor conhecimento do efeito da temperatura do ar de secagem, associado a outros fatores, sobre a redução da qualidade fisiológica de sementes (Brooker et al., 1992).

Saravia (2006) estudou o manejo da temperatura do ar na secagem intermitente de sementes de arroz cultivar EL Paso L-144 e concluiu que a secagem com temperaturas de condicionamento do ar crescentes (até 60 °C) proporciona a manutenção da qualidade fisiológica das sementes de arroz.

Levien (2005) avaliou a secagem estacionária de sementes de soja adotando a umidade relativa do ar de secagem menor no início e maior no final e vice-versa. As sementes foram dispostas a distâncias radiais de 0,15; 0,30 e 0,45 m do tubo central perfurado nas alturas de 0,90; 2,70 e 4,50 m da base do

secador. Os autores concluíram que a qualidade fisiológica imediata das sementes de soja secas em secadores estacionários com distribuição radial do ar, não é afetada negativamente pela variação da umidade relativa do ar de secagem.

Eicholz (2005) estudou a secagem estacionária de milho com distribuição axial de ar ($5,0 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1} \text{ t}^{-1}$), utilizando secador comercial. Os resultados permitiram concluir que a secagem estacionária empregando ar até $47 \text{ }^\circ\text{C}$, não causa efeitos imediatos prejudiciais à qualidade fisiológica das sementes de milho para as condições estudadas.

Sementes de soja foram avaliadas em experimento com secagem estacionária e distribuição radial de ar, variando o fluxo ($26,9$, $28,4$ e $33,2 \text{ m}^3/\text{min}/\text{t}$) e a temperatura do ar insuflado (42 , 46 e $50 \text{ }^\circ\text{C}$), considerando a posição das sementes na massa (17 e 51 cm em relação ao cilindro de insuflação) e o tempo de secagem (0 a 12 h , com intervalos de 4 h). A qualidade fisiológica foi menos prejudicada nas combinações dos menores fluxos de ar ($26,9$ e $28,4 \text{ m}^3/\text{minuto}/\text{t}$) com a maior temperatura $50 \text{ }^\circ\text{C}$ (Miranda et al.,1999).

Sementes de milho foram avaliadas por meio da secagem estacionária com distribuição radial do fluxo de ar variando de $18,6$, $20,3$ e $24,7 \text{ m}^3/\text{min}^{-1} \text{ t}^{-1}$ e a temperatura do ar insuflado (40 , 44 e $48 \text{ }^\circ\text{C}$) Cava riani et al.,(1998). Os autores concluíram que os fluxos de $18,6$ e $20,3 \text{ m}^3/\text{min}./\text{t}$ e o uso da temperatura de $40 \text{ }^\circ\text{C}$ foram os mais favoráveis ao desempenho fisiológico das sementes de milho.

A definição da temperatura e do fluxo de ar em condições operacionais tem-se constituído em referencial de apoio a ser empregado na secagem, que conforme observado nos trabalhos citados anteriormente, participa diretamente no resultado final do processo de secagem de sementes.

2.2.3 Secagem de sementes em temperaturas superiores a $40 \text{ }^\circ\text{C}$

A secagem de sementes realizada de maneira inadequada pode ocasionar injúrias irreversíveis às sementes, comprometendo a qualidade e sua comercialização. O teor de água das sementes no início da secagem, genótipo e a temperatura do ar de secagem têm influência na qualidade final das sementes (Schuh, 2010).

O efeito da temperatura do ar de secagem sobre a qualidade fisiológica e os danos mecânicos do milho foi estudado por Franceschini (1997), que observou que a suscetibilidade à quebra das sementes aumenta com a temperatura do ar de secagem e a percentagem de germinação é reduzida.

Estudos com o objetivo de avaliar o efeito imediato e latente do emprego de altas temperaturas de secagem na qualidade fisiológica das sementes de mamão cv. Golden foram realizados por Carlesso et al., (2009) utilizando-se testes de secagem por convecção em camada delgada a 50 e 58 °C, empregando-se fluxo de ar seco de $1,00 \text{ kg s}^{-1} \text{ m}^{-2}$. As sementes foram armazenadas a 15 °C durante 90 e 180 dias, em embalagens herméticas. Os autores concluíram que as temperaturas estudadas causam efeito negativo imediato sobre o vigor das sementes de mamão. Quanto ao efeito latente, apenas as sementes secas a 58 °C e armazenadas durante 180 dias mantiveram o mesmo vigor. Em relação ao percentual de germinação, as sementes secas a 50 °C e avaliadas imediatamente após a secagem foram influenciadas negativamente pela secagem.

Estudo com secagem de sementes de pinhão manso foi realizado por Ullmann et al., (2010). As sementes foram submetidas a temperaturas de 30, 40, 50, 60 e 70 °C. Resultados mostraram que, em temperatura de 70 °C o valor da germinação foi inferior às demais, isso pode ter ocorrido em função de uma deterioração das membranas das células das sementes. Ficou evidenciado que temperaturas de secagem acima de 60 °C removem a água do interior das sementes de pinhão manso com maior rapidez, ocasionando microfissuras em nível celular.

Testes de secagem de sementes de girassol da Var. EMBRAPA 122, em estufa de convecção forçada de ar foram conduzidos em temperaturas de 30, 40, 50, 60 e 70 °C. Os autores afirmam que, temperaturas de 30 a 60 °C, podem ser aplicadas para preservar a qualidade fisiológica destas sementes, de fundamental importância para fins de propagação da cultura (Santos et al., 2009).

Foi realizada uma análise da cinética de secagem de sementes de girassol, a fim de avaliar a influência na qualidade fisiológica das sementes. Os experimentos foram realizados utilizando monocamadas de sementes. As temperaturas empregadas foram de 40, 65, 80, 93 e 105 °C. As sementes de girassol mostraram-se tolerantes à secagem em temperaturas da fonte de até 80

°C preservando o seu poder germinativo em cerca de 80%, o que prova a preservação de sua qualidade fisiológica (Carvalho et al., 2009).

Sementes de milho da cultivar IAPAR 26 apresentando 22% de água foram submetidas à secagem intermitente rápida e lenta, sob temperaturas de 60 °C e 70 °C, respectivamente. A qualidade fisiológica foi avaliada nas sementes amostradas, antes da secagem, no estágio intermediário e ao final das secagens, por meio de testes de germinação. Os autores afirmam que secagens intermitentes rápidas e lentas, com velocidades médias de 1,7 e 2,7 respectivamente, nas temperaturas empregadas, foram eficientes na remoção de água de sementes de milho com alto grau de umidade e não afetaram imediatamente a qualidade fisiológica (Ahrens et al., 1998).

De acordo com Prete et al., (1995), o efeito da temperatura de secagem em estufa com circulação forçada de ar, de frutos de café colhidos nos estádios de maturação cereja independente da temperatura de secagem, resultou em grãos normais, com pequenos números de defeitos. Para Reinato et al., (2002) a secagem é um dos processos mais comumente empregados para assegurar a qualidade e a estabilidade de produtos agrícolas. A perda de água causa modificação da estrutura celular e, conseqüentemente, altera a forma e as dimensões das sementes.

José et al., (2004) avaliaram sementes de 12 linhagens de milho (seis tolerantes e seis intolerantes à alta temperatura de secagem) com teor de água em torno de 35% e secas a 45 °C até atingirem o conteúdo final de água de, aproximadamente, 8%. Foram obtidos resultados significativos para a tolerância à alta temperatura de secagem. Dentro da variabilidade genotípica observada nos cruzamentos, o efeito contribuiu com 49% tanto para o teste de germinação como no teste frio. No controle genético da tolerância à alta temperatura de secagem provavelmente ocorreu efeito materno. A alta temperatura de secagem é uma característica importante a ser avaliada nos programas de melhoramento.

Sementes de café foram submetidas à secagem em temperatura variando entre 30 e 60 °C, para duas condições de umidade relativa do ar de secagem (20 e 40%) e do estudo da armazenabilidade dessas sementes durante um período de seis meses sob condições de ambiente não controlado e com temperatura controlada de 15 °C. A germinação e o vigor das sementes de café diminuíram com a redução da umidade relativa e com o aumento da temperatura do ar de

secagem e, ainda, com o período de armazenamento e aumentaram com a redução da temperatura de armazenagem para 15 °C (J unior et al., 2006).

A qualidade fisiológica de sementes de maracujá amarelo foi avaliada a partir dos efeitos imediatos e latentes da temperatura de secagem. Foram utilizados quatro níveis de temperatura do ar de secagem (ambiente à sombra, 30, 35 e 40 °C), fluxo de ar, $48 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1} \text{ m}^{-2}$, e teores de água inicial e final de cerca de 35 e 10 % b.u., respectivamente. A qualidade fisiológica foi verificada por testes de germinação e vigor. Logo após a secagem, as sementes foram embaladas e armazenadas em câmara do tipo B.O.D. a 15 ± 1 °C. As temperaturas utilizadas na secagem das sementes não influenciaram a germinação. O armazenamento durante três e seis meses não afetou a qualidade fisiológica das sementes. Portanto, os autores concluíram que a secagem das sementes de maracujá pode ser realizada à sombra ou em temperaturas de 30 a 40 °C sem afetar a qualidade fisiológica das mesmas (Carlesso et al., 2008).

Estudos avaliaram dois períodos de colheita com secagem natural e artificial e a qualidade fisiológica de sementes de mamona. Foram utilizadas sementes das cultivares Al Guarany 2002 e BRS 188 Paraguaçu produzido na Embrapa Clima Temperado (Pelotas, RS), provindas da segunda floração. O experimento consistiu de cinco tratamentos: colheita antecipada das sementes e secagem artificial, utilizando quatro temperaturas: 40 (testemunha), 60, 80 e 100 °C, e retardamento de 25 dias na colheita e secagem natural das sementes na planta-mãe. A colheita antecipada de sementes de mamona (70% dos frutos secos) e o uso de secagem artificial a 40 °C propiciam a obtenção de sementes de mamona de alta qualidade fisiológica, porém temperaturas superiores foram danosas (Zuchi et al., 2009).

Silva et al., (2007) verificaram que, a redução do teor de água da soja de 50% (b.u.) até 20% (b.u.) não causou prejuízo para a germinação de sementes com secagem em temperatura de até 45 °C.

As sementes da oleaginosa canola (*Brassica napus* L. Var. Oleifera) foram estudadas quanto ao efeito da temperatura e da umidade relativa do ar de secagem sobre a qualidade das mesmas. As sementes, com teor de água inicial de aproximadamente 13% (b.u), foram submetidas à secagem em camadas finas até atingir o teor de água final em torno de 8% (b.u.). Para os testes de secagem, utilizaram-se quatro temperaturas e quatro umidades relativas do ar: 30 40, 50 e

60 °C. Observou-se que houve efeito significativo da temperatura sobre o vigor e a germinação das sementes de canola, sendo que a combinação de 30 °C de temperatura com 60% de umidade relativa do ar de secagem foi a que proporcionou melhores taxas de germinação e vigor (Christ, 1996).

Estudos desenvolvidos por Bezerra et al., (2003) verificaram efeito da secagem em sementes de macela. Uma amostra foi levada ao secador (40 °C/72 h) e a outra foi embalada em saco plástico em uma câmara (20 °C) pelo mesmo período. Resultados mostraram que a secagem não influenciou a qualidade fisiológica das sementes de macela.

Apesar das vantagens da secagem artificial foram observados danos nas sementes ocasionando reduções na sua qualidade fisiológica. Tais danos variam com a intensidade da secagem, com a qualidade e teores de água iniciais das sementes, aliados aos aspectos genéticos. Outra questão é a retirada de água das sementes durante a secagem que pode acarretar alterações químicas, físicas e biológicas, tornando críticas as condições de realização da secagem. Em geral, as reduções na qualidade fisiológica das sementes são acompanhadas pelo acréscimo na liberação de eletrólitos e açúcares pelas sementes embebidas em água, relacionado à perda de permeabilidade seletiva das membranas celulares (Cavariani et al., 1996 citado por Garcia et al., 2004).

É recomendado que a secagem de sementes seja realizada de tal forma que sua temperatura não exceda 40 °C, para que não haja redução acentuada de sua qualidade fisiológica. No entanto, a temperatura máxima na qual as sementes podem ser expostas durante a secagem depende do seu teor de água e do tempo de exposição a essa condição. Segundo Carlesso et al., (2007), é possível que a utilização de secagem em altas temperaturas possa ser utilizada para aumentar a eficiência da secagem de sementes de mamão, reduzindo o manuseio e o tempo de secagem e mantendo a qualidade fisiológica.

A secagem utilizando altas temperaturas foi estudada por Baker et al., (1991), que reforçaram a hipótese de que temperaturas elevadas de secagem reduzem a germinação, causam danos na membrana celular, desorganização de componentes celulares e ainda podem resultar em redução no número e tamanho do grão de amido em eixo embrionário de sementes de milho. Sementes secas a 50°C sofreram maior lixiviação de açúcares e hidrólitos em relação às secas a 35°C, o que pode ser um indicativo do aumento da permeabilidade das

membranas, possivelmente por alterações nos lipídios que as constituem, diminuíram a solubilidade e a capacidade de ligação das proteínas (Peplinski et al., 1994) e injúrias na estrutura da mitocôndria, refletindo na taxa respiratória (Burris et al., 1997).

A qualidade fisiológica das sementes de milho doce cultivar BR 400 (*bt*) foi estudada em função do teor de água na colheita e da temperatura de secagem em espiga. As espigas foram submetidas à secagem em estufas com circulação forçada nas temperaturas de 30 e 40°C. Foi utilizada uma testemunha com sementes secas em campo com 10,1% de teor de água. As avaliações da qualidade fisiológica das sementes (vigor, primeira contagem do teste de germinação) foram realizadas antes e após seis meses de armazenamento. Os resultados apontaram que as sementes da cultivar BR 400 (*bt*), com teor de água igual ou menor do que 35% podem ser submetidas à secagem em espiga à temperatura de 30 ou 40°C, sem perdas significativas em sua qualidade fisiológica (Guissem et al., 2002).

Mecanismos de proteção capazes de manter os sistemas de membranas das células são desenvolvidos por sementes que toleram a dessecação. As substâncias de reserva são mantidas em condições de readquirir suas funções fisiológicas quando as sementes são reumedecidas. O desenvolvimento desses mecanismos depende de características genéticas da espécie. A ausência ou inefetiva expressão de um ou mais desses mecanismos determina o grau relativo de sensibilidade à dessecação (Pammenter e Berjak, 1999).

Como atividade econômica a secagem é um trabalho artificial e mecânico, destinado a remover o excesso de água, levando o produto a um padrão exigido para cada espécie com a responsabilidade de não alterar as propriedades físico, química e biológica, mantendo a qualidade das sementes desenvolvidas durante os estádios de campo (Amaral e Dalpasquale, 2000).

3. TRABALHOS

3.1. EFEITO DA TEMPERATURA DE SECAGEM NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE PINHÃO MANSO

RESUMO

O presente trabalho objetivou analisar a secagem das sementes de pinhão manso, bem como verificar o efeito das diversas temperaturas na qualidade do produto, porcentagem de germinação e índice de velocidade de emergência (IVE). A secagem foi realizada em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de vinte e cinco sementes por tratamento. Foi utilizado secador experimental para testar as temperaturas de 29, 35, 40, 45 e 50 °C e os dados foram comparados por equação de regressão. Os resultados mostraram que a combinação dos diferentes teores de umidades iniciais das sementes com o aumento da temperatura do ar de secagem provocou redução tanto no vigor quanto na germinação de sementes de pinhão manso.

Palavras-chave: Germinação, *Jatropha curcas* L., qualidade

ABSTRACT

The present work aimed to evaluate the drying of *Jatropha* seeds as well as verify the effect of several temperatures over product quality, percentage of germination and Index of Emergence Speed (IES). The drying was accomplished in completely randomized design block with four replications of twenty five seeds in each treatment. It was used an experimental dryer to test the temperatures 0^oC, 29, 35, 40, 45 and 50 ^oC and the data were compared by regression equation. The results lead us to conclude that the combination of different initial humidity contents of seeds with the increase of drying air temperature provoked a decrease as much in vigor as in *Jatropha* germination.

Keywords: Germination, *Jatropha curcas* L., Seed quality.

INTRODUÇÃO

A oleaginosa conhecida popularmente por pinhão manso tem sido alvo de estudos por apresentar potenciais para a produção de biodiesel, devido ao seu teor de óleo nas sementes que varia entre 30 e 40%, com produção anual de 1.100 e 1.700 l/ha (Nunes, 2007).

Para a melhoria do processo de produção dessa cultura as tecnologias de produção e conservação das sementes encontram-se como limitações, dentre as quais está o processo de secagem das sementes. A secagem é o processo mais utilizado para assegurar a qualidade e estabilidade na fase de pós-colheita dos produtos vegetais, considerando que a diminuição da quantidade de água do material reduz a atividade biológica e as mudanças químicas e físicas que ocorrem durante o armazenamento (Ullmann et al., 2010).

Os fatores de qualidade a serem preservados durante a secagem dependem do uso final do produto. Assim como ocorre para a colheita, há um teor de água apropriado para o armazenamento de sementes ou grãos, durante o qual

o teor de água deve ser mantido em níveis que impeçam ou dificultem a proliferação de fungos e insetos (José et al., 2004; Garcia et al., 2004).

Para a secagem de sementes podem ser usados vários processos dentre os quais se encontram a secagem de sementes por convecção. A secagem por convecção compreende, basicamente, dois processos simultâneos; Evaporação da água superficial das sementes para o ar circundante; Movimento de água do interior para a superfície das sementes, em virtude de gradiente hídrico entre essas duas regiões (Garcia et al., 2004; Moraes, 2000).

Os secadores por convecção têm sido os mais recomendados para secagem de materiais granulares e coloides. A secagem por convecção está associada à taxa de transferência de vapor d'água através da superfície do produto. Desta forma, se uma massa de ar seco passa pela superfície de um sólido que contém água, a perda de umidade ocorre devido à evaporação na superfície (Crank, 1975).

A qualidade das sementes pode ser avaliada por alguns testes, após o processo de secagem, dentre eles, o teste de germinação, no qual a qualidade fisiológica é avaliada, sendo considerado o principal parâmetro utilizado para a avaliação da mesma. O teste permite conhecer o potencial de germinação de um lote em condições favoráveis, sendo os resultados utilizados para determinar a taxa de semeadura, para a comparação do valor de lotes e para a comercialização, pois possibilita a obtenção de resultados comparáveis entre laboratórios (Carvalho e Nakagawa, 2000). O teste de germinação deve seguir procedimento padrão recomendado pelas RAS - Regras para Análise de Sementes, publicação oficial que normatiza a análise de sementes, para que seja reproduzível, e a germinação ocorra nas condições ótimas para cada espécie (Brasil, 2009).

Assim sendo, na ausência de um protocolo para teste de germinação de sementes de pinhão manso, Beltrão et al. (2001) utilizaram para análise, as mesmas condições indicadas para mamoneira (*Ricinus communis* L.), pertencente à mesma família (Euphorbiaceae) e ao mesmo gênero. Além de alto teor de óleo e ser uma espécie originária de clima tropical.

As informações a respeito das alterações que podem ocorrer nas características das sementes de pinhão manso durante a secagem são poucas na

literatura. Deste modo, torna-se importante a produção de trabalhos relativos ao assunto, podendo assim originar informações que permitam a secagem de forma mais eficiente das sementes com a conservação do padrão de qualidade do produto. Assim, investigações sobre diferentes métodos de secagem tornam-se necessários na produção e tecnologia de sementes dessa espécie. Portanto, objetivou-se nesse trabalho verificar o efeito da temperatura de secagem sob a qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Engenharia Agrícola (LEAG) e no Laboratório de Sementes da Universidade Estadual do Norte Fluminense - Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes, RJ. Foram utilizadas sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas L.*), oriundas de frutos coletados em 12/05/2010 na área experimental do Instituto Capixaba de Pesquisa e Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), na cidade de Linhares no Estado do Espírito Santo. A colheita dos frutos e o beneficiamento foram realizados manualmente. Parte dessas sementes foi então utilizada para avaliação do seu potencial fisiológico antes da realização de qualquer procedimento de secagem por convecção (tratamento controle).

O teor de água inicial das sementes foi determinado antes de se iniciar o teste de secagem, empregando-se temperatura de 105 °C, por 24 h (sementes inteiras) (Brasil, 2009). A secagem das sementes de pinhão manso foi realizada a T.a (temperatura ambiente), 0, 35, 40, 45 e 50 °C, com fluxo médio de ar seco de 0,7ms⁻¹ utilizando-se secador protótipo de camada delgada, fabricado pela Indústria e Comércio de Máquinas Polidryer Ltda.; a câmara de secagem é composta por três bandejas de 0,50 x 0,62 m, construídas de malha de aço galvanizado, dispostas no secador de forma a proporcionar fluxo de ar tangencial.

As sementes foram espalhadas no fundo perfurado dessas bandejas, formando uma camada fina de altura correspondente à espessura de uma semente. Essas três bandejas foram dispostas sobre uma das bandejas principais da câmara de secagem. A massa inicial de sementes em cada uma das bandejas

foi determinada antes do início da secagem. Sendo assim, a redução do teor de água das sementes foi monitorada por gravimetria, pesando-se o conjunto bandeja-amostra em intervalos regulares de 5 min nos primeiros 30 min, de 10 min até os 120 min, de 15 min até 180 min e de 30 min a partir de 180 min, utilizando-se uma balança digital Sartorius, modelo BP 4100S, com grau de acurácia de 0,01 g. A temperatura e a umidade relativa do ar de secagem foram monitoradas por meio de um psicrômetro instalado no interior do secador.

De forma a uniformizar a secagem as bandejas depois de pesadas, retornavam ao secador, efetuando-se um rodízio de suas posições. Tal procedimento foi necessário, pois testes preliminares mostraram que a taxa de secagem das sementes em cada bandeja apresentava ligeira diferença, provavelmente, devido à desuniformidade do fluxo de ar e temperatura observados em diferentes posições na câmara de secagem.

A velocidade do ar de secagem foi medida com anemômetro de pás rotativas Airflow, modelo AV6, posicionado na saída de ar do secador. A temperatura do ar de secagem foi medida utilizando-se um termômetro de mercúrio, com divisão da escala igual a 1 °C, colocado logo abaixo da câmara de secagem. As leituras de velocidade e temperatura foram registradas um minuto antes de cada pesagem. A temperatura e umidade do ar ambiente foram medidas com aparelho digital Hygrometer - Série 485, fabricado pela Dwyer Instruments, Inc. Pretende-se, com este monitoramento, calcular as propriedades psicrométricas do ar de secagem, utilizando-se o programa computacional GRAPSI, desenvolvido por Melo et al., (2004).

A secagem foi interrompida apenas quando o teor de água das sementes se encontrava próximo ao equilíbrio para as condições em que foram realizados os testes, isto é empregando-se cinco temperaturas do ar de secagem 29 (T.a), 35, 40, 45 e 50°C. Durante o processo de secagem, as bandejas com as amostras foram pesadas periodicamente até atingir teores de água de 49% para 12% b.u.; 49% para 13 % b.u.; 47% para 12% b.u.; 48% para 7% b.u.; 47% para 9% b.u.

Logo após a secagem, parte da amostra foi utilizada para determinação do teor de água final e a outra parte foi utilizada para realização dos testes de qualidade fisiológica em condições de laboratório. Por não existir regras ou normas específicas estabelecidas para avaliação da qualidade fisiológica de

sementes de pinhão manso, baseou-se em informações contidas em Martins et al., 2008.

O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 25 sementes, semeadas em bandejas e em seguida com areia acondicionadas em germinador tipo "BOD" regulado para manter a temperatura constante de 35 °C e fotoperíodo de 8/16h de luz / escuro. A quantidade de água adicionada foi equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco, visando o umedecimento adequado e, conseqüentemente, a uniformização do teste. Para obtenção do índice de velocidade de emergência (IVE) e da germinação (%G) utilizou-se a metodologia descrita por Maguire (1962), iniciando a primeira contagem no quinto dia depois da semeadura até o décimo dia Martins et al., (2008). Os dados foram comparados por equação de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios das variáveis associadas ao ar ambiente e de secagem, as condições iniciais e finais das sementes e o tempo da secagem para realização do teste. Observa-se que, para as sementes submetidas à secagem nas temperaturas de 29, 35, 40, 45 e 50 °C foram necessárias respectivamente 20 h e 30 min, 11 h e 30min, 10 e 30 min, 11 h e 30min, 8 h e 30 min de secagem para reduzir o teor de água de cerca de 49% para 12% b.u., 49% para 13 % b.u., 47% para 12% b.u., 48% para 7% b.u., 47% para 9% b.u., ou seja, a taxa de secagem média nas temperaturas de 29, 35, 40, 45 e 50 °C respectivamente foi de 4,08, 3,7, 4,0, 6,8, 5,2 pontos percentuais de água retirados por hora de secagem .

Tabela 1. Condições médias do ar de secagem e das sementes de pinhão manso e tempo de secagem para as temperaturas de 29, 35, 40, 45 e 50 °C

Temperaturas de secagem	29 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C
Condições do ar ambiente					
Temperatura (°C)	28,8±1,3	30,0±1,1	28,9±0,3	30,3±1,3	30,6±1,7
Razão da mistura (kg kg ⁻¹)	0,014±0,001	0,016±0,002	0,016±0,001	0,016±0,001	0,016±0,001
Condições de secagem					
Temperatura (°C)	28,8±1,3	34,9±0,9	39,8±1,3	45,0±0,3	50,0±1,3
Fluxo de ar seco (kg s ⁻¹ m ⁻²)	0	0,779±0,020	0,772±0,023	0,771±0,037	0,753±0,027
Condições iniciais do produto					
Temperatura (°C)	26,8	34	42	45	50
Teor de água (% b.u.)	48,9±2,5	49,6±0,8	47,3±0,5	48,2±1,7	47,7±2,2
Condições finais do produto					
Temperatura (°C)	30	35	39	45	50
Teor de água (% b.u.)	12,0±0,2	13,3±1,6	12,4±2,0	7,1±0,1	8,9±0,1
Tempo de secagem					
Tempo (h)	20,5	11,5	10,5	11,5	8,5

Analisando a representação gráfica do efeito imediato da temperatura de secagem no vigor das sementes de pinhão manso, ou seja, aquela realizada imediatamente após a secagem das sementes (Figura 1) observa-se que, houve efeito negativo no vigor das sementes à medida que aumenta a temperatura. Esse resultado pode ser comparado ao encontrado por Zuchi et al., (2009), que secaram sementes de mamona das cultivares Al Guarany 2002 e BRS 188 Paraguaçu produzido na Embrapa Clima Temperado (Pelotas, RS) à temperatura de 40 °C. Resultados mostraram que o uso de secagem artificial a 40 °C propicia a obtenção de sementes de mamona de alta qualidade fisiológica, porém temperaturas superiores são danosas (Zuchi et al., 2009). Em geral, as reduções na qualidade fisiológica das sementes são acompanhadas pelo acréscimo na liberação de eletrólitos e açúcares pelas sementes embebidas em água, relacionado à perda de permeabilidade seletiva das membranas celulares (Cavariani et al., 1998). Já nas sementes sem secar a média do vigor das sementes foi de 3,93%, superior àquelas que foram submetidas aos tratamentos de secagem com as temperaturas de 29, 35, 40, 45 e 50 °C.

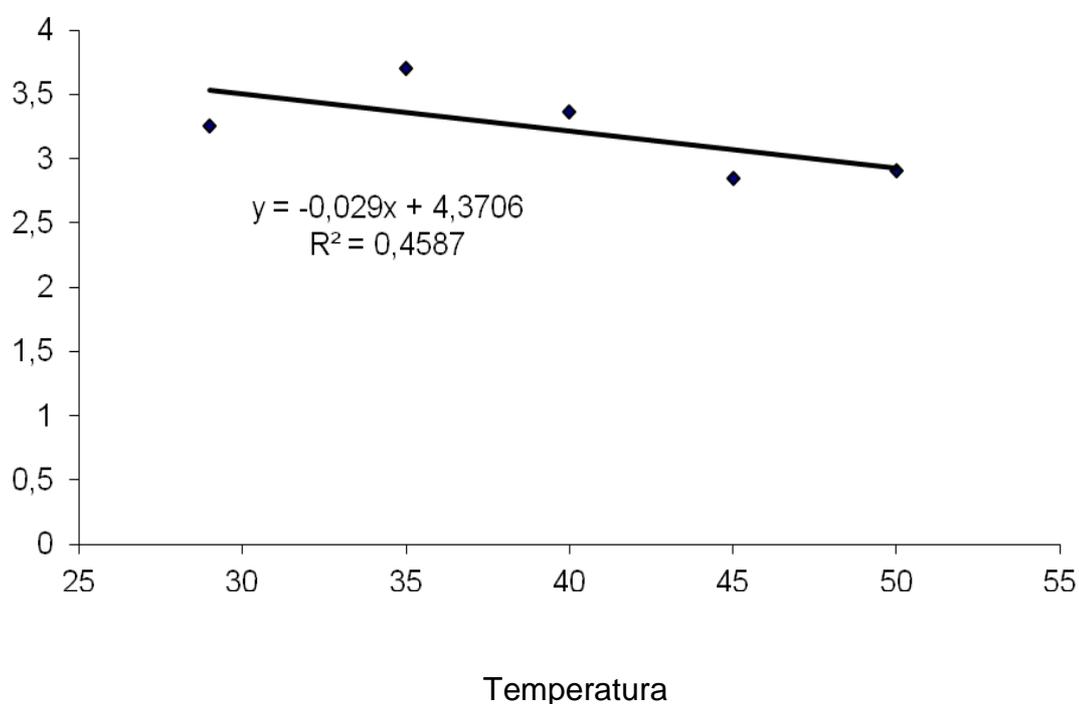


Figura 1. Índice de velocidade de emergência de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em condições de laboratório submetidas à secagem em diferentes temperaturas.

Na Figura 2 pode ser observado o efeito imediato das temperaturas de secagem sobre a germinabilidade das sementes de pinhão manso, estimado por meio do teste de germinação. Nota-se que à medida que aumenta a temperatura de secagem ocorre decréscimo na germinação das sementes. Tais resultados concordam com Fujii (2007), que também verificou que a germinação de sementes de canola foi reduzida com aumento da temperatura de secagem. No experimento realizado por Miranda et al., (1999) com sementes de soja os resultados se diferem onde a qualidade fisiológica das sementes foi menos prejudicada com a maior temperatura de secagem de 50 °C.

De acordo com Brooker et al., (1992), sementes submetidas à secagem com temperaturas elevadas passam por processos de degradação enzimática de proteínas do gérmen e a hidrólise de amido presente no embrião ocasionando a diminuição da sua viabilidade. Porém, ainda se faz necessário entender que a temperatura máxima de exposição das sementes vai depender do seu teor de água e do tempo de exposição das mesmas a essa condição.

Já no experimento realizado por Ullmann et al., (2010) com secagem de sementes de pinhão manso em temperaturas de 30, 40, 50, 60 e 70 °C. A secagem a 70 °C prejudicou a germinação em função da possível deterioração das membranas celulares das sementes. A partir dos resultados é possível verificar que temperatura de secagem acima de 60 °C remove a água do interior das sementes de pinhão manso com maior velocidade e poderá ocasionar microfissuras nos tegumentos das sementes. Já nas sementes sem secar a média da germinação das sementes foi de 99%, superior àquelas que foram submetidas aos tratamentos de secagem com as temperaturas de 29, 35, 40, 45 e 50 °C.

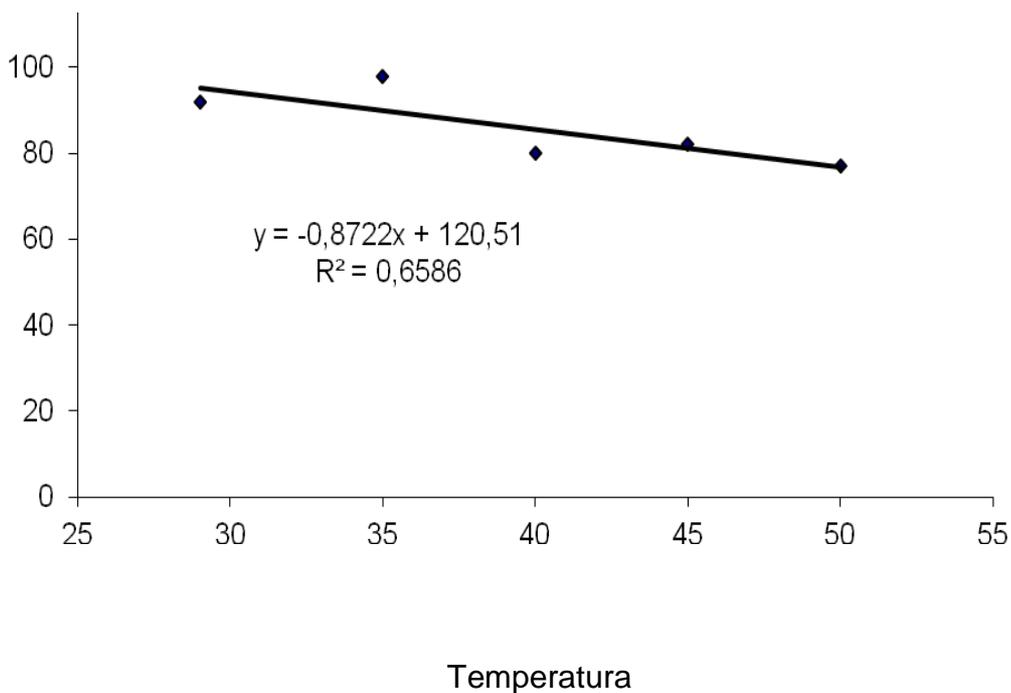


Figura 2. Germinação das sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em condições de laboratório submetidas à secagem em diferentes temperaturas.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos o vigor e a germinação das sementes de pinhão manso foram pouco afetados à medida que se aumentou as temperaturas de secagem até 50 °C.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Capes pela bolsa de pesquisa, Instituto Capixaba de Pesquisa e Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) por fornecer matéria-prima para realização da pesquisa e a Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beltrão, N.E.M., Silva, L.C., Vasconcelos, O.L., Azevedo, D.M.P., Vieira, D.J. Fitologia. In: Azevedo, D.M.P.; Lima, E.F. (2001) O agronegócio da mamona no Brasil. Campina Grande: Embrapa Algodão, p.36-61.
- Brasil. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. (2009) Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. Regras para análise de sementes. Brasília, DF,. 365p.
- Brooker, D. B., Bakker-Arkema, F. W., Hall, C. W (1992) Drying and storage of grains and oilseeds. New York: Van Nostrand Reinhold: 450p.
- Carvalho, N. M., Nakagawa, J (2000) Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: Funep. 588 p.
- Cavariani, C. Silva, W. R. Miranda, L. C., Nakagawa, J Belgiorno D. C. (1998) Secagem estacionária de sementes de milho com distribuição radial do fluxo de ar Revista Brasileira de Sementes, vol. 20, no 2, p.194-201.
- Crank, J. (1975) The Mathematics of Diffusion. 2nd Edition. Oxford: Clarendon Press, 414p.
- Fujii, K. (2007) Simulação de secagem de sementes de canola (*brassica napus*) com previsão de germinação. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas 131 p.
- Garcia, D.C., Barros. A.C.S.A., Peske, S.T., Menezes, N.L (2004) A secagem de sementes. Revista Ciências Rural, v.34, n.2, p.603-608.
- José S.C.B R., Pinho E.V.R.V., Pinho R. G. V ., Ramalho M. A. P., Filho J. L. S (2004) Controle genético da tolerância à alta temperatura de secagem em sementes de milho Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.3, n.3, p.414.
- Melo, E.C., Lopes, D.C., Corrêa, P.C. (2004) GRAPSI – Programa computacional para o cálculo das propriedades psicrométricas do ar. Engenharia na Agricultura, 12: 145-154.
- Miranda, L.C., Silva, W.R., Cavariani., C. (1999) Secagem de sementes de soja em silo com distribuição radial do fluxo de ar. Pesq.agropec.bras., Brasilia, v.34,n.11.p.2109-2121.

- Nunes, L. F. (2007) Caracterização de frutos, sementes e plântulas e cultivo de embriões de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Lavras, Brasil, 78p.
- Ullmann, R, Resende, O, Sales, J. F, Chaves, T. H (2010) Qualidade das sementes de pinhão manso submetidas à secagem artificial. Revista Ciência Agronômica, v.41, n. 3, p. 442-447.
- Zuchi., J, Silmar., T. Peske, Bevilaqua., G. A. P,Silva., S. D. A (2009) Retardamento de colheita, métodos de secagem e qualidade de sementes de mamona. Revista Brasileira de Sementes, vol. 31, nº 3, p. 09-015

3.2. AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas* L.)

RESUMO

A garantia da qualidade fisiológica das sementes depende das condições de armazenamento. Posto que a sua qualidade não possa ser melhorada, boas condições durante este período contribuirão para mantê-las viáveis por um tempo mais longo, retardando o processo de deterioração. No presente estudo foi avaliado o efeito de cinco períodos de armazenamento em câmara refrigerada a 15 ± 1 °C, na viabilidade das sementes ao longo de 30, 60, 90, 150 e 240 dias de armazenamento em recipientes de vidro. Foram utilizadas quatro repetições de vinte e cinco sementes por tratamento e os dados foram comparados por equação de regressão. Os resultados levam a concluir que à medida que aumenta o tempo de armazenamento ocorre redução tanto no vigor quanto na germinação de pinhão manso.

Palavras-chave: oleaginosa, secagem, germinação

ABSTRACT

The guaranty of physiological quality of seeds depends on storage conditions. Considering that its quality cannot be improved, good conditions during this period will contribute to keep seeds viable for a longer period, lagging the deterioration process. In the present study, it was evaluated the effect of five storage periods in refrigerated camera at 15 ± 1 °C over seed viability during 30, 60, 90, 150 and 240 days of storage in glass reservoirs. Four replications of twenty five seeds were used in each treatment and the data were compared by regression equation. The results lead us to conclude that as the storage period increases, it occurs a decrease as much in vigor as in *Jatropha* germination.

Keywords: oleaginous, drying, germination.

INTRODUÇÃO

A produção agrícola do mundo depende fundamentalmente das sementes, logo, a manutenção de sua viabilidade durante o seu armazenamento é de particular importância. O armazenamento aplicado de modo adequado diminui a velocidade de deterioração das sementes, que se caracteriza por ser processo irreversível. Por isso melhores condições possíveis para o armazenamento das sementes é de grande valor (Almeida et al., 2010; Cabral et al., 2003).

O pinhão manso é uma espécie oleaginosa que se encontra em processo de domesticação, e tem sido frequente a ocorrência de problemas relacionados às sementes que apresentam germinação irregular e perda do poder germinativo após alguns meses de armazenamento (Severino et al., 2006).

Sementes de oleaginosas, quando impropriamente armazenadas, se deterioram. As condições de armazenamento são decisivas para segurança da qualidade fisiológica das sementes e, embora a sua qualidade não possa ser melhorada, adequadas condições durante este período contribuirão para mantê-las viáveis por um tempo mais extenso, retardando o processo de deterioração

(Sedyama et al., 1981), o que faz com que os produtores de sementes se preocupem com a utilização de técnicas que propiciem a minimização dos fatores de deterioração.

Saturnino et al., (2005) explicam que a diminuição da capacidade germinativa que ocorre durante o período de armazenamento à temperatura ambiente é devido a um processo de deterioração que ocorre gradativamente durante o tempo de estocagem.

Assim, objetivou-se, neste estudo, avaliar a qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso submetidas a cinco períodos de armazenamento, buscando obter as melhores condições que minimizem a perda do seu padrão de qualidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório Engenharia Agrícola (LEAG) e no Laboratório de Sementes da Universidade Estadual do Norte Fluminense - Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes, RJ. Foram utilizadas sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas L.*), oriundas de frutos coletados em 12/05/2010 na área experimental do Instituto Capixaba de Pesquisa e Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), na cidade de Linhares, no Estado do Espírito Santo. A colheita dos frutos e o beneficiamento foram realizados manualmente. Parte dessas sementes foi então utilizada para avaliação do seu potencial fisiológico antes da realização de qualquer procedimento de secagem por convecção (tratamento controle).

A secagem foi interrompida apenas quando o teor de água das sementes se encontrava próximo ao equilíbrio para as condições em que foram realizados os testes, isto é, empregando-se cinco temperaturas do ar de secagem 29, 35, 40, 45 e 50°C. Durante o processo de secagem, as bandejas com as amostras foram pesadas periodicamente até atingir teores de água de 49% para 12% b.u.; 49% para 13 % b.u.; 47% para 12% b.u.; 48% para 7% b.u.; 47% para 9% b.u..Os teores de água das sementes foram determinados por gravimetria, utilizando-se a estufa a 105 ± 1 °C, durante 24 horas, em três repetições (Brasil, 2009).

As sementes de pinhão manso foram acondicionadas em frascos de vidro, com tampa rosqueável e vedados com parafilm e logo depois armazenadas em câmara do tipo BOD a 15 ± 1 °C em períodos de 0, 30, 60, 90, 150 e 240 dias. A qualidade das sementes foi avaliada por meio dos testes de germinação. Foram quatro repetições de 25 sementes, semeadas entre areia e acondicionadas para germinar em câmara do tipo BOD em temperatura de 35 °C. e fotoperíodo de 8/16h de luz/escuro. A avaliação do teste de primeira contagem foi realizada no quinto dia após semeadura e com contagem final aos 10 dias da semeadura de acordo com Martins et al., 2008. O índice de velocidade de germinação (IVE) e o percentual de germinação (%G) foram calculados segundo a metodologia recomendada por Maguire (1962).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 pode-se observar que à medida que aumenta o tempo de armazenamento ocorre efeito negativo no vigor da oleaginosa em estudo. Esses resultados corroboram com estudos desenvolvidos com sementes de soja por Martins et al., (2001), que verificaram que independente do genótipo as sementes mantidas em temperatura ambiente apresentaram, a partir de 210 dias, vigor nulo, decréscimo acentuado na germinação gerando quase 100% de deterioração das sementes após 240 dias de armazenamento.

Gomes (1992), utilizando diferentes embalagens e condições de armazenamento para sementes de algodão, verificou após 12 meses de armazenamento, que independente das condições estudadas, a germinação das sementes decresceu significativamente. Já em estudos desenvolvidos por Freitas et al., (2009), verificou-se queda acentuada nas duas variáveis estudadas vigor e germinação de sementes de algodão mantidas em condições de laboratório quando comparadas àquelas em condições de sala refrigerada a 10 °C.

Observando-se o desempenho germinativo das sementes ao longo do armazenamento (Figura 1), nota-se que para sementes secadas em temperatura de 29 °C com teor de água final de 12% b.u. houve decréscimo significativo ao longo do armazenamento.

Em estudos de armazenamento de sementes de pinhão manso com teor de água na faixa de 4 a 5% b.u., Gusman e Aquino (2009), constataram apenas uma pequena queda na germinação quando as sementes foram mantidas em embalagens impermeáveis.

Já Figueiredo et al., (2006) estudaram o armazenamento de sementes de mamona, oleaginosa que apresenta comportamento semelhante ao do pinhão manso mantidas em condições de laboratório por seis meses em diferentes tipos de embalagens. Nesse caso os autores constataram que houve redução na germinação e vigor das sementes acondicionadas tanto em embalagens permeáveis como nas semipermeáveis.

O armazenamento de sementes de mamona foi estudado também por Machado (2007), sendo este feito em sacos de papel por seis meses, em condições ambientais. A autora verificou que a partir dos três meses houve redução tanto para velocidade como na germinação das sementes.

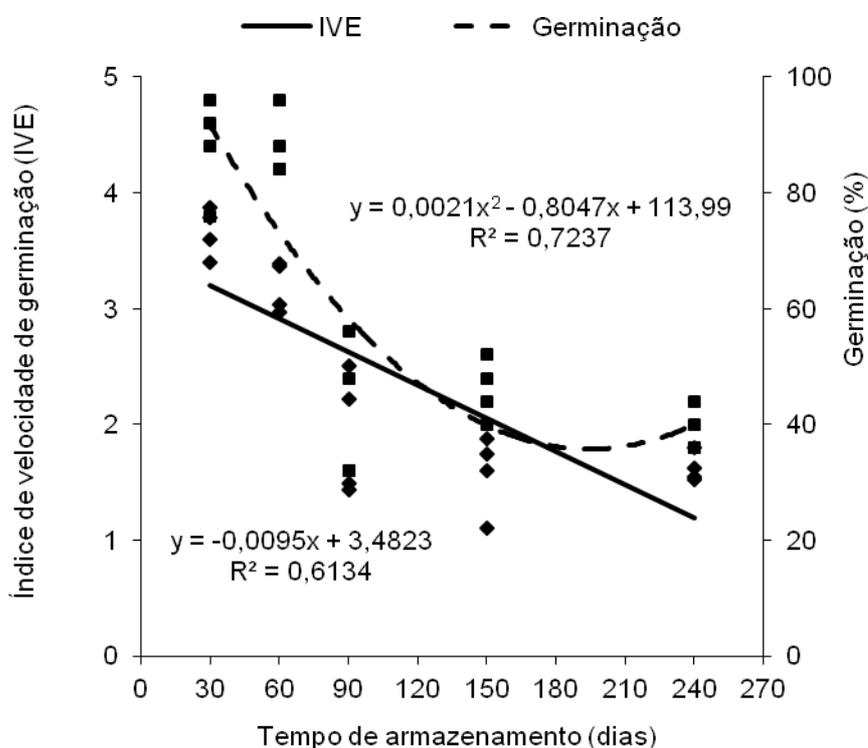


Figura 1. Índice de velocidade de germinação (IVE) e germinação das sementes de pinhão manso submetidas à temperatura de secagem de 29 °C e cinco tempos de armazenamento.

No processo de secagem das sementes a 35 °C (Figura 2), que reduziu o teor de água para 13% houve queda no vigor das sementes ao longo do tempo de 240 dias de armazenamento. De acordo com Mandarino e Roessing, (2001) teor de umidade acima de 13% pode ser crítico para o armazenamento de sementes de oleaginosas, pois podem ocorrer problemas, tais como: aquecimento da semente e modificações estruturais. Marcos Filho (2005) recomenda que as sementes oleaginosas devam ser armazenadas com grau de umidade inferior ao indicado para as amiláceas, entre 8 e 10%. (Gonçalves, 1981) Moshkin, 1986 afirma que temperatura suportada pelas sementes de mamona depende da sua umidade inicial e da duração da ação do calor, sendo o nível crítico de umidade das sementes de mamona, para um armazenamento seguro entre 7 e 7,5%.

Para sementes submetidas à temperatura de 35 °C e teor de umidade de 13% pode-se observar que as condições de armazenamento foram sendo gradativamente prejudiciais à sua qualidade, alcançando somente 61% após 240 dias de armazenamento (Figura 2). De acordo com Marcos Filho (2005), a ação conjunta de alta umidade e temperatura aceleram o processo de deterioração de sementes ortodoxas como a mamona, reduzindo-lhes a longevidade. Zonta et al., (2011) também observaram decréscimo na germinação das sementes do pinhão manso ao longo do armazenamento quando essas foram submetidas à temperatura de 33 °C com teor de umidade final de 8,5% b.u.

Tais resultados corroboram com Fana et al. (2009) em sua pesquisa com sementes de mamona, onde a manutenção do vigor pode ser explicada pelo fato de que o teor de água das sementes se manteve relativamente baixo, entre 6,2 e 6,7%, em todos os tratamentos durante os 12 meses de armazenamento. Peske (2005) também afirma que o alto teor de água é o fator que mais influencia na qualidade fisiológica da semente durante o armazenamento.

Segundo Braccini et al., (2001) e Marcos Filho, (2005), as sementes oleaginosas devem ser armazenadas com grau de umidade inferior ao recomendado para as amiláceas, entre 8 e 10%. O seu teor de proteínas também pode contribuir para a redução do potencial de armazenamento, devido à elevada afinidade dessa substância com a água, elevando a taxa de deterioração das sementes de oleaginosas (Gonçalves, 1981).

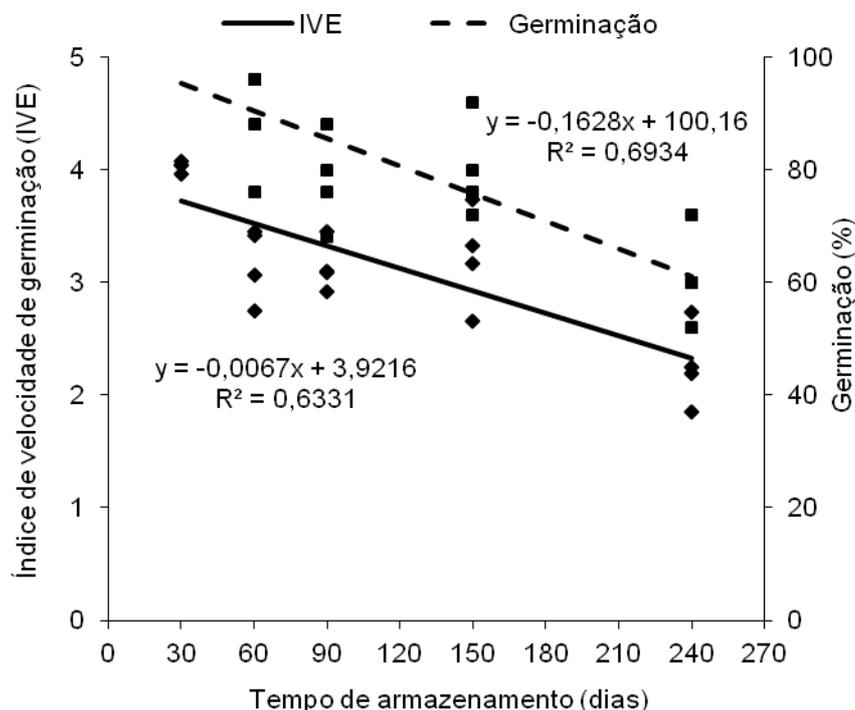


Figura 2. Índice de velocidade de germinação (IVE) e germinação das sementes de pinhão manso submetidas à temperatura de secagem de 35 °C e cinco tempos de armazenamento.

Acredita-se que a combinação da temperatura de 40 °C com teor de água final de 12% b.u. provocou efeito negativo no vigor das sementes de pinhão manso ao longo do armazenamento de 240 dias (Figura 3). Esses resultados corroboram com Amaral e Baudet (1983) analisando o efeito do teor de umidade inicial da semente de soja (11,4 e 13,4%) e período de armazenamento de até oito meses. Os autores verificaram que a partir do quinto mês de armazenamento, as sementes ficaram severamente comprometidas em termos de vigor.

Segundo Almeida et al., (1997), o alto teor de umidade nas sementes, combinado com altas temperaturas, acelera os processos de degeneração dos sistemas biológicos, de maneira que, sob estas condições, as sementes perdem seu vigor rapidamente e algum tempo depois sua capacidade de germinação.

Os resultados apresentados na figura 4 mostram que sementes de pinhão manso, depois de submetidas à temperatura de secagem de 40 °C mostram queda de germinação acentuada. Os resultados apresentados na Figura 3 mostram que com 150 dias de armazenamento a taxa de germinação das

sementes foi de 76% e quando armazenadas por 240 dias caiu para 52%. Esses resultados diferem de alguns trabalhos realizados com oleaginosas como, por exemplo, por Zonta et al., (2011) que tendo as sementes secadas a 43°C essas mantiveram o potencial de germinação ao longo do armazenamento. E também por Carvalho et al. 2009 que estudando as sementes de girassol verificaram que elas mostraram-se tolerantes à secagem em temperaturas de 40 °C preservando o seu poder germinativo em cerca de 80%. Já Almeida (1981), armazenando sementes de algodão sob diferentes condições controladas de temperatura, por 150 dias, verificou que em todas as condições houve perda de germinação durante o período de armazenamento.

Na avaliação do IVE e germinação com as sementes de pinhão manso submetidas às temperaturas de secagem de 45 e 50 °C os resultados não foram significativos a 1% não havendo regressão.

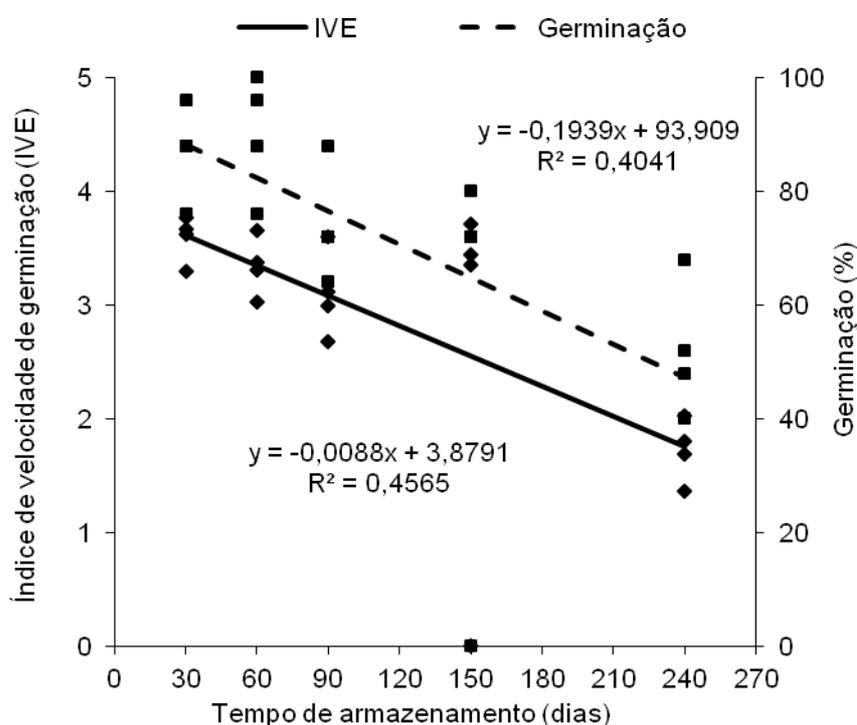


Figura 3. Índice de velocidade de germinação (IVE) e germinação das sementes de pinhão manso submetidas à temperatura de secagem de 40 °C e cinco tempos de armazenamento.

CONCLUSÃO

Nas condições deste experimento, pode-se concluir que a qualidade fisiológica das sementes de pinhão manso foi reduzida gradativamente com os períodos de armazenamentos.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Capes pela bolsa de pesquisa, Instituto capixaba de pesquisa e assistência técnica e extensão rural (INCAPER) por fornecer matéria-prima para realização da pesquisa e a Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F. de A.C. (1981) Efeito da temperatura e umidade relativa do ar sobre a germinação, vigor e grau de umidade de sementes armazenadas de algodão (*Gossypicun hirsulun L. r. latifolium HUTCH*). Dissertação (Mestrado) Campina Grande – PB: UFPB/CCA, 65p.
- Almeida, F. de A.C., Hara, T., Cavalcanti Mata, M.E.R.M. (1997) Armazenamento de sementes nas propriedades rurais. Campina Grande: UFPB. 291p.
- Almeida. F. A. C, Jerônimo, E. S, Alves N. M.C., Gomes J.P., Silva, A. S. (2010) Estudo de Técnicas para o armazenamento de cinco oleaginosas em condições ambientais e criogênicas. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.12, n.2, p.189-202.
- Amaral, A. dos. S., Baudet, L.M. (1983) Efeito do teor de umidade da semente, tipo de embalagem e período de armazenamento, na qualidade de sementes de soja. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.5, n.3, p.27-35.
- Brasil, Ministério da Agricultura. Regras para análise de sementes (1992) Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 188p.
- Brasil. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. (2009) Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. Regras para análise de sementes. Brasília, DF. 399 p.
- Cabral, E.L., Simabukuro., D.C. A (2003) Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia Aurea* (manso) Benth e Hook.f.ex. Moore. Acta Botânica Brasileira. V.17, n.4.
- Fanan, S. P. F., Medina, Camargo., M. B. P. Ramos, N.P (2009) Influência da colheita e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamona. Revista Brasileira de Sementes, v. 31, n. 01, p. 150-159.
- Figueiredo, S.M Lopes. F.F.M., Beltrão, N.E.M. (2006) Qualidade fisiológica de sementes de mamona acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas sob diferentes condições climáticas de Patos PB. . Anais do Congresso Brasileiro de mamona. Aracaju, Campina Grande: Embrapa Algodão. CD Rum 1.

- Gomes, J.P. (1992) Comportamento da germinação e vigor de sementes de algodão herbáceo em diferentes tipos de embalagens, tratamentos e condições de conservação durante a sua armazenagem. Dissertação (Mestrado) Campina Grande-PB, 89p.
- Gonçalves, N.P., Bendezu, J.M., Lima, C.A.S. (1981) Colheita e armazenamento da mamona. Informe Agropecuário, v.82, n.7, p.44-45.
- Machado (2007) Posição do racemo, no fruto e armazenamento das sementes de mamona *Ricinus communis* L. Dissertação (mestrado em agronomia) Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” Boucatu, SP. 65 p.
- Maguire, J.D. (1962) Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, Madison, v.2, n.1, p.176-177.
- Martins, C.C., Machado, C.G., Cavasini, R. (2008) Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de pinhão manso. Ciência Agrotécnica, Lavras, v.32, n.3, p.863-868.
- Saturnino, H. M., Pacheco, D. D., Kakida, J.; Tominaga, N., Gonçalves, N. P. (2005) Produção de oleaginosas para o biodiesel. Informe Agropecuário, 26 (229): 44-74.
- Sediyama, T., Reis, M.S., Sediyama (1981) Produção de sementes de soja em Minas Gerais: considerações técnicas. Viçosa: UFV, 61 p.
- Severino, L. S., Lima, R. de L. S., Beltrão, N. E. de M. (2006) Germinação e crescimento inicial de plântulas de pinhão manso em função do peso da semente. Embrapa Algodão, Comunicado Técnico, 309: 3-4.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26

3.3. (Título resumido) - JATROPHA SEED TOLERANCE TO DESICCATION

***JATROPHA* SEED TOLERANCE TO DESICCATION AND STORAGE AT LOW TEMPERATURES**

ABSTRACT- Seeds of *Jatropha curcas* L. were classified according to tolerance to desiccation and storage to support future propagation programs, since *Jatropha* seeds are promising for biofuel production, due to their high oil content and non-significant changes in acidity. Besides, their oil presents better stability to oxidation than soybean and palm oil, and good viscosity, compared to castor bean oil. Since it is not edible, it would not be diverted for human consumption. The seeds were harvested in the morning and sent to the Laboratory of Agricultural Engineering (LEAG) of the Center for Agricultural Science and Technology (CCTA), where they were processed and submitted to drying, storage and germination assessment. After physiological classification, the seeds of *Jatropha* were considered as orthodox, namely, they can be stored at low temperature (-20 °C), with low water content (<5%), without damage to their viability.

1 Index terms: oilseed, biodiesel, drying, orthodox.

2

3

4

5

6

7

8 TOLERÂNCIA DA SEMENTE DE PINHÃO MANSO À DESSECAÇÃO E AO

9 ARMAZENAMENTO EM BAIXAS TEMPERATURAS

10

11 RESUMO - Sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) foram classificadas de acordo
12 com a tolerância à dessecação e ao armazenamento, como forma de subsidiar futuros
13 programas de propagação, pois a semente de pinhão manso mostra ser uma oleaginosa
14 promissora para produção de biodiesel, com elevado teor de óleo, variação pouco
15 significativa de acidez. Além disso, o óleo possui melhor estabilidade à oxidação que os de
16 soja e palma e boa viscosidade se comparado ao de mamona. Por não se tratar de óleo
17 comestível, não seria desviado da alimentação humana. As sementes foram colhidas pela
18 manhã e encaminhadas ao Laboratório de Engenharia Agrícola (LEAG) do Centro de
19 Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) sendo beneficiadas e submetidas à
20 secagem, ao armazenamento e à avaliação da emergência. Após a classificação fisiológica,
21 verificou-se que as sementes de pinhão manso são ortodoxas, ou seja, podem ser
22 armazenadas à baixa temperatura (-20 °C) e com baixo teor de água (< 5%), sem
23 comprometer sua viabilidade.

24

25 **Termos para indexação:** oleaginosa, biodiesel, secagem, ortodoxa.

26

1

2

INTRODUCTION

3

4

5

6

7

8

9

10

Jatropha is a perennial, monoecious plant that belongs to the family Euphorbiaceae, presents good resistance to drought and grows faster in hot regions (Arruda et al., 2004, Gomes 2007). Jatropha is being cultivated by farmers in the Northeastern, Midwestern and Southeastern Brazil (Nunes, 2009). This species is believed to have come from Central America, but it grows spontaneously in different regions of Brazil (Beltrão, 2005). It can be easily cultivated and its oil presents non-significant variations in acidity, besides better stability to oxidation than soybean and proper viscosity, compared to castor bean (Nunes et al. 2008).

11

12

13

14

15

16

The flowers of Jatropha are small and greenish-yellow. Its fruit is a capsule with three dark seeds. Its seeds are oval, endospermic, with smooth coat, smooth grooves and caruncule stuck in the ventral part. The raphe is little evident and marked longitudinally (Nunes, 2009). The tegument is hard and fragile. Below the shell of the seeds there is a white film covering the almond; the albumens are white, abundant and oily, and contain the embryo provided with two large flat cotyledons (Arruda et al., 2004).

17

18

19

20

21

The seeds of Jatropha are among the most promising oilseeds for biodiesel production. According to Câmara and Heiffig (2006), its seeds have 52% of oil content. Large-scale manufacture of this biofuel requires a large quantity of the product. Information is needed to support a strategic program for the processing and storage of seeds of Jatropha.

22

23

24

25

26

Seeds are currently rated into three categories according to their behavior during desiccation and storage: orthodox seeds, which tolerate drying at low water contents (2% - 5%) and can be stored at low temperatures (-20 °C), conditions that maximize the time of storage; intermediate seeds, which do not tolerate desiccation at low water contents (10% - 12%), but can be stored at low temperatures (usually above 0 °C); and recalcitrant seeds,

1 which do not tolerate drying at low water contents (<12%), or storage at low temperatures
2 (Roberts 1973, Ellis et al., 1990, Brasil 2009).

3 There are no concise works in literature on the classification of *Jatropha* seeds for
4 tolerance to dehydration and storage at low temperatures. However, prior knowledge on
5 their physiological behavior during drying and storage is important for effective
6 conservation of seeds, since not all seeds tolerate desiccation, thus requiring special storage
7 conditions.

8 Some characteristics, such as origin, occurrence, type of fruit, seed, taxonomic
9 classification, water content at physiological maturity, seed size and the combination of
10 these characteristics (Bonner, 1990, Davide et al., 2001) provide better understanding
11 about physiological responses after drying and storage.

12 In this context, the present work aimed to study the physiological classification of
13 *Jatropha* seeds for tolerance to desiccation and storage at low temperatures, to verify if
14 their behavior is closer to that of seeds classified as orthodox, recalcitrant or intermediate.

15

16

MATERIAL AND METHODS

17

18 Seeds of ripe *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) fruits from the experimental farm of
19 PESAGRO, in Campos dos Goytacazes, RJ, were collected in the morning and sent to the
20 laboratory of Agricultural Engineering (LEAG) of the Center for Agricultural Science and
21 Technology (CCTA), at the Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro
22 (UENF), where they were processed and subjected to drying, storage and emergence
23 assessment. The procedures for seed classification for tolerance to desiccation are
24 described in the flowchart shown in Figure 7 (Hong and Ellis, 1996). The initial water
25 content of the seeds was determined before and after the drying tests, according to the
26 recommendations proposed by the Rules for Seed Analysis (Brasil, 2009).

1 To reduce the initial water content, the seeds were dried in fixed bed dryer, which
2 was able to provide drying air under controlled conditions of flow and temperature in the
3 drying chamber. The dryer was made with double walls of galvanized steel sheet, filled
4 with glass wool along its entire length, from the air heating section. The drying chamber
5 has three circular trays with 23 cm of internal diameter and 5 cm of height and bottom
6 made of perforated stainless steel sheet. The dryer has a 735.5 W centrifugal fan, a set of
7 electrical resistances for heating the air, a frequency inverter to change and control the
8 rotation of the fan motor, a temperature controller with N 480 microprocessor, a plenum
9 chamber and a set of glass beads to reduce turbulence and standardize the velocity of air
10 before it enters the drying chamber.

11 The drying tests were carried out employing a single level of drying air velocity
12 (1.0 m s^{-1}) and one level of temperature ($38 \text{ }^\circ\text{C}$). The reduction of water content in the
13 samples was monitored by gravimetry, by weighing the sample tray set at regular 5-min
14 intervals in the first 30 min; 10-min intervals until 120 min; 15-min intervals until 180
15 min; and 30-min intervals from 180 min, using a digital scale with precision of 0.01 g,
16 until the material reached the desired final water content.

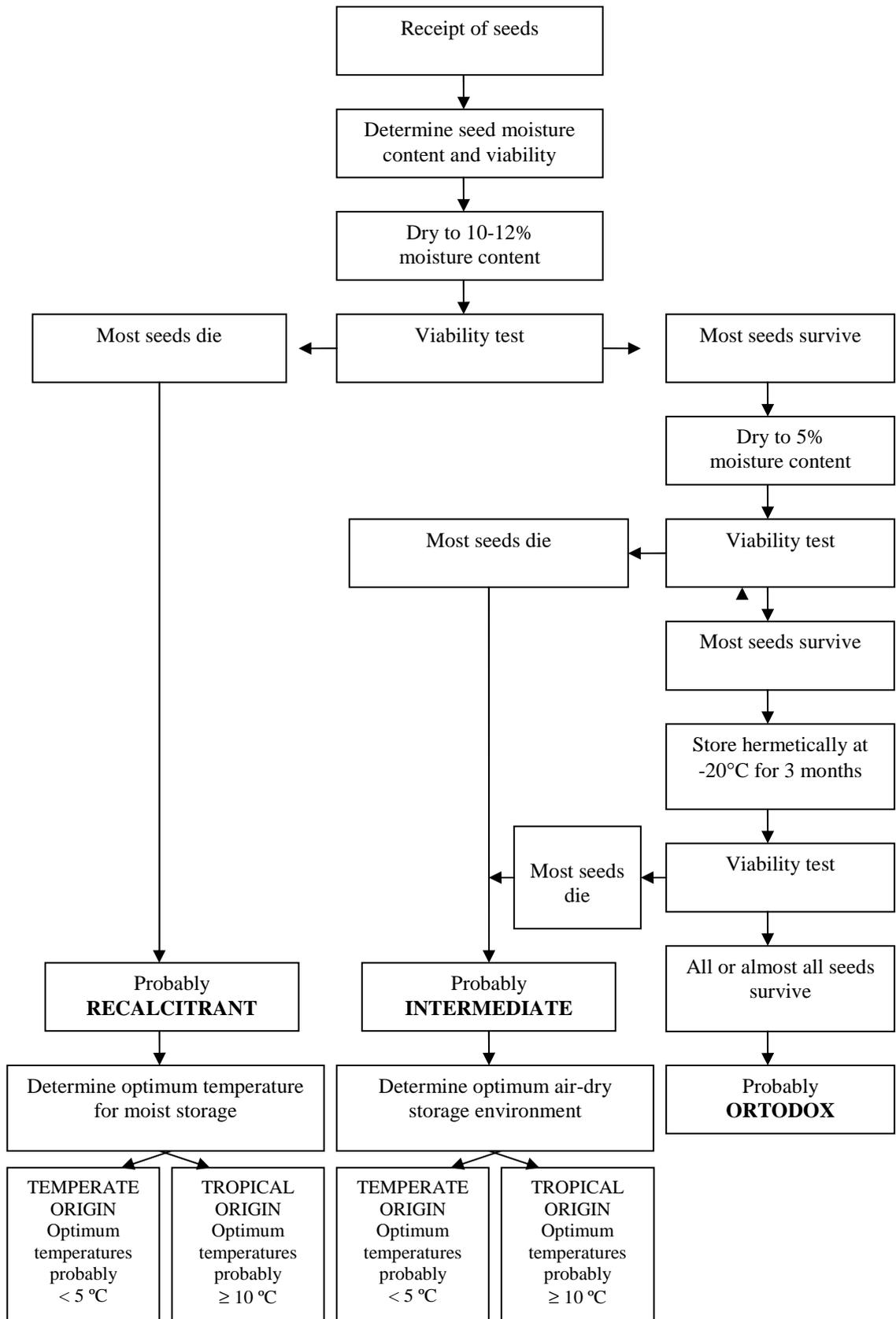
17 Upon reaching the desired water content (10-12% w.b.), the seeds in the trays were
18 mixed and the lot was grouped into two parts. The first part was used in the tests for
19 determining water content and evaluating the physiological quality of the seeds by the
20 emergence test, performed immediately after drying.

21 The second part of the lot remained in the dryer until the water content of
22 approximately 5% w.b. was achieved. Then, the test for physiological quality assessment
23 was carried out.

24 The remaining seeds were properly kept in a glass jar and stored at $-20 \text{ }^\circ\text{C}$, in a
25 freezer, where they remained for 90 days. After this storage period, the water content was

1 determined again and emergence tests were performed to assess the physiological quality
2 of the seeds.

3 For the test of emergence, four replicates of 25 seeds were sown in plastic trays
4 perforated in the bottom, with the dimensions of 39 x 25 x 7 cm for length, width and
5 depth, respectively, using washed sand as substrate. The seeds were sown at depths of
6 about 3 cm and kept in a germination chamber at 35 °C, with a photoperiod of 8-16 hours
7 of light/darkness for 10 days. The first counting was carried out four days after the
8 installation of the experiment, with the determination of the percentage of normal seedlings
9 (Martins et al. 2008, Brasil, 2009). The seedlings which presented hypocotyl above the
10 ground were considered as germinated.



1

2 **FIGURE 1. Flowchart of a simplified protocol for the classification of seed tolerance**

3 **to desiccation.** Source: Hong and Ellis (1996).

1 conditions allow the maintenance of a low level of activity of chemical reactions and the
2 preservation of germination and vigor of seeds.

3 Unlike the results obtained by Zaidman et al. (2010), in the present work the mass
4 of seeds had no influence on their germination ability, since 100% germination was
5 achieved in most tests performed by using lots little homogeneous in respect to mass.

6

7

CONCLUSIONS

8

9 The seeds of *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) are tolerant to desiccation and storage at
10 -20 °C and they are classified as orthodox.

11

12

ACKNOWLEDGEMENTS

13

14 This research work has been sponsored by The Rio de Janeiro State Research
15 Foundation FAPERJ, Post-Graduate Federal Agency CAPES, Brazilian National Council
16 for Scientific and Technological Development CNPq, and International Foundation for
17 Science IFS. Seeds have been provided by The Rio de Janeiro Farming and Livestock
18 Research Corporation PESAGRO.

19

20

21

22

23

24

25

26

REFERENCES

- 1
- 2
- 3 ARRUDA, F.P.; BELTRÃO, N.E.M.; ANDRADE, A.P.; PEREIRA, W.S.; SEVERINO,
4 L.S. Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido
5 nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.8, n.1 p.789-799, 2004.
- 6
- 7 BELTRÃO, N.E.M. Agronegócio das oleaginosas no Brasil. **Informe Agropecuário**, 26h:
8 44min-78. 2005.
- 9
- 10 BONNER, F.T. Storage of seeds. Potential and limitations for germoplasm conservation.
11 **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.35, n. 1-2, p. 35-43, 1990.
- 12
- 13 BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**.
14 Brasília: 2009, 365p.
- 15
- 16 BRACCINI, A.L., BRACCINIL, M.C. L, SCAPIM. C.A. Mecanismos de deterioração de
17 sementes; Aspectos bioquímicos e fisiológicos. **Informativo ABRATES** Londrina, v.11,
18 n. p10-15, 2001.
- 19
- 20 DAVIDE, A.C.; CARVALHO, L.R.; TONETTI, O.A.O. Levantamento do grau de
21 umidade de sementes de espécies florestais após beneficiamento. **Informativo**
22 **ABRATES**, Curitiba, v.11, p.285-287, 2001.
- 23
- 24 GOMES, F.H.T. **Composição químico-bromatológica e degradação in situ de**
25 **nutrientes de co-produtos da mamona e do pinhão-manso da cadeia produtiva do**
26 **biodiesel**. 2007. p. 50. Monografia - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

1

2 HONG, T. D., ELLIS, R. H. **A protocol to determine seed storage behaviour.** Rome:
3 International Plant Genetic Resources Institute. 1996, 62p. (Technical Bulletin)

4

5 JOSÉ, A.C. SILVA, E.A.; DAVIDE, A.C Classificação fisiológica de sementes de cinco
6 espécies arbóreas de mata ciliar quanto à tolerância à dessecação e ao armazenamento.
7 **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n 2, p.171-178, 2007.

8

9 JOKER, D.JEPSEN, J. *Jatropha curcas* L. Seed Leaflet, Humleback, Denmarck, n.83, p.1-
10 2, August, 2003

11

12 MARCOS FILHO, J. Deterioração de semente. **Fisiologia de sementes de plantas**
13 **cultivadas.** Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 291-348.

14

15 NUNES, F.C.; PASQUAL, M.; SANTOS, D.N.;CUSTÓDIO, ARAÚJO, A.G. Diferentes
16 suplementos no cultivo in vitro de embriões de pinhão-manso. **Pesquisa Agropecuária**
17 **Brasileira.** Brasília, v.43, n.1, p.9-14. 2008.

18

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

22

23 ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology,**
24 Zürich, v.1, n. 3, p.499- 514, 1973.

25

1 SATURNINO, H.M.; PACHECO, D.D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONSALVES,
2 N.P. Cultura do Pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). Produção de oleaginosas para
3 biodiesel. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 44-74, 2005.

4

5 ZAIDMAN, B.-Z., GHANIM, M.; VAKNIN, Y. Effect of seed weight on seed vigour and
6 early seedling growth of *Jatropha curcas*, a biodiesel plant. **Seed Sci. & Technol.**, v.38,
7 n.3, p. 757-766, 2010.

TABLE 1. Percentage of seed germination before and after drying and after storage at -20 °C for 90 days

	Undried seeds 39% w.b.	Seeds dried to 12% w.b.	Seeds dried to 5% w.b.	Seeds stored hermetically at - 20°C for 3 months
Germination(%)	100	100	100	92

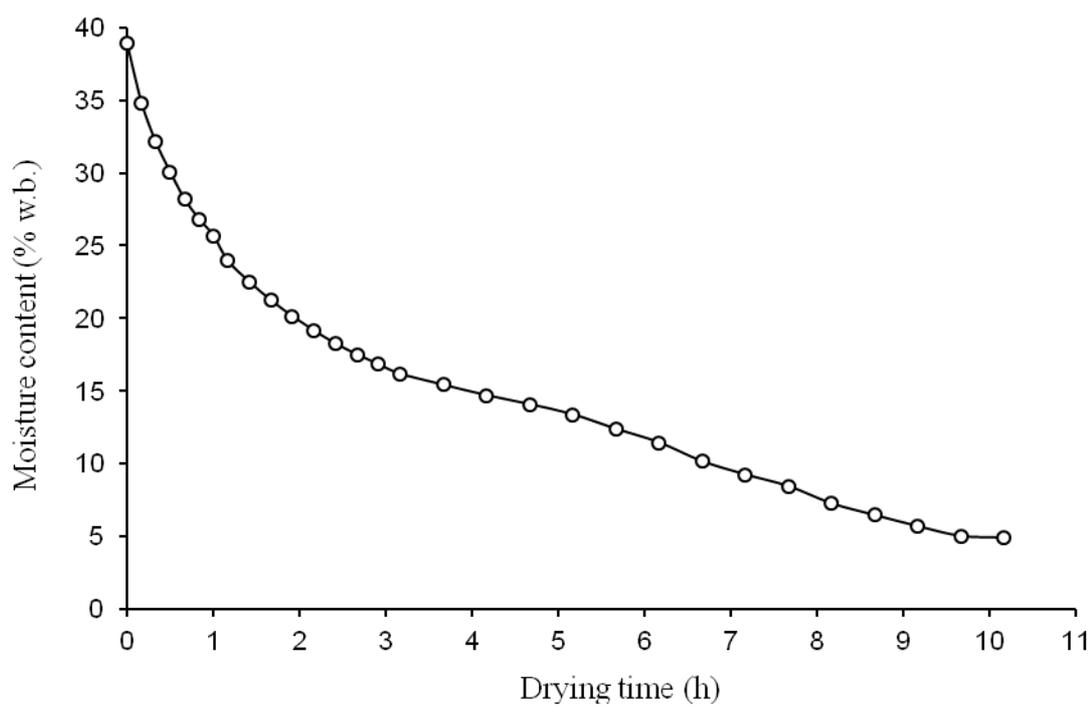


FIGURE 2. Drying curve of seeds of *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.).

3.3. “TOLERÂNCIA DA SEMENTE DE PINHÃO MANSO À DESSECAÇÃO E AO ARMAZENAMENTO EM BAIXAS TEMPERATURAS”

RESUMO - Sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) foram classificadas de acordo com a tolerância à dessecação e ao armazenamento, como forma de subsidiar futuros programas de propagação, pois a semente de pinhão manso mostra ser uma oleaginosa promissora para produção de biodiesel, com elevado teor de óleo, variação pouco significativa de acidez. Além disso, o óleo possui melhor estabilidade à oxidação que os de soja e palma e boa viscosidade se comparado ao de mamona. Por não se tratar de óleo comestível, não seria desviado da alimentação humana. As sementes foram colhidas pela manhã e encaminhadas ao Laboratório de Engenharia Agrícola (LEAG) do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) sendo beneficiadas e submetidas à secagem, armazenamento e avaliação da emergência. Após a classificação fisiológica, verificou-se que as sementes de pinhão manso são ortodoxas, ou seja, podem ser armazenadas à baixa temperatura (-20 °C) e com baixo teor de água (< 5%), sem comprometer sua viabilidade.

"SEED OF TOLERANCE TO *JATROPHA* DESICCATION AND STORAGE AT LOW TEMPERATURES"

ABSTRACT- Seeds of *Jatropha curcas* L. were classified according to the desiccation tolerance and storage, as a way to support future programs spread, as the seed *Jatropha* is an oilseed crop shows promise, with high oil content, some significant changes in acidity, and oil have: better oxidation stability than soy, palm and good viscosity compared to the castor bean, is not edible and therefore would not be diverted for human consumption. Seeds were harvested in the morning and sent to the Laboratory of Agricultural Engineering (LEAG) of the Center for Agricultural Science and Technology (CCTA) were processed and submitted to drying, storage and evaluation of germination. After physiological classification, it was found that the seeds of *Jatropha* are kind of unorthodox, which can be stored at low temperature (-20 °C) and low water content (<5%) for long periods without compromising the viability.

Index terms: oilseed, biodiesel, drying, orthodox.

INTRODUÇÃO

O pinhão manso é uma planta perene, monoica, pertencente à família Euphorbiaceae e resiste bem à seca, apresentando crescimento mais rápido em regiões de clima quente (Arruda et al., 2004, Gomes 2007). No Brasil, o pinhão manso vem sendo cultivado por produtores do Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste (Nunes, 2009). Acredita-se que a espécie seja originária da América Central, porém vegeta espontaneamente em diversas regiões do Brasil (Beltrão, 2005), é de fácil cultivo e seu óleo tem variações pouco significativas de acidez, além de possuir melhor estabilidade à oxidação do que de soja e adequada viscosidade se comparado ao da mamona (Nunes et al. 2008).

As flores do pinhão manso são pequenas, amarelo-esverdeadas e o fruto é uma cápsula com três sementes escuras. A semente é ovalada, endospermica de envoltório liso

com suaves estrias, com carúncula presa na parte ventral. A rafe é marcada longitudinalmente e pouco evidente (Nunes, 2009). O tegumento é rijo e quebradiço. Abaixo do invólucro da semente existe uma película branca cobrindo a amêndoa; os albumens são abundantes, brancos, oleaginosos, contendo o embrião provido de dois largos cotilédones achatados (Arruda et al., 2004).

As sementes de pinhão manso estão entre as principais oleaginosas consideradas promissoras no programa de produção do biodiesel. Segundo Câmara e Heiffig, (2006) suas sementes apresentam 52% de óleo. Para a fabricação em grande escala desse biocombustível é necessária grande quantidade do produto, surgindo a necessidade de informações que deem suporte a um programa estratégico do processamento e armazenamento das sementes de pinhão manso.

A classificação das sementes quanto ao seu comportamento durante a dessecação e armazenamento, é dividida atualmente em três categorias: sementes ortodoxas, que toleram dessecação a baixos conteúdos de água (2% - 5%) e podem ser armazenadas em baixas temperaturas (-20 °C), condições que maximizam o tempo de armazenamento; sementes intermediárias, que não toleram a dessecação a baixos conteúdos de água (10% - 12%), mas que podem ser armazenadas a baixas temperaturas (geralmente acima de 0 °C); e sementes recalcitrantes que não toleram dessecação a baixos conteúdos de água (<12%), nem o armazenamento a baixas temperaturas (Roberts 1973; Ellis et al., 1990; Brasil 2009).

Atualmente não se encontram na literatura trabalhos concisos sobre a classificação das sementes de pinhão manso quanto à tolerância à desidratação e o armazenamento sob baixas temperaturas. No entanto, para efetiva conservação das sementes é importante o conhecimento prévio do seu comportamento fisiológico durante a secagem e o

armazenamento, pois nem todas as sementes toleram a dessecação, exigindo condições especiais de estocagem.

Existem características que permitem um melhor entendimento das respostas fisiológicas após a dessecação e o armazenamento como, por exemplo, a origem, ocorrência, tipo de fruto, semente, classificação taxonômica, conteúdo de água no ponto de maturidade fisiológica, tamanho da semente e a combinação destas (Bonner, 1990, Davide et al., 2001).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo estudar a classificação fisiológica quanto à tolerância da semente de pinhão manso à dessecação e ao armazenamento em baixas temperaturas, para verificar se o seu comportamento se aproximou mais daquele de sementes classificadas como ortodoxas, recalcitrantes ou intermediárias.

MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de frutos maduros de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) provenientes de lavoura experimental da PESAGRO de Campos dos Goytacazes, RJ, foram colhidas pela manhã e encaminhadas ao Laboratório de Engenharia Agrícola (LEAG) do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA), da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), onde foram beneficiadas e submetidas à secagem, ao armazenamento e à avaliação da emergência. Os procedimentos realizados para a classificação das sementes quanto à tolerância à dessecação estão descritos no fluxograma mostrado na Figura 7 (Hong e Ellis, 1996). O teor de água inicial das sementes foi determinado antes e depois dos testes de secagem, de acordo com as recomendações propostas pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

Para a redução do teor de água inicial, as sementes foram secadas em secador de leito fixo, capaz de fornecer o ar de secagem em condições controladas de vazão e

temperatura na câmara de secagem. O secador foi fabricado com paredes duplas de chapa de aço galvanizado, preenchidas com lã-de-vidro em toda sua extensão a partir da seção de aquecimento do ar. A câmara de secagem é composta por três bandejas circulares de 23 cm de diâmetro interno e 5 cm de altura, com fundo de chapa de aço inoxidável perfurada. O secador possui um ventilador centrífugo de 1,0 cv, um conjunto de resistências elétricas para aquecimento do ar, um inversor de frequência para alterar e controlar a rotação do motor do ventilador, um controlador de temperatura com microprocessador N 480, uma câmara plenum e um conjunto de esferas de vidro para diminuir a turbulência e uniformizar a velocidade do ar antes de sua entrada na câmara de secagem.

Os testes de secagem foram realizados empregando-se um único nível de velocidade do ar de secagem ($1,0 \text{ m s}^{-1}$) e um nível de temperatura ($38 \text{ }^\circ\text{C}$). A redução do teor de água das amostras foi monitorada por gravimetria, pesando-se o conjunto bandeja-amostra em intervalos regulares de 5 min nos primeiros 30 min, de 10 min até os 120 min, de 15 min até 180 min e de 30 min a partir de 180 min, utilizando-se balança digital com precisão de 0,01 g, até que o material atingisse o teor de água final desejado.

Ao atingir o teor de água pretendido (10 – 12% b.u.), as sementes das bandejas foram misturadas e o lote foi dividido em duas partes. A primeira parte foi utilizada para realização dos testes de determinação do teor de água e avaliação da qualidade fisiológica das sementes, mediante teste de emergência realizado imediatamente após a secagem.

A segunda parte do lote permaneceu no secador até atingir teor de água de aproximadamente 5% b.u. Ao se atingir esse teor de água realizou-se o teste de avaliação da qualidade fisiológica.

O restante das sementes foi devidamente acondicionado em frasco de vidro e acondicionado em freezer a $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ onde permaneceu armazenado por 90 dias. Após esse armazenamento foi realizada nova determinação de teor de água e testes de emergência para determinar a qualidade fisiológica das sementes.

Para o teste de emergência, quatro repetições de 25 sementes foram semeadas em bandejas de plástico perfuradas no fundo, com dimensões de 39 x 25 x 7 cm de comprimento, largura e profundidade, respectivamente, utilizando-se o substrato areia lavada. As sementes foram semeadas nas profundidades de aproximadamente 3 cm e mantidas em câmara de germinação a 35 °C, com fotoperíodo de 8-16 horas de luz/escuro por 10 dias. Depois de quatro dias da instalação do teste de emergência foi realizada a primeira contagem, que se constitui da porcentagem de plântulas normais (Martins et al. 2008, Brasil, 2009). Foram consideradas germinadas, as plântulas que apresentaram hipocótilo acima do solo.

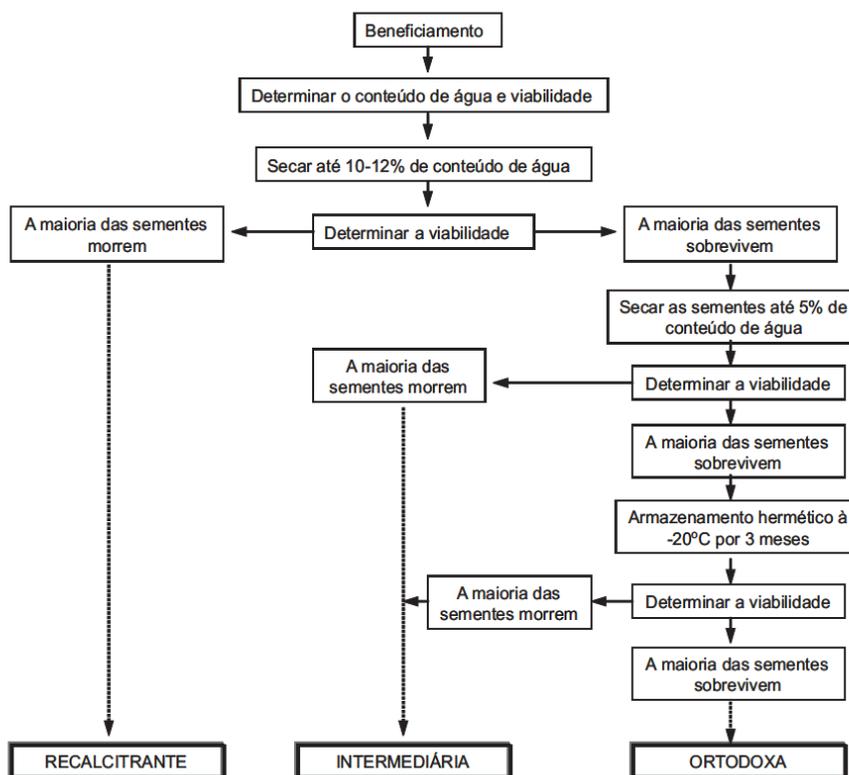


Figura 1. Fluxograma de um protocolo simplificado para classificação de sementes quanto à tolerância à dessecação. Fonte: Hong e Ellis (1996).

Para viabilização do protocolo foi realizado três vezes o experimento citado no fluxograma acima.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de pinhão manso foram secadas por um período de aproximadamente 8 h (Figura 2). As sementes apresentavam teor de água inicial de 38,9% b.u., ao atingir o tempo de secagem de 3,5 h as sementes apresentavam teor de

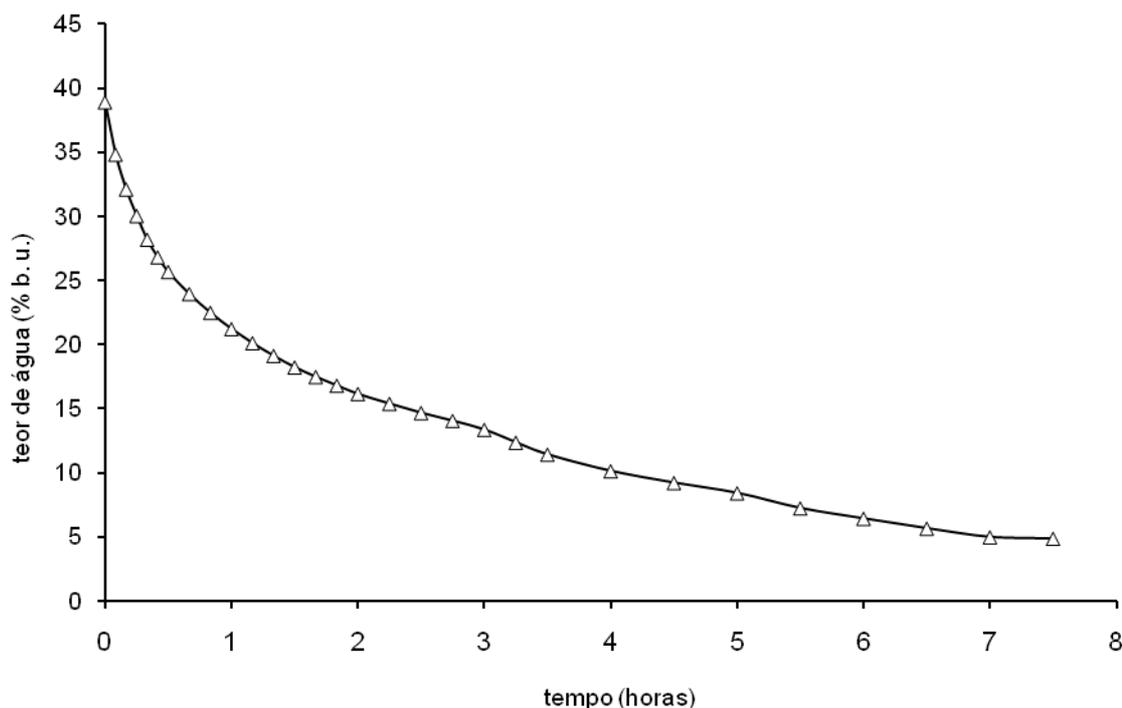


Figura 2. Curva de secagem de sementes de (*Jatropha curcas* L.) pinhão manso.

água de 11,4 % b.u., após mais quatro horas de secagem as sementes apresentaram teor de água de 4,9 % b.u.. Ao término da secagem as sementes foram armazenadas por 90 dias a -20 °C e mantiveram a sua capacidade germinativa, com 92% de emergência (Tabela 1). Resultados semelhantes foram observados por Joker e Jepsen (2003) em que sementes de pinhão manso foram secas a baixos teores de água (5-7%) e armazenadas em baixa temperatura, mantendo alta viabilidade por pelo menos um ano, isso indica que sementes da oleaginosa estudada podem ser armazenadas por longo período desidratada a baixos teores de água, como uma alternativa viável para a manutenção da sua viabilidade.

Tabela 1. Porcentagem de germinação das sementes antes e após a secagem e depois do armazenamento a -20 °C, por 90 dias

Sementes	Sem secagem	12%	5%	-20°C (90 dias)
Germinação (%)	100	100	100	92

As sementes oleaginosas possuem alto teor de óleo e, portanto, não se espera que possam ser conservadas por longos períodos como a maioria das espécies ortodoxas. Um aumento na temperatura consequente do processo respiratório é suficiente para decompor os lipídios e elevar a taxa de deterioração atribuída às hidrólises enzimáticas, peroxidação e oxidação (Braccini et al., 2001). Por isso Marcos Filho (2005) recomenda que as sementes oleaginosas devam ser armazenadas com grau de umidade inferior ao indicado para as amiláceas (11-12%).

Estudos apontam que o tempo de armazenamento de sementes ortodoxas é influenciado pelo conteúdo de água da semente e da temperatura de armazenamento, apresentando rápida transição da fase de intolerância para a de tolerância à dessecação, cujo período de viabilidade pode ser aumentado com a redução do seu teor de água para 2 a 5% (José et al., 2007, Roberts, 1973).

De acordo com Marcos Filho (2005), para a melhor conservação das sementes ortodoxas, o ambiente com umidade relativa e temperatura mais baixa tem se mostrado adequado, já que essas condições permitem manutenção de baixo nível de atividade de reações químicas e preservação do poder germinativo e do vigor das sementes.

Ao contrario dos resultados obtidos por Zaidman et al.(2010), no presente trabalho a massa das sementes não teve influência no seu poder germinativo, uma vez que, mesmo usando lotes pouco homogêneos em relação à massa, obteve-se 100 % de germinação na maioria dos testes realizados.

CONCLUSÕES

As sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) são tolerantes à dessecação e ao armazenamento a -20 ° C, sendo classificadas como ortodoxas.

AGRADECIMENTOS

A Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do estado do Rio de Janeiro e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro recebido e a PESAGRO-RJ por fornecer matéria-prima para realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

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

BELTRÃO, N.E.M. Agronegócio das oleaginosas no Brasil. **Informe Agropecuário**, 26h: 44min-78. 2005.

BONNER, F.T. Storage of seeds. Potential and limitations for germoplasm conservation. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.35, n. 1-2, p. 35-43, 1990.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: 2009, 365p.

BRACCINI, A.L., BRACCINIL, M.C. L, SCAPIM. C.A. Mecanismos de deterioração de sementes; Aspectos bioquímicos e fisiológicos. **Informativo ABRATES** Londrina, v.11, n. p10-15, 2001.

DAVIDE, A.C.; CARVALHO, L.R.; TONETTI, O.A.O. Levantamento do grau de umidade de sementes de espécies florestais após beneficiamento. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.11, p.285-287, 2001.

GOMES, F.H.T. **Composição químico-bromatológica e degradação in situ de nutrientes de co-produtos da mamona e do pinhão-manso da cadeia produtiva do biodiesel**. 2007. p. 50. Monografia - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

HONG, T. D., ELLIS, R. H. **A protocol to determine seed storage behaviour**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute. 1996, 62p. (Technical Bulletin)

JOSÉ, A.C. SILVA, E.A.; DAVIDE, A.C Classificação fisiológica de sementes de cinco espécies arbóreas de mata ciliar quanto à tolerância à dessecação e ao armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n 2, p.171-178, 2007.

JOKER, D.JEPSEN, J. *Jatropha curcas* L. Seed Leaflet, Humleback, Denmark, n.83, p.1-2, August, 2003

MARCOS FILHO, J. Deterioração de semente. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 291-348.

NUNES, F.C.; PASQUAL, M.; SANTOS, D.N.;CUSTÓDIO, ARAÚJO, A.G. Diferentes suplementos no cultivo in vitro de embriões de pinhão-manso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.43, n.1, p.9-14. 2008.

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.

ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n. 3, p.499- 514, 1973.

SATURNINO, H.M.; PACHECO, D.D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONSALVES, N.P. Cultura do Pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). Produção de oleaginosas para biodiesel. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 44-74, 2005.

ZAIDMAN, B.-Z., GHANIM, M.; VAKNIN, Y. Effect of seed weight on seed vigour and early seedling growth of *Jatropha curcas*, a biodiesel plant. **Seed Sci. & Technol.**, v.38, n.3, p. 757-766, 2010.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

A espécie *Jatropha curcas* L. (pinhão manso) é considerada promissora para produção do biodiesel porque é tolerante à seca, suas sementes têm teor de óleo de aproximadamente 33 a 38% e características agronômicas importantes na qualidade do óleo produzido, é de fácil cultivo e seu óleo tem variações pouco significativas de acidez. Possui melhor estabilidade à oxidação do que o óleo de soja e o de dendê, além de boa viscosidade, em comparação ao de mamona. Diante do crescente interesse na cultura do pinhão manso para cadeia produtiva de combustíveis alternativos e considerando a necessidade de se manter a qualidade das sementes reduzindo o tempo de secagem e manuseio no seu pré-processamento desenvolveu-se o presente trabalho com os objetivos de avaliar o efeito imediato e latente da secagem de sementes de pinhão manso em cinco temperaturas de secagem e sete períodos de armazenamento sobre sua qualidade fisiológica e classificar as sementes de pinhão manso de acordo com a desidratação.

Os frutos de pinhão manso foram colhidos em área experimental do INCAPER localizado em Linhares/ ES. Em seguida foram transportados para o laboratório de Engenharia Agrícola (LEAG) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes, RJ. O teor de água inicial do lote de sementes era de 49% b.u.. A secagem das sementes de pinhão manso foi realizada à T.a (temperatura ambiente), 35, 40, 45 e 50 °C, com fluxo médio de ar seco de $0,7\text{ms}^{-1}$ utilizando-se secador protótipo de camada delgada

com fluxo de ar tangencial. A avaliação da qualidade fisiológica foi realizada através do vigor (IVE) e germinação (G%) das sementes. De acordo com os resultados obtidos tanto o vigor quanto a germinação das sementes de pinhão manso decrescem com o aumento da temperatura de secagem. Conclui-se assim que houve efeito imediato e latente da secagem na qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso.

A classificação das sementes de pinhão manso quanto à tolerância ao grau de dessecação foi feita de acordo com o protocolo que estabelece seu armazenamento por período prolongado (três meses) em condição de baixa temperatura (-20°C). Para o estudo da classificação das sementes quanto à tolerância ao grau de dessecação, observou-se que a redução do teor de água inicial para valores entre 10 e 12% e logo após para 5 % b.u. não afetou a porcentagem de germinação das sementes de pinhão manso e o armazenamento por três meses a -20 °C, esses tratamentos também não afetaram a porcentagem de germinação das sementes, indicando comportamentos ortodoxos das sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achten, W.M.J., Verchotb, L., Frankenc, Y.J., Mathijsd, E., Singhe, V.P., Aertsa, R., Muys, B. (2008) *Jatropha* bio-diesel production and use. *Biomass and Bioenergy*, 32: 1063-1084.
- Ahrens, D.C. Barros A.S.R., Villela F.A., Lima D (1998) Qualidade de sementes de milho (*zea mays* L.) sob condições de secagem intermitente. *Scientia Agricola*, 55 (2): 320-325.
- Ahrens, D.C., Villela, F.A., Doni filho, L.(2000) Secagem estacionária de sementes de aveia-branca (*Avena sativa* L.) empregando diferentes temperaturas do ar. *Revista Brasileira de Sementes*, 22 (2): 6-11.
- Albuquerque, W.G. de (2008) *Crescimento inicial do pinhão manso (Jatropha curcas L.) em função de níveis de água e adubação nitrogenada* Dissertação (Mestrado Engenharia Agrícola) - Campina Grande, Universidade Federal de Campina Grande, 58p.
- Almeida, F. A. C., Jerônimo, E. S., Alves N. M.C., Gomes J.P., Silva, A. S. (2010) Estudo de Técnicas para o armazenamento de cinco oleaginosas em condições ambientais e criogênicas. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, 12 (2): 189-202.

- Alves, J.M.A., Silva, A.A.S.S., Lopes, G.N., Smiderle, O.J., Uchoa, S.P. (2008) Pinhão-Manso: Uma Alternativa para Produção de Biodiesel na Agricultura Familiar da Amazônia Brasileira, *Agro@ambiente On-line*, Boa Vista, 2(1): 57-68. ISSN 1982-8470.
- Amaral, D, Dalpasquale, V.A (2000) Custos de secagem de sementes de milho (*Zea mays* L.) em espigas usando simulação matemática. *Engenharia agrícola*, Jaboticabal. 20 (1): 56.
- Arruda, F.P., Beltrão, N.E.M., Andrade, A.P., Pereira, W.S., Severino, L.S (2004) Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, 8, (1): 789-799.
- Assis, M. S., Brandão, D.S.J., Silva, H.P., Neves, J.M.G.(2007) Superação de Dormência em Sementes de Pinhão-Manso (*Jatropha curcas* L.) Disponível em:<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/agricultura/68.pdf/> Acesso em 21/10/2009.
- Associação Brasileira de Plantadores e Produtores de Pinhão Manso História do biodiesel no Brasil, Disponível em <http://www.abpppm.com.br/> Acesso em 27 de maio de 2009.
- Baker, K. D., Paulsen, M. R., Van-zweden, J. (1991) Hybrid and drying rate effects on seed corn viability. *Transactions of the ASAE*, 34 (2): 499-506.
- Barros, A.P.B., Brasil, A.N., Quintão, C.M.F. (2007) Avaliação de tratamentos para superação de dormência em sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, n.4, Varginha.
- Baudet, L.M.L., Villela, F.A., Cavariani, C. (1999) Princípios de secagem. *Seed News*, Pelotas-RS, (10): 20-27.

- Beltrão, N.E.M. (2005) Agronegócio das oleaginosas no Brasil. *Informe Agropecuário*, 78p.
- Bezerra, A.M.E., M. Filho, S., Freitas, J.B.S. (2003) Maturidade fisiológica Germinação de sementes de macela (*Egletes viscosa* (L.) Less.) submetidas à secagem *Horticultura Brasileiras*, Brasília, 21(3): p. 549-552.
- Biodiesel tecnologia. O novo combustível do Brasil.(2007) Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel. Disponível em: [HTTP:biodiesel.gov.br/](http://biodiesel.gov.br/)>Acesso em: 8 mar.2007.
- Biomass Project Nicarágua. Biodiesel growing a new energy economy (2004) Disponível em: [http /www.ibw.com.ni/~biomassa](http://www.ibw.com.ni/~biomassa) Acesso em ;18/09/10
- Bonner, F.T. (1990) Storage of seeds. Potential and limitations for germoplasm conservation. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, 35, (1-2): 35-43.
- Braccinil, A.L., Braccinil, M.C. L, Scapim. C.A. (2001) Mecanismos de deterioração de sementes; Aspectos bioquímicos e fisiológicos. *Informativo ABRATES Londrina*, 11: 10-15.
- 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=18392>.Acesso em 11/12/2009.
- Brasil. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. (2009) Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. Regras para análise de sementes. Brasília, DF, 399p.
- Brooker, D. B., Bakker-Arkema, F. W., Hall, C. W (1992) Drying and storage of grains and oilseeds. New York: Van Nostrand Reinhold: 450p.

- Burris, J. S., Petersom, J. M. (1997) Morphological and physiological changes associated with desiccation in maize embryos. In: International Workshop on seeds: basic and applied aspects of seed biology, Reading. Proceedings... Reading: University of Reading, p.103-111.
- Cabral, E.L; Barbosa, Simabukuro, D.C. A (2003) Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia Aurea* (manso) Benth e Hook.f.ex. Moore. *Acta Botânica Brasileira*. 17, n.4.?
- Câmara, G.M.S., Heiffig, L.S (2006) *Agronegócio de Plantas Oleaginosas: Matérias-Primas para Biodiesel*. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Departamento de. Produção Vegetal, Piracicaba, São Paulo.?
- Carlesso, V. O. (2009) Secagem e armazenamento de sementes de mamão (*Carica papaya* L.). Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 132p.
- Carlesso, V.O. Berbert, P.A., Silva. R.F J.T. L. Thiébaud; M. T. R Oliveira (2007) Qualidade fisiológica de sementes (F2) de mamão UC-01 submetidas a diferentes temperaturas do ar de secagem, Papaya Brasil p.310-312.
- Carlesso, V.O. Berbert, P.A., Silva. R.F J.T. L. Thiébaud; M. T. R Oliveira (2009) Germinação e vigor de sementes de mamão (*carica papaya* L.) cv.Golden secas em altas temperaturas. *Revista Brasileira de Sementes*, 31 (2): p.228-235.
- Carlesso, V.O. Berbert, P.A., Silva. R.F., Detmann E (2008) Secagem e armazenamento de sementes de maracujá amarelo (*passiflora edulis sims f. flavicarpa* Degener) *Revista Brasileira de Sementes*, 30 (2): 65-74.
- Carnielli, F.O. (2003) combustível do futuro. Disponível em: <<http://www.ufmg.br/boletim/bol1413/quarta.shtml>>. Acesso em: 26/04/ 2009.

- Carvalho, A. S., Marques, L.G., Prado, M.M (2009) Secagem infravermelha de sementes de girassol Resumo: VIII congresso brasileiro de engenharia química em iniciação científica 27 a 30 de julho de Uberlândia, Minas Gerais.
- Carvalho, N. M., Nakagawa, J. (2000) Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: Funep. 88 p.
- Carvalho, N.M. (1994) A secagem de sementes. Jaboticabal: FUNEP, 165p.
- Cavariani, C. Silva, W. R. Miranda, L. C., Nakagawa, J Belgiorno D. C. (1998) Secagem estacionária de sementes de milho com distribuição radial do fluxo de ar. *Revista Brasileira de Sementes*, 20(2): 194-201.
- Chen,Y., Burris, J.S (1990) Role of carbohydrates in desiccation tolerance and membrane behavior in maturing maize seed. *Crops Science*, Madison, 30 (5): 971-975.
- Chen,Y., Burris, J.S (1991) Desiccation tolerance in maturing maize seed: membrane phospholipid composition and thermal properties. *Crops Science*, Madison, 31(3): 776-770.
- Christ, D. (1996) *Curvas de umidade de equilíbrio higroscópico e de secagem de canola (Brassica napus L. var. Oleifera) e efeito da temperatura e da umidade relativa do ar de secagem sobre a qualidade das sementes*. Dissertação (Mestrado) Viçosa: UFV, 50p.
- Colombo, L.A., Tazima, Z.H., Mazzini, R.B., Andrade., G.A., Kanayama., F. S., Baqueou, J.E., Auler, P.A.M., Roberto., S.R. (2008) Enraizamento de estacas herbáceas da seleção 8501-1 de goiabeira submetidas a lesão na base e a concentrações de AIB semina: *Ciências Agrárias* 29(3):539-546.
- Crank, J. (1975) *The Mathematics of Diffusion*. 2nd Edition. Oxford: Clarendon

- Davide, A.C.; Carvalho, L.R.; Tonnet, O.A.O. (2001) Levantamento do grau de umidade de sementes de espécies florestais após beneficiamento. Informativo ABRATES, Curitiba, 11: 285-287.
- Demirbas, A. (2009) Progress and recent trends in biodiesel fuels Energy. Conversion and Management, 50: 14-34.
- Denise; M. Andreoli C.; Groth D. e Razera L. F (1993) Armazenamento de sementes de café (*coffea canephora* L. cv. guarini) acondicionadas em dois tipos de embalagens, após secagem natural e artificial, 15, (1): 87-95.
- Desai, S . Narayanaiah. C. Kumari, K. Reddy. M. S. Gnanamanickam S. S G. Rao. R. Venkateswarlu. B (2007) Biol Seed inoculation with *Bacillus* spp. improves seedling vigour in oil-seed plant *Jatropha curcas* L. *Fertil Soils* 4: 229-234.
- Dias, L.A.S., Leme (2007) Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível, Viçosa, MG, 40p.
- Eicholz, E. D (2005) Monitoramento da secagem de sementes de milho em secador estacionário. Dissertação apresentada a Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. 25p.
- Fanan, S. P. F. Medina, Camargo, M. B. P. Ramos, N.P (2009) Influência da colheita e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamona. *Revista Brasileira de Sementes*, 31, (01): 150-159.
- Folli, M.S. (2008) *Associação Micorrizica Arbuscular em plantas micropropagadas de Jatropha curcas* L. (*pinhão manso*) Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 57p.
- Franceschini, A. S. (1997) Danos mecânicos, qualidade fisiológica e desenvolvimento populacional de *Tribolium* spp em milho híbrido BR400 (bt), BR401 (su) e BR402 (su)- 201, submetido a diferentes condições de secagem.

- Garcia, D.C., Barros. A.C.S.A., Peske, S.T., Menezes, N.L (2004) A secagem de sementes. *Revista Ciências Rural*, 34(2): 603-608.
- Gelson Carlos Schuh (2010) *Secagem de milho colhido em espiga para seleção de planta mãe*. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 53p.
- Gomes, F.H.T. (2007) *Composição químico-bromatológica e degradação in situ de nutrientes de co-produtos da mamona e do pinhão-manso da cadeia produtiva do biodiesel*. Monografia - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 50p.
- Gonçalves V G., Costa, L.L., Oliveira, A.P. A., Rocha, L.F., Gotardo, M. (2009) Efeito de Estádio de maturação dos frutos na qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso. *Informativo ABRATES*, 19(2)
- Guissem, J. M., Nakagawa J. Zucareli, C (2002) Qualidade fisiológica de sementes de milho-doce BR 400(bt) em função do teor de água na colheita e da temperatura de secagem *Revista Brasileira de Sementes*, 24 (1): 220-228.
- Heller, J. (1996) Physic nut. *Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 1. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben / International Plant Genetic Resources Institute, Roma, 66 p.
- Hong, T. D., Ellis, R. H. (1996) A protocol to determine seed storage behaviour. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, *Technical Bulletin*, 62p.
- Jatropha* production technology (2003) Coimbatore, Tamil Nadu, India. Agricultural University. Disponível em: www://baif.com_Jr.htm.pdf Acesso em: 20/09/10.
- Joker, D.Jepsen, J. (2003) *Jatropha curcas* L. *Seed Leaflet*, Humleback, Denmarck, (83):1-2.

- Mandarino, J. M. G. Roessing, A. C (2001) Tecnologia para produção do óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos / Londrina: Embrapa Soja (*Documentos / Embrapa Soja*, ISSN 1516-781X; (171). CDD 664.368, 40p
- José S.C.B R., Pinho E.V.R.V. Pinho R. G. V ., Ramalho M. A. P., Filho J. L. S (2004) Controle genético da tolerância à alta temperatura de secagem em sementes de milho *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 3(3): 414-428.
- Jose, A.C. Silva, E.A., Davide, A.C. (2007) Classificação fisiológica de sementes de cinco espécies arbóreas de mata ciliar quanto à tolerância à dessecação e ao armazenamento. *Revista Brasileira de sementes*, 29 (2):171-178.
- Júnior P. C. A., Corrêa P. C. (1999) Comparação de modelos matemáticos para descrição da cinética de secagem em camada fina de sementes de feijão *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 3(3): p.349-353.
- Júnior, P.C.A., Corrêa P.C., Goneli A.L.D., Botelho F.M. (2006) Secagem, Armazenamento e qualidade fisiológica de sementes do cafeeiro *Revista Brasileira. Armazenamento*, Viçosa - Especial Café, MG, (9): 67-82.
- Júnior, P.C.A., Corrêa, P.C., Rita, L., Faroni, D'A. (2000) Efeito das condições e período de armazenagem sobre a viabilidade de sementes de soja *Revista. Oleaginosa e fibrosa*. Campina Grande, 4(1):1-7.
- Lago, A.A., Zink, E., Razera, L. F., Banzato, N. V., Savy Filho, A. (1979) Dormência em sementes de três cultivares de mamona. *Bragantia*, 38: 41-44.
- Levien, A. M (2005) *Secagem estacionária de sementes de soja utilizando ar de secagem com variações na umidade relativa*. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas, 40p.

- Maeda, J.A., Lago, A.A., Zink, E., Krzyzanowski, F.C., Rodrigues Filho, F.S.O. Ferraz, C.A.M (1977) Germinação de semente de algodão deslindadas por diferentes métodos, *Bragantia*, Campinas, 36(25): 256-258.
- Maguire, J.D. (1962) Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, 2(1):176-177.
- Marcos Filho, J. (2005) Deterioração de semente. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ, 291-348.
- Martins, C.C.; Machado, C.G.; Cavasini, R. (2008) Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de pinhão manso. *Ciência Agrotécnica*, Lavras, 32 (3): 863-868.
- Melo, E.C., Lopes, D.C., Corrêa, P.C. (2004) GRAPSI – Programa computacional para o cálculo das propriedades psicrométricas do ar. *Engenharia na Agricultura*, 12: 145-154.
- Miragaya, J.C.G. (2005) Biodiesel: tendência no mundo e no Brasil. Informe Agropecuário, BH, 26 (229): 7.
- Miranda, L. C., Silva, W. R., Cavariani, C (1999) Secagem de sementes de soja em silos com distribuição radial do fluxo de ar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, 34 (11): 2109-2121.
- Miranda, L.C., Da Silva, W.R., Cavariani, C. (1999) Secagem de sementes de soja em silo com distribuição radial do fluxo de ar. I. Monitoramento físico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34(11): 2097-2108.
- Moraes, M.L.B. (2000) *Comportamento da pressão estática e da frente de secagem em uma coluna de sementes de arroz*. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas. 50p.

- Morais, E.B.S.D. (2008) *Padronização do teste de germinação e qualidade de sementes de Pinhão-Manso (Jatropha curcas L.) durante o armazenamento*. Dissertação, Universidade Estadual de Montes Claros, Programa de Produção Vegetal no Semi-árido (Unimontes), Janaúba, MG, 103p.
- Moshkin, V.A. Castor. (1986) New Delhi: Amerind, 315p.
- Nachtigal, J. C., Pereira, F. M. (2000) Propagação do pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) cultivar Okinawa por meio de estacas herbáceas em câmara de nebulização. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 22 (2): 208-212.
- Norberto, P.M., Chalfun, N.N.J., Pasqual, M., Veiga, R.D., Pereira, G.E., Mota, J.H.(2001) Efeito da época de estaquia e do AIB no enraizamento de estacas de figueira. (*Ficus carica* L.). *Ciências e Agrotecnologia*, Lavras, 25(3): 533-541.
- Nunes, C.F. (2007) Caracterização de frutos, sementes e plântulas e cultivo de embriões de Pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). Lavras, 78p.
- Nunes, C.F., Santos, D.N., Pasqual, M., Vallent, T.C.T. (2009) Morfologia externa de frutos, sementes e plântulas de pinhão manso. *Pesquisa Agropecuária brasileira*, Brasília, 44 (2): 207-210.
- Nunes, F.C.; Pasqual, M.; Santos, D.N.; Custódio, Araújo, A.G. (2008) Diferentes suplementos no cultivo in vitro de embriões de pinhão-manso. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, 43, (1): 9-14.
- Openshaw, K. (2000) A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise *Biomass and Bioenergy*. 1: 15 p.
- Pammenter, N.W., Berjak, P (1999) Understanding and handling desiccation-sensitive seeds. Seed Conservation turning science into practice, Chapter 22, South Africa.417-430 p.

- Peixoto, A.R. (1973) Plantas oleaginosas arbóreas. São Paulo: Nobel, 284p.
- Peplinsk., A.J, Paulis., J.W, Bietz., J.A., Pratt., R.C (1994) Drying of high moisture corn: Change in properties and physical quality. *Cereal Chemistry*, St. Paul, 71, (2): 129-133.
- Pereira, P.P. (2007) *Potencial de Redução da Poluição do ar causada pelas emissões de motores diesel, com a implementação do uso do biodiesel* Monografia - Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras.
- Prabakaran AJ, Sujatha M (1999) *Jatropha tanjorensis* Ellis and Saroja, a natural interspecific hybrid occurring in Tamil Nadu, India. *Genet Resour Crop Evol* 46:23–218.
- Prete, C.E.C., Abrahão, J.T.M., Barca, A.A.L. (1995) Efeito da temperatura de secagem de frutos de café colhidos nos estádios de maturação cereja e verde, sobre a condutividade elétrica dos grãos. In: Congresso de Pesquisas Cafeeiras, 21, 1995, Caxambu. Anais... Caxambu: MA/Procafé, p.119-121.
- Ratree,S.A. (2004) Preliminary study on physic nut (*Jatropha curcas* L.) in Thailand. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(9): 1620-1623.
- Reinato C.H. R., Borém, F. M., Vilela, E.R., Carvalho, F. M. Meireles, E. P. (2002) Consumo de energia e custo de secagem de café cereja em propriedades agrícolas do sul de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 6(1): 112-116.
- Rezende,D.R., Souza,L.F., Nunes, D.E.B.M.R, Zuppa, T.O. Antoniosi Filho,N.R. (2006) Caracterização de ácidos graxos e triacilglicerídeos de óleos vegetais com potencial econômico de produção de biodiesel na região Centro-Oeste/ Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel,v.1.

- Roberts, E.H. (1973) Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology*, Zürich, 1(3): 499- 514.
- Rocha, M. S., Oliveira, M. I. P., Beltrão, N. E. M., Carvalho, J. M. C., Almeida F. A. C., Bruno, R. L., Gonçalves E. P. (2002) Tempo de embebição e germinação de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) III congresso brasileiro de mamona:energiaericinoquimicahttp://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamopublicacoes/cbm3/trabalhos/pinhão manso2002.pdf
- Salé, N.A.C (2008) Oportunidade s e Desafios para o comércio internacional de biocombustíveis da *Jatropha curcas* L. (pinhão manso) produzido em países em desenvolvimento. Dissertação apresentada ao departamento de pesquisas em agronegócios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Santos, C.J. R. (2009) *Secagem de sementes de girassol via radiação infravermelho e convecção forçada de ar aquecido* Dissertação (Pós-graduação em Engenharia de Processos) – Universidade Tiradentes Aracaju, 75 p.
- Saravia, C. T. (2006) *Manejo da temperatura do ar na secagem intermitente em sementes de arroz*. Tese de doutorado apresentada a Universidade Federal de Pelotas para a obtenção do título de Doutor em Ciências.
- Saturnino, H.M., Pacheco, D.D., Kakida, J, Tominaga, N., Gonsalves, N.P. (2005) Cultura do Pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). Produção de oleaginosas para biodiesel. *Informe agropecuário*, Belo Horizonte, 26 (229): 44-74.
- Sediyama, T., Reis, M.S., Sediyama, T (1981) Produção de sementes de soja em Minas Gerais: considerações técnicas. Viçosa: UFV, 61 p.
- Severino, L. S., Vale, L.S., Beltrão, N.M. (2007) A Simple Method For Measurement of *Jatropha curcas* Leaf Area. *Revista brasileira oleaginosa fibrosa*. Campina Grande, 11 (1): 9-14.

- Severino, L. S., Lima, R. de L. S., Beltrão, N. E. de M. (2006) Germinação e crescimento inicial de plântulas de pinhão manso em função do peso da semente. *Embrapa Algodão, Comunicado Técnico*, 309: 3-4.
- Shac-Chun, M., Zhu-Ying, L., Cong, L. (2007) Application of biodiesel produced from *Jatropha curcas* L. seed oil. *Zhongguo Youzhi/ China Oils and Fats*, 32, (7): 40-42.
- Sharmab, D.K., Pandeya, A.K. (2009) Use of *Jatropha curcas* hull biomass for bioactive compost production. *Biomass and Bioenergy* 33: 159-162.
- Silva, J. S., Afonso, A. D. L., Donzelles, S. M. L. (2000) Secagem e Secadores. In: Silva, J.S. (Ed.) *Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas*. Viçosa: *Aprenda Fácil*, p.107-138.
- Silva, P. A. Diniz, K. A, Oliveira, J. A. Von Pinho, E. V. R. (2007) Análise fisiológica e ultra estrutural durante o desenvolvimento e a Secagem de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 29 (02): 15-22.
- Sirisomboon, P., Kitchaiya, P. (2009) Physical properties of *Jatropha curcas* L. kernels after heat treatments. *Biosystems Engineering*, 102 (2): 244-250.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2004) *Fisiologia Vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 719 p.
- Teixeira, L.C. (2005) Potencialidades de oleaginosas para produção de biodiesel. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, (26): 229.
- Tominaga,N., Kakida,J., Yasuda., E.K. (2007) Cultivo de pinhão manso para produção de biodiesel. Viçosa: CPT, 220p.
- Trzeciaket, M.B., Neves, M.B., Vinholes, P.S., Villela. F.A. (2008) Utilização de sementes de espécies oleaginosas para produção de biodiesel, *Informativo Abrates*. 18, (1): 30-38.

Ullmann, R., Resende, O., Sales, J.F., Chaves, T.H. (2010) Qualidade das sementes de pinhão manso submetidas à secagem artificial. *Revista Ciência Agronômica*, 41(3): 442-447.

Zonta, J. B., Araujo, E. F., Araujo, R.F., Dias L. A. S. (2011) Diferentes tipos de secagem: Efeitos na qualidade fisiológica de sementes de Pinhão manso. *Revista Brasileira de Sementes*, 33 (4): 721- 731.

Zuchi J. ., Silmar T. ,Peske., Gilberto A. P. Bevilaqua., S. D.Silva., A. (2009) Retardamento, método de secagem e qualidade de sementes de mamona *Revista Brasileira de Sementes*, 31 (3): 009-015.

APÊNDICE



Figura 1A. Secador protótipo de camada delgada utilizado no experimento



Figura 2A. Câmara (BOD) utilizada no experimento da avaliação da qualidade fisiológica