

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

FABIANE CRISTINA GUSATTO

**OSMOCONDICIONAMENTO NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE
PINHÃO-MANSO**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON
2012**

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

FABIANE CRISTINA GUSATTO

**OSMOCONDICIONAMENTO NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE
PINHÃO-MANSO**

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

Orientador: Marlene de Matos Malavasi
Coorientador: Ubirajara Contro Malavasi
Coorientador: Cezar José da Silva

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON
2012**

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

	Gusatto, Fabiane Cristina
G982o	Osmocondicionamento na germinação e vigor de sementes de pinhão-manso / Fabiane Cristina Gusatto . - Marechal Cândido Rondon, 2012 43 p.
	Orientadora: Prof. Dr. Marlene de Matos Malavasi Coorientador: Prof. Dr. Ubirajara Contro Malavasi Coorientador: Prof. Dr. Cezar José da Silva
	Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2012
	1. Pinhão-manso - Pré-condicionamento. 2. Pinhão-manso - Germinação. 3. <i>Jatropha curcas</i> L. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.
	CDD 21.ed. 634.9285 CIP-NBR 12899

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

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

FABIANE CRISTINA GUSATTO

**OSMOCONDICIONAMENTO NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE
PINHÃO-MANSO**

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

Marechal Cândido Rondon, ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

À minha família, por estarem sempre ao
meu lado.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado força, saúde e coragem para seguir em frente, vencido as dificuldades e barreiras.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná pela oportunidade em realizar este trabalho.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Agronomia, por todos os ensinamentos e auxílio.

À Orientadora Professora Doutora Marlene de Matos Malavasi, pelos ensinamentos transmitidos, dedicação e confiança na realização deste trabalho.

Ao Coorientador Professor Doutor Ubirajara Contro Malavasi por todo o esforço, dedicação e auxílio quando precisei.

Ao Coorientador Doutor Cezar José da Silva pelas orientações e disponibilidade de ceder as sementes de pinhão-manso para a realização da pesquisa.

Aos meus pais Vilmar e Ivanir, meus irmãos Fabio e Francine e toda família pela atenção, apoio e força em mais uma etapa de minha vida. Sem a ajuda de vocês não conseguiria chegar até aqui.

Aos meus amigos Elisangela, Carlos, Rosângela, Neiva, Simoni e Leila pelo apoio e amizade.

Ao Egon Christmann e família, por todo apoio e carinho que recebi desde o dia em que aqui cheguei.

Ao professor Edmar pelo auxílio na estatística. Ao Rubens pela ajuda durante a realização e conclusão do experimento.

As minhas amigas Cristina, Deisinara e Vanessa por todo apoio que recebi quando mais precisei. Muito obrigada por tudo, vocês são muito especiais e estarão sempre no meu coração.

Aos colegas de mestrado pela amizade e carinho.

Ao CNPq pelo auxílio quando da concessão da bolsa.

A todos que contribuíram de uma ou de outra forma para a conclusão desta pesquisa, muito obrigada.

RESUMO

O pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.) é um arbusto oleaginoso com alto potencial de produção de biodiesel, formação de cercas-vias, arborização, cultivado no semi-árido, podendo medir de dois a três metros de altura e 20 centímetros de diâmetro no caule. O osmocondicionamento de sementes consiste em controlar a embebição de soluções aquosas, até que haja o equilíbrio osmótico, aumentando a velocidade e porcentagem de germinação e emergência das plântulas, não interferindo na semente de forma tóxica. Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o efeito do osmocondicionamento na velocidade de germinação e emergência das sementes de pinhão-mansô armazenadas. Utilizou-se sementes de pinhão-mansô provenientes de Dourados (MS), com frutos secos ao sol e à sombra. Foram analisados o teor de água, massa de mil sementes e tamanho de mil sementes. As sementes foram acondicionadas em recipiente de vidro e armazenadas em câmara fria a 13°C por diferentes períodos: 0, 90, 180, 270, e 360 dias. Após cada período de armazenamento, as sementes foram osmocondicionadas com polietileno glicol 6000 à temperatura de 35°C com as concentrações de -0,2MPa, -0,6MPa, -1,0MPa, -1,4MPa e a testemunha 0MPa. Os testes de germinação foram realizados em areia e avaliou-se o índice de velocidade de emergência e a porcentagem de germinação. A secagem ao sol é a mais indicada, gera maiores índices de porcentagem de germinação, o potencial osmótico que gerou os melhores resultados para a porcentagem de germinação com frutos secos ao sol foi -1,4 MPa e à sombra foi -1,0 MPa por 180 dias de armazenamento em vidro em câmara fria.

Palavras-chave: *Jatropha curcas* L.; polietileno glicol 6000; uniformidade de germinação.

ABSTRACT

PRIMING ON GERMINATION AND VIGOR SEED *Jatropha curcas* L.

Jatropha curcas is a shrub with high potential for biodiesel production, formation of roads, fences, trees, grown in semi-arid, and can measure two to three meters in height and 20 centimeters. The preconditioning of seeds is to control the imbibitions of aqueous solutions, until there is osmotic equilibrium, increasing the speed and percentage of germination and seedling emergence, not interfering in the seed so toxic. Thus, this study aims to evaluate the effect of preconditioning in the speed of germination and emergence of seeds of *Jatropha curcas* L. stored. We used seeds will not benefit of *Jatropha curcas* from Dourados (MS), for the first test and for the following they were dried in the sun and shade. We analyzed the water content, mass and size of one thousand seeds. The seeds were placed in a glass container and stored in cold chamber at 13°C for different periods: 0, 90, 180, 270, and 360 days. After each storage period, seeds were preconditioned with polyethylene glycol 6000 at 35°C with concentrations of -0.2 MPa, 0.6 MPa, MPa -1.0, -1.4 MPa and the witness 0 MPa. Germination tests were performed on sand and evaluated the rate of emergence speed and percentage of germination. Sun-drying is best, generates higher rates of germination, with preconditioning temperature of 35°C, the potentials of -1,4 MPa, in the sun and shade -1,0 MPa for 180 days of storage in glass chamber.

Keywords: *Jatropha curcas* L.; preconditioning; vigor and uniformity of germination.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Comportamento da massa de mil sementes de pinhão-manso durante o período de armazenamento de até 360 dias.	24
Figura 2. Porcentagem de germinação de sementes de pinhão-manso de frutos secos ao sol e à sombra, armazenadas por 90 dias, utilizando os cinco potenciais osmóticos.	28
Figura 3. Porcentagem de germinação de sementes de pinhão-manso de frutos secos ao sol e à sombra, armazenadas por 180 dias, utilizando os cinco potenciais osmóticos.	29
Figura 4. Porcentagem de germinação de sementes de pinhão-manso de frutos secos ao sol e à sombra, armazenadas por 270 dias, utilizando os cinco potenciais osmóticos.	30
Figura 5. Porcentagem de germinação de sementes de pinhão-manso de frutos secos ao sol e à sombra, armazenadas por 360 dias, utilizando os cinco potenciais osmóticos.	31
Figura 6. Índice de velocidade de emergência de sementes de pinhão-manso de frutos secos ao sol e à sombra, armazenadas por 90 dias, utilizando os cinco potenciais osmóticos.	32
Figura 7. Índice de velocidade de emergência de sementes de pinhão-manso de frutos secos ao sol e à sombra, armazenadas por 180 dias, utilizando os cinco potenciais osmóticos.	33
Figura 8. Índice de velocidade de emergência de sementes de pinhão-manso de frutos secos ao sol e à sombra, armazenadas por 270 dias, utilizando os cinco potenciais osmóticos.	34
Figura 9. Índice de velocidade de emergência de sementes de pinhão-manso de frutos secos ao sol e à sombra, armazenadas por 360 dias, utilizando os cinco potenciais osmóticos.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tratamentos utilizados no experimento	22
Tabela 2. Tamanho de sementes de pinhão-manso	23
Tabela 3. Valores médios da massa de mil sementes de pinhão-manso armazenadas por até 360 dias	24
Tabela 4. Teor de água médio das sementes de pinhão-manso.....	25
Tabela 5. Análise de variância para porcentagem de germinação em sementes de pinhão-manso osmocondicionadas com polietileno glicol 6000	26
Tabela 6. Análise de variância para índice de velocidade de emergência em sementes de pinhão-manso osmocondicionadas com polietileno glicol 6000	26
Tabela 7. Valores de temperatura e umidade relativa do ar durante a secagem dos frutos de pinhão-manso	43
Tabela 8. Quantidade de polietileno glicol 6000 utilizado para cada potencial osmótico na temperatura de 25°C	43
Tabela 9. Quantidade de polietileno glicol 6000 utilizado para cada potencial osmótico na temperatura de 35°C	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Caracterização da espécie	12
2.2 Ecologia.....	13
2.3 Germinação de sementes de pinhão-manso.....	14
2.4 Secagem e armazenagem de sementes	15
2.5 Osmocondicionamento de sementes	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Origem e beneficiamento das sementes	19
3.2 Testes realizados	19
3.3 Pré tratamento.....	21
3.4 Descrição dos tratamentos utilizados.....	21
3.5 Delineamentos estatísticos.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 Tamanho, massa de mil sementes e teor de água das sementes de pinhão- manso	23
4.2 Porcentagem de germinação e índice de velocidade de emergência de sementes de pinhão-manso osmocondicionadas com polietileno glicol 6000.....	25
4.3 Porcentagem de germinação de sementes de pinhão-manso	27
4.4 Índice de velocidade de emergência	32
5 CONCLUSÕES	37
REFERÊNCIAS.....	38
ANEXO	43

1 INTRODUÇÃO

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) é um arbusto de crescimento rápido, podendo se reproduzir em áreas degradadas, sendo muito utilizado com cerca viva, e seu óleo para iluminação de casas e à produção de biodiesel. A semente é composta por 7,2% de água, 37,5% de óleo e 55,3% de açúcar, amido, albuminóides e minerais, sendo 4,8% de cinzas e 4,2% de nitrogênio. (ARRUDA, 2004).

Além da recuperação de áreas degradadas, o pinhão-manso está sendo utilizado como uma alternativa para a produção de biodiesel, um recurso natural no fornecimento de óleo.

Muitas características devem ser analisadas quando da utilização de sementes para a produção de mudas. Além das boas características genéticas, as sementes devem ser secas de forma correta e armazenadas em ambiente adequado para que não ocorram trocas gasosas interferindo na longevidade e vigor das sementes

Em 1975, Heydecker et al. desenvolveram a técnica do osmocondicionamento que tem como objetivo reduzir o período de germinação e melhorar a emergência das plântulas, submetendo as sementes a um controle da hidratação.

Trabalhos científicos com muitas espécies estão sendo desenvolvidos e os resultados são positivos quanto a melhora do vigor. Além de acelerar a germinação, o processo inibe o aparecimento de fungos e outros microorganismos que podem comprometer a qualidade das plântulas e o seu desenvolvimento.

O produto mais utilizado neste procedimento é o polietileno glicol 6000, pois não penetra na semente, não é tóxico e após ser diluído em água que resulta em uma solução com pressão osmótica diferente de zero.

Com a utilização o polietileno glicol 6000 no osmocondicionamento de sementes, ocorre à ativação dos processos metabólicos na semente nas etapas anteriores a protrusão da raiz primária, reorganizando as células para que possa aumentar o vigor das sementes.

Visando acelerar e homogeneizar a germinação de sementes de pinhão-manso, o presente trabalho teve como objetivo geral avaliar o efeito do osmocondicionamento de sementes com o polietileno glicol 6000. E os objetivos específicos são:

- Efeito do osmocondicionamento de sementes com polietileno glicol 6000 na porcentagem e velocidade de germinação de sementes de pinhão-mansão;
- Efeito do processo de secagem e armazenamento na germinação de sementes de pinhão-mansão pré-tratadas com polietileno glicol 6000;
- Longevidade de sementes submetidas aos processos de secagem ao sol e à sombra e pré-tratadas com polietileno glicol 6000.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização da espécie

O gênero *Jatropha* possui distribuição pela América, Ásia e África e é composto por aproximadamente 175 espécies, sendo considerada uma cultura rústica podendo se reproduzir em áreas degradadas. (SATURNINO et al., 2005).

A espécie desenvolve-se bem em condições de pouca precipitação (500-700mm) e tolera alta pluviosidade (até 1200mm) e longos períodos de seca (GOUR, 2006). A rusticidade desta espécie é uma característica de grande interesse, além da fácil adaptabilidade a ambientes semi-áridos, o uso de óleo para a produção de biodiesel, e por ser útil no controle da erosão hídrica (SEVERINO et al., 2006).

A origem do pinhão-mansão ainda é contraditória. Alguns autores afirmam que teve sua origem no Brasil, sendo a espécie introduzida por navegadores Portugueses no final do século XVIII nas ilhas do Arquipélago de Cabo Verde e Guiné, sendo disseminada pelo continente Africano (ARRUDA et al., 2004). A cultura é muito cultivada na China, Índia, Filipinas, Malásia, Nicarágua e Honduras (FRANCO; GABRIEL, 2008).

O pinhão-mansão é classificado no Reino Plantae, Divisão Embryophyta, Classe Spermatoprida, Ordem Malpighiales, Família Euphorbiaceae, Gênero *Jatropha* L. e Espécie *Jatropha curcas* L. (SATURNINO et al., 2005). A espécie também é conhecida como pinhão do Paraguai, purgueira e pinha de purga, (ARRUDA, 2004),

A planta é muito utilizada na formação de cercas-vivas, na composição de jardins em geral ou para arborização urbana, principalmente em plantios agrupados. Suas sementes são ricas em óleo sendo este tóxico se for ingerido por animais ou seres humanos. (LORENZI, 2003).

O óleo pode ser utilizado em como produto medicinal, iluminação de casas e produção de sabão. Recentemente, o óleo extraído das sementes tornou-se um produto muito utilizado para fins energéticos. (NUNES, 2007).

Arruda et al. (2004) citaram que entre as oleaginosas o pinhão-mansão é um vegetal cujas sementes têm se destacado por produzir óleo com todas as qualidades necessárias para ser transformado em óleo biodiesel. No Brasil, o pinhão-mansão vem sendo cultivado por produtores do nordeste, centro oeste e sudeste, com

produção anual de 1.100 a 1.700 litros de óleo biodiesel por hectare. (NUNES, 2007).

2.2 Ecologia

A planta é um arbusto grande, lactescente, de 3 a 5 metros de altura, aspecto suculento, tronco com casca parda escura escamando em lâminas diminutas e finas. A ramagem é longa, herbácea, formando uma copa aberta e irregular. Suas folhas são simples, alternas, membranáceas com pecíolo longo, verde-escuras, brilhantes (LORENZI, 2003).

As inflorescências são terminais ou axilares, em panículas discretas, flores amarelo-esverdeadas, campanuladas, com 5 pétalas. Os frutos são do tipo cápsula ou globulosos, amarelos, lisos, coriáceos, deiscentes, de 3 a 4 centímetros de diâmetro, sementes oleaginosas escuras, sendo que a multiplicação ocorre por sementes. (LORENZI, 2003).

A semente é ovulada e endospermica, constituída por um pericarpo ou casca dura e lenhosa, deiscente, situada em cada lóculo do fruto, este, no início é de cor verde, passando a amarelo e castanho, e chegando a cor preta ao atingir o estágio de maturação, medindo em média de 2,5 a 4 cm de comprimento e 1,5 a 3 cm de diâmetro. (NUNES, 2007).

As sementes pesam de 0,551 a 0,797 gramas dependendo da variedade e dos tratos culturais. Com cerca de 33,7 a 45% de casca, 55 a 66% de amêndoa, as sementes quando secas medem 1,5 a 2 centímetros de comprimento, e 1,0 a 1,3 centímetros de largura, tegumento rijo, quebradiço, tendo debaixo do invólucro da semente, uma película branca cobrindo a amêndoa; albúmen abundante, branco, oleaginoso, contendo o embrião com dois largos cotilédones achatados. O albúmen é composto de 7,2% de água, 37,5% de óleo e 55,3% de açúcar, amido, albuminóides e minerais, sendo 4,8% de cinzas e 4,2% de nitrogênio. (ARRUDA, 2004).

Em janeiro de 2008, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através da Instrução Normativa n. 4, autorizou a inscrição da espécie *Jatropha curcas* L. no Registro Nacional de Cultivares (RNC). A proibição de cultivo desta espécie decorria devido ausência de pesquisas sobre o desempenho

agronômico da cultura e, principalmente a ausência de estudos básicos sobre o desempenho das sementes.

2.3 Germinação de sementes de pinhão-mansô

A germinação é um conjunto de processos fisiológicos influenciada por fatores internos e externos à semente iniciada com a embebição de água, que desencadeia uma seqüência de mudanças metabólicas como a emergência de raiz primária. Este é o parâmetro mais utilizado para avaliação da qualidade fisiológica das sementes. (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Segundo Popiginis (1985), sob o ponto de vista fisiológico, a germinação compreende a quatro fases: embebição de água, alongamento das células, divisão celular e diferenciação das células em tecidos.

Para Bewley e Black (1994), a absorção de água pelas sementes obedece a um padrão trifásico. A fase I é denominada embebição, é consequência do potencial matricial, tratando-se de um processo físico, pois ocorre independentemente da viabilidade ou dormência, desde que não seja uma dormência tegumentar causando impedimento de entrada de água. A fase II é chamada de estacionária, pois ocorre em função do balanço entre o potencial osmótico e o potencial de pressão, desta forma, a semente absorve água lentamente e o eixo embrionário ainda não consegue crescer. A fase III caracteriza-se pela retomada de absorção de água, culminando com a emissão da raiz primária.

As características genéticas, físicas, fisiológicas e sanitárias também afetam o potencial germinativo da semente, tanto de forma positiva, quanto negativa. (MARCOS FILHO, 2005).

Desta forma, Joker e Jopsen (2003) afirmam que a germinação do pinhão-mansô é do tipo epígea, sendo completada em 10 dias sob condições ótimas de umidade e temperatura.

2.4 Secagem e armazenagem de sementes

O conhecimento sobre a capacidade de armazenabilidade das sementes permite que sejam tomadas as condições ideais a cada espécie para manter a qualidade no vigor e na viabilidade após a colheita, além da elaboração de programas para conservação de bancos de germoplasma em longo prazo. (DAVIDE, et al., 2003).

Para manter a qualidade biológica, química e física das sementes, as mesmas devem ser armazenadas em ambiente apropriado, dependendo principalmente das características intrínsecas das sementes, das condições ambientais no momento da colheita, das boas práticas de limpeza, secagem e armazenamento (DEMITO, 2006). Para Marcos Filho (2005) o armazenamento de sementes é um dos fatores indispensáveis para assegurar a qualidade do material até a época de plantio.

A secagem é um processo de pós-colheita muito utilizado para garantir a qualidade e estabilidade das sementes. Ocorrendo a diminuição da quantidade de água das sementes, reduz a atividade biológica e as mudanças químicas que ocorrem durante o armazenamento. (ULLMANN et al., 2010).

A perda acentuada da qualidade fisiológica das sementes inicia-se quando as condições ambientais são inadequadas, e com a elevação do teor de água de equilíbrio, tornando imprópria a sua conservação. (GOLDFARB, 2008).

A manutenção da alta porcentagem de germinação das sementes após o armazenamento dependerá, entre outros fatores do teor de água das sementes, da temperatura do ar durante do ambiente de armazenamento, da ação de fungos e insetos e das embalagens de acondicionamento. (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

O tegumento das sementes possui papel muito importante, a proteção contra choques, impedindo a entrada de microorganismos, permitindo o armazenamento por longos períodos sem a perda significativa do poder germinativo. (PEREZ, 1998).

Para um armazenamento adequado, parte da água contida na semente após a colheita necessita ser removida. A secagem removerá o excesso de água de forma a propiciar condições adequadas para o beneficiamento e armazenamento. É uma das práticas de pós-colheita mais importantes, pois ao diminuir o teor de água do produto reduz o risco de infestação por microorganismos e a ocorrência de reações enzimáticas preservando-lhes a qualidade, o valor nutritivo e ainda

assegurando o poder germinativo. (ANDRADE et al., 2006).

Garcia et al. (2004), relataram que a secagem de sementes contribui para a preservação da qualidade fisiológica durante o armazenamento, além de possibilitar a antecipação da colheita evitando perdas durante o processo produtivo.

A embalagem impermeável elimina a influencia da umidade do ar externo sobre a semente, assim, deixam de sofrer alterações no teor de água favorecendo a conservação. (POPINIGIS, 1985).

2.5 Osmocondicionamento de sementes

A partir da década de 1970 foi desenvolvida a técnica do osmocondicionamento, sendo uma das técnicas mais promissoras para aumentar a velocidade e uniformidade da germinação e da emergência das plântulas. Essa técnica consiste na hidratação controlada das sementes, através da utilização de substâncias osmóticas em solução que limitam a absorção de água pelas mesmas, de tal forma que as etapas iniciais da germinação sejam ativadas sem que ocorra a emissão da raiz primária, isto é, sem que se atinja a fase da germinação. (COSTA; VILLELA, 2006).

O impulso à pesquisa, renovando o interesse e provocando considerável evolução da qualidade das informações a respeito dos fundamentos teóricos e efeitos do condicionamento fisiológico, surgiu após a publicação do artigo “*Invigoration of Seeds?*”, de Heydecker et al. (1975). A idéia da irreversibilidade da deterioração foi questionada por esses autores, que descreveram um procedimento que poderia reverter essa deterioração e o denominaram *priming*.

Esta técnica tem como objetivo reduzir o período de germinação e melhorar a emergência das plântulas, submetendo às sementes a um controle da hidratação suficiente para permitir os processos respiratórios essenciais à germinação, mas não propiciando a protrusão da radícula. As sementes completam as fases I e II da embebição, que são preparatórias para a germinação sem avançarem para a fase III, caracterizada pelo alongamento celular e protrusão da radícula.

O tratamento foi conduzido com a exposição das sementes a solução de polietileno glicol 6000, com potenciais hídricos (ψ_w) de -1,0 a -1,5 MPa durante período preestabelecido, ativando o metabolismo embrionário em etapas anteriores

à protrusão da raiz primária. Os benefícios à porcentagem e a velocidade de germinação das amostras tratadas foram interpretados como sendo um possível “revigoração” das sementes. (MARCOS FILHO, 2005).

A presença de solutos altera as propriedades da água, resultando em uma pressão osmótica diferente de zero na solução, sendo que o soluto mais utilizado é o polietileno glicol 6000, cuja fórmula é $\text{HOCH}_2(\text{CH}_2\text{OCH}_2)_n\text{CH}_2\text{OH}$. (VILLELA et al, 1991).

Com alto peso molecular, o polietileno glicol 6000 não é tóxico para as sementes, pois não penetra nas células. O aumento no vigor das sementes pode ser explicado pelo aumento dos subprodutos resultantes da degradação das reservas durante o tratamento, assim, a emergência da raiz primária será emitida em menor intervalo de tempo (MENEZES, 2006). O produto pode ser encontrado com massas moleculares de 4.000, 6.000, 8.000 e 12.000 daltons, sendo os de 6.000 e 8.000 os mais comuns. (MARCOS FILHO, 2005).

O osmocondicionamento consiste em controlar a embebição das sementes em uma solução aquosa de polietileno glicol 6000, permitindo que as sementes sejam potencialmente hidratadas atingindo o equilíbrio osmótico ativando o processo bioquímico preparatório para a germinação. (MARCOS FILHO, 2005).

Dias et al. (1999), destacaram que em contato com a solução de polietileno glicol 6000, o conteúdo de água das sementes entra em equilíbrio com o potencial osmótico da solução, impedindo o avanço do processo germinativo.

Durante o processo de germinação, sementes de alto vigor atingem um nível metabólico mais rápido e ordenado, enquanto, sementes de baixo vigor apresentam nível metabólico mais lento. Quando submetidas ao condicionamento osmótico, as de baixo vigor tendem a alcançar às de alto vigor e, assim obtêm maior uniformidade na germinação e emergência. (HEYDECKER; HIGGINS, 1978).

Considerado um processo de pós-colheita, que reage aumentar a velocidade de germinação e emergência. Este, quando associado a condições adequadas de armazenamento pode ser muito útil em sementes florestais. (BIRUEL, 2007).

Trabalhando com o osmocondicionamento, alguns pontos são importantes verificar: a temperatura, a concentração da solução (potencial osmótico), o período de duração do tratamento, a intensidade de luz, a densidade de gases envolvidos, o método e o período de secagem após o tratamento, além das características das sementes das espécies e cultivares em questão. (BRADFORD, 1986).

O controle da hidratação das sementes ocorre até o limite que permita a realização dos processos metabólicos pré-germinativos, sem a emergência da raiz primária. (BRADFORD, 1986).

Michel e Kaufmann (1973) utilizando um psicrômetro termopar e osmômetro de pressão de vapor estudaram os efeitos da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura no potencial osmótico de soluções e encontraram uma relação entre a concentração (C) de polietileno glicol 6000, a temperatura (T) e o potencial osmótico (ψ_s) da solução, e expressaram na seguinte equação:

$$\Psi_s = -(1,18 \times 10^{-2}) C - (1,18 \times 10^{-4}) C^2 + (2,67 \times 10^{-4}) CT + (8,39 \times 10^{-7}) C^2T$$

A partir dos estudos de Michel e Kaufmann (1973), Villela et al. (1991) elaboraram uma tabela de dupla entrada, com os valores da concentração de polietileno glicol 6000, para temperatura entre 1 e 40°C e potenciais osmóticos da solução entre -1 e -40 bar.

Segundo Michel e Kaufmann (1973), sob temperatura constante e com a elevação da concentração polietileno glicol 6000 ocorre uma redução do potencial osmótico da solução devido ao aumento da viscosidade da mesma.

Giúdice et al. (1999), verificaram que sementes de soja pré-condicionadas tiveram resultados superiores quando comparados com a testemunha, pois a hidratação em baixo potencial hídrico ocorre de maneira mais lenta, propiciando uma melhor reorganização das células.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Origem e beneficiamento das sementes

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, *Campus* de Marechal Cândido Rondon. Foram utilizadas sementes obtidas no Distrito de Itahum, município de Dourados no Estado do Mato Grosso do Sul, sob as coordenadas geográficas latitude 22°05'45" S, longitude 55°18'50" W, e altitude média do local é 485 metros e o solo é do tipo Latossolo Vermelho distrófico. A implantação da lavoura ocorreu em novembro de 2006 e as sementes utilizadas para a pesquisa foram colhidas em junho de 2010.

Após a coleta dos frutos, os mesmos foram separados manualmente em dois grupos, seco ao sol (temperatura média de 22,7°C e umidade relativa do ar de 54,2 %) e seco à sombra (temperatura média de 17,9°C e umidade relativa do ar de 53,1 %). As verificações de temperatura e umidade foram efetuadas duas vezes ao dia, na parte da manhã e à tarde (Anexo).

Ao atingirem teor de água de aproximadamente 6%, as sementes foram armazenadas em vidros com capacidade de 800 ml, fechados hermeticamente e armazenadas em câmara fria (temperatura média de 13-14°C e umidade relativa do ar da câmara fria de 65-80%) pelo período de 12 meses.

3.2 Testes realizados

Determinação do teor de água

Para a determinação do teor de água, utilizou-se o método de estufa a 105±2°C conforme especificado nas Regras de Análise de Sementes. As sementes foram colocadas em um recipiente de metal e com o auxílio de uma balança analítica de precisão de 0,0001 gramas realizou-se as pesagens antes e após 24 horas de permanência em estufa. Foram realizadas cinco repetições de duas sementes de cada lote (BRASIL, 2009).

Massa de mil sementes

Este teste utilizou oito repetições de 100 sementes aleatórias de cada lote, sendo pesadas em balança analítica de precisão de 0,001 gramas (BRASIL, 2009).

Tamanho da semente

Realizado com um paquímetro digital com precisão de 0,01 milímetros. Devido ao formato ovalado da semente, determinou-se somente o comprimento e a espessura, utilizou-se quatro repetições de 25 sementes realizada somente quando as sementes chegaram ao laboratório.

Índice de velocidade de emergência (IVE)

Utilizou-se quatro repetições de 25 sementes de cada tratamento. As avaliações foram realizadas a partir de contagens diárias do número de plântulas emergidas até a estabilização da emergência das plântulas. Para o cálculo, utiliza-se a fórmula de Maguire (1962):

$$IVE = \frac{P_1}{D_1} + \frac{P_2}{D_2} + \frac{P_3}{D_3} + \dots + \frac{P_n}{D_n} \quad \text{onde,}$$

IVE = índice de velocidade de emergência; $P_1, P_2, P_3, \dots ; P_n$ = número de plântulas emergidas na primeira, segunda, terceira e última contagem; $D_1, D_2, D_3, \dots D_n$ = número de dias da semeadura da primeira, segunda, terceira e última contagem.

Porcentagem de germinação

A determinação da germinação utilizou quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. Após o início da germinação das plântulas, foram realizadas contagens do número de plântulas, considerando germinadas as que emitirem o primeiro par de folhas, e os resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009). A contagem da germinação foi realizada até 21 dias após a semeadura.

3.3 Pré tratamento

Osmocondicionamento

Para o osmocondicionamento foi utilizado polietileno glicol 6000. As sementes foram pré-tratadas com cinco doses de polietileno glicol 6000, 0 (testemunha), -0,2, -0,6, -1,0 e -1,4 MPa com a temperatura de embebição de 35°C de acordo com Vilela et al. (1991).

Os lotes de sementes foram caracterizados de acordo com o período de armazenamento. Após a pesagem do polietileno glicol 6000 em balança analítica de precisão de 0,0001 gramas, o mesmo foi diluído em um quilograma de água destilada. As sementes permanecem submersas por 24 horas nesta solução a 35°C acondicionadas em câmara de germinação. Após as 24 horas, as sementes foram lavadas em água corrente e em água destilada, colocadas em papel absorvente por 15 minutos para absorção do excesso de água.

Para o teste de germinação, utilizou-se quatro repetições de 25 sementes osmocondicionadas colocadas em areia autoclavada. As bandejas foram mantidas em câmara de germinação a 25°C até a emissão das folhas primárias, para iniciar a contagem da porcentagem de germinação e o índice de velocidade de emergência.

3.4 Descrição dos tratamentos utilizados

Para a realização desta pesquisa, utilizou-se os tratamentos (Tabela 1) de secagem ao sol e à sombra, cinco período de armazenamento das sementes: 0 (testemunha), três meses, seis meses, nove meses e 12 meses, uma temperatura de osmocondicionamento: 35°C e cinco potencias osmóticos: 0 MPa, -0,2 MPa, -0,6 MPa, -1,0 MPa e -1,4 MPa.

Tabela 1. Tratamentos utilizados no experimento

Secagem	Período de armazenamento	Potenciais osmóticos
Sol	0	0 MPa
	90 dias	-0,2 MPa
	180 dias	-0,6 MPa
Sombra	270 dias	-1,0 MPa
	360 dias	-1,4 MPa

3.5 Delineamentos estatísticos

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000), sendo detectadas diferenças, aplicou-se a análises de regressão, sendo os modelos matemáticos escolhidos segundo as equações com melhores ajustes, confirmados pelos maiores valores dos coeficientes de determinação (R^2) e pela significância dos coeficientes de regressão.

Para as análises secagem de frutos, teor de água, massa de mil sementes, massa de mil sementes e tamanho de sementes, havendo diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Tamanho, massa de mil sementes e teor de água das sementes de pinhão-mansó

Após o recebimento no laboratório, as sementes foram secas e extraídas dos frutos, o comprimento e a espessura foram quantificados com o auxílio de um paquímetro (Tabela 2). As sementes de pinhão-mansó possuem comprimento e espessura médios de 18,73 e 10,82 mm, respectivamente.

Saturnino et al. (2005), relatam que sementes de pinhão-mansó possuem de 15 a 20 mm de comprimento, sendo estes resultados semelhantes aos encontrados na pesquisa. Corroborando com estes dados, Nunes (2007) encontrou 16 mm para comprimento e 11 mm para espessura com sementes de pinhão-mansó coletadas na região de Bom Sucesso.

Segundo Arruda (2004), estes dados estão dentro do esperado para a cultura, podendo ocorrer uma variação dependendo dos tratamentos culturais e espécie a ser utilizada.

Tabela 2. Tamanho de sementes de pinhão-mansó

	Mínimo (mm)	Médio (mm)	Máximo (mm)	D.P. ¹
Comprimento	17,12	18,73	20,66	0,83
Espessura	9,87	10,82	11,96	0,42

¹ Desvio Padrão

Para a massa de mil sementes de pinhão-mansó (Tabela 3), constatou-se haver diferença significativa no primeiro lote de sementes em relação às demais avaliações.

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), as sementes atingem seu máximo vigor quando apresenta seu máximo peso de massa seca. A partir deste ponto, podendo sofrer decréscimo de peso, conseqüentemente perdas em massa seca pela respiração da semente.

Tabela 3. Valores médios da massa de mil sementes de pinhão-mansó armazenadas por até 360 dias

Armazenamento	Sol	Sombra
0	88,54 a*	88,54 a
90	77,71 b	78,65 b
180	79,49 b	79,21 b
270	76,25 b	77,11 b
360	77,19 b	76,89 b
Médias	79,44	80,21
C.V (%)	1,70	1,70

* Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com o período de armazenamento das sementes de pinhão-mansó, ocorreu um decréscimo na massa de mil sementes (Figura 1) do primeiro período de avaliação aos demais, sendo que estes não diferiram estatisticamente entre si.

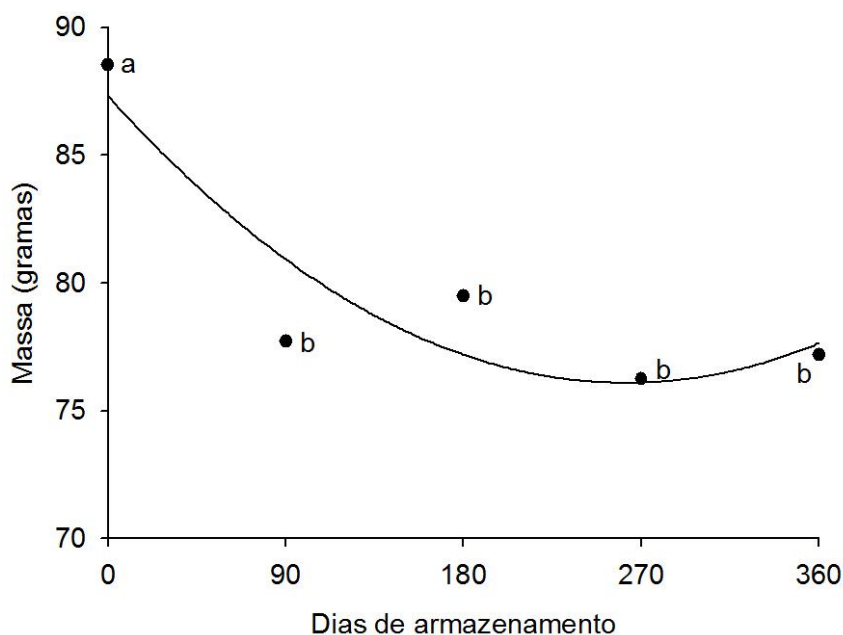


Figura 1. Comportamento da massa de mil sementes de pinhão-mansó durante o período de armazenamento de até 360 dias.

Os valores médios para o teor de água das sementes de pinhão-mansó antes do osmocondicionamento, com a secagem dos frutos ao sol foram de 7,82% e com frutos secos à sombra foi de 7,85% (Tabela 4).

O grau de umidade das sementes, juntamente com a temperatura do ambiente controlado é um fator importante na conservação das sementes. Desta

forma, quando a umidade está baixa, reduz-se a atividade respiratória, conseqüentemente é reduzido também o metabolismo celular (GHELLER, 2008).

Assim, Azevedo et al. (2003), trabalhando com gergelim e afirmam que para manter a qualidade fisiológica das sementes armazenadas, a melhor embalagem é a impermeável, não havendo trocas gasosas com o meio.

Previero et al. (1998) destacaram que a secagem das sementes depende das condições atmosféricas, e em seu trabalho, a temperatura média de 20°C e a umidade relativa do ar de 64% tornou possível a redução do teor de água em um período relativamente curto.

Tabela 4. Teor de água médio das sementes de pinhão-mansó

	Secagem ao sol (%)	Secagem a sombra (%)
Teor de água	7,82 a*	7,85 a
Média	7,83%	
C.V (%)	9,5	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.2 Porcentagem de germinação e índice de velocidade de emergência de sementes de pinhão-mansó osmocondicionadas com polietileno glicol 6000

Análise de variância com as porcentagens de germinação com sementes de pinhão-mansó de frutos secos ao sol e à sombra, osmocondicionadas a 35°C por até 360 dias de armazenamento, com seus respectivos valores para as variáveis analisadas, sendo todos os tratamentos avaliados foram significativos pelo Teste F a 1 e a 5% de probabilidade (Tabela 5).

Tabela 5. Análise de variância para porcentagem de germinação em sementes de pinhão-mansos osmocondicionadas com polietileno glicol 6000

Causas de variação	Graus de liberdade	QM
Arm	4	50742**
Sec	1	648**
Po	4	92**
Arm x Sec	4	395**
Arm x Po	16	24*
Sec x Po	4	35*
Arm x Sec x Po	16	44**

** e *, Significância pelo teste F a 1% e a 5% de probabilidade respectivamente. (Arm: armazenamento; Sec: secagem; Po: potencial osmótico).

A análise de variância com os valores do índice de velocidade de emergência de sementes de pinhão-mansos de frutos secos ao sol e à sombra, osmocondicionadas a 35°C por até 360 dias de armazenamento, com seus respectivos valores para as variáveis analisadas (Tabela 6) demonstrou que somente na variável secagem não houve diferença significativa, nas demais ocorreu significância.

Cada fator possui ação sobre os demais, aumentar ou diminuir as concentrações de polietileno glicol 6000, alterar o método de secagem e o tempo de armazenamento das sementes ocorrerão diferenças significativas nos resultados a serem obtidos.

Tabela 6. Análise de variância para índice de velocidade de emergência em sementes de pinhão-mansos osmocondicionadas com polietileno glicol 6000

Causas de variação	Graus de liberdade	QM
Arm	4	5.0426**
Sec	1	0.2667 ^{ns}
Po	4	0.8981**
Arm x Sec	4	1.7248**
Arm x Po	16	0.3484**
Sec x Po	4	0.3202*
Arm x Sec x Po	16	0.4324**

** e *, Significância pelo teste F a 1% e a 5% de probabilidade respectivamente. ns, não significativo. (Arm: armazenamento; Sec: secagem; Po: potencial osmótico).

4.3 Porcentagem de germinação de sementes de pinhão-mansó

O primeiro lote de sementes de pinhão-mansó constituíram a testemunha, para armazenamento, não sendo utilizado nenhum tratamento osmocondicionante. Para as sementes de frutos secos ao sol, a porcentagem média de germinação foi de 99% e para as sementes de frutos secos à sombra, foi de 85% de germinação.

Para o índice de velocidade de emergência de sementes dos frutos secos ao sol foi de 1,24 e para à sombra foi de 1,63.

As sementes de pinhão-mansó de frutos secos ao sol, armazenadas por 90 dias (Figura 2) possuíam uma germinação inicial sem utilização do polietileno glicol 6000 de 23 %. Com a utilização do polietileno glicol 6000, houve uma queda a partir do potencial osmótico -0,2 MPa até -1,0 MPa e aumentando a porcentagem de germinação a partir deste, passando a 76% sendo a maior registrada para esta condição.

Para as sementes de frutos secos à sombra, a germinação inicial foi de 45%, havendo um comportamento quadrático, registrando a máxima porcentagem de germinação em 55%, à -0,2 MPa. Quanto ao tipo de secagem, os melhores resultados podem ser observados com a secagem dos frutos à sombra, pois este comportamento foi regular. Quanto a secagem ao sol, ocorreu níveis de porcentagem de germinação de 18 à 76%, isso levando em consideração os potenciais osmóticos utilizados e o período de armazenamento.

Nunes et al. (2008), utilizando polietileno glicol 6000 em quatro diferentes concentrações: 0, -0,2, -0,6 e -1,0 MPa e 24 horas de embebição para o condicionamento osmótico e avaliando a porcentagem e o índice de velocidade de emergência de dois lotes de sementes de pinhão-mansó, afirmaram que houve aumento da germinação de um dos lotes após o condicionamento usando soluções com -0,6MPa e -1,0 MPa e inferiram que esse potencial pode ser indicado para o condicionamento dessa espécie.

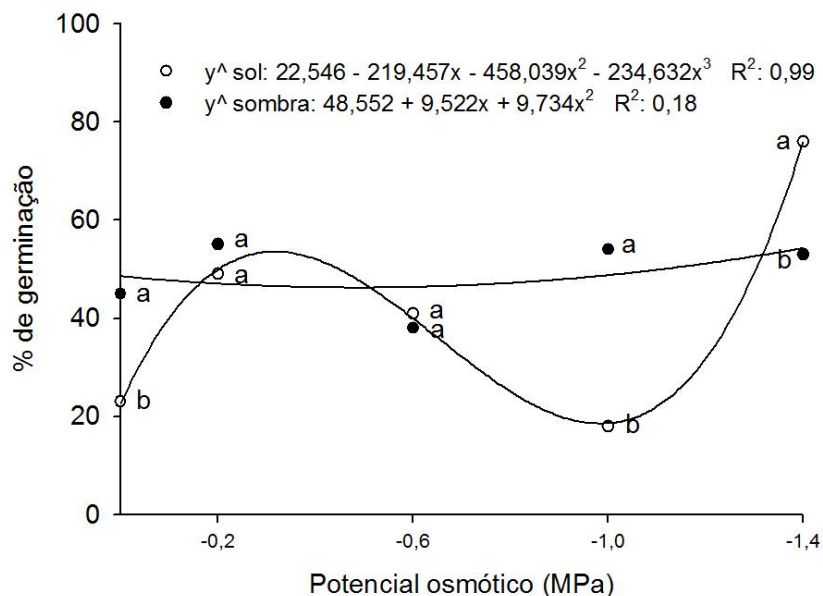


Figura 2. Porcentagem de germinação de sementes de pinhão-mansão de frutos secos ao sol e à sombra, armazenadas por 90 dias, utilizando os cinco potenciais osmóticos.

Contrastando com os resultados obtidos, Bansal et al. (1980) relataram que, no processo germinativo ficou estabelecido que potenciais hídricos muito negativos, especialmente no início da embebição, influenciam a absorção de água pelas sementes, podendo assim, inviabilizar a seqüência de eventos que culminam com a emergência das plântulas.

Para sementes de pinhão-mansão de frutos secos ao sol, armazenadas por 180 dias, utilizando os cinco potenciais osmóticos (Figura 3) houve uma diminuição na germinação a partir de -0,6 MPa, chegando a 55% de germinação e a 88% a -1,4 MPa, sendo a máxima germinação atingida. Para sementes de frutos secos à sombra, o aumento na porcentagem de germinação ocorreu de forma linear, passando de 52% a 0 MPa, para 85% a -1,4 MPa.

Para os tipos de secagens, a secagem dos frutos à sombra proporcionou aumento na porcentagem de germinação, sendo que para a 0 MPa, os melhores resultados foram alcançados com a secagem dos frutos ao sol.

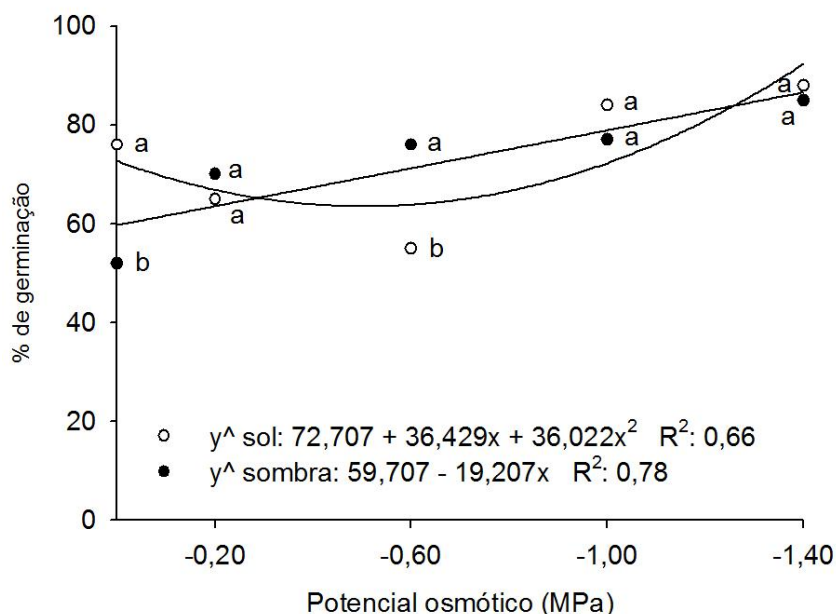


Figura 3. Porcentagem de germinação de sementes de pinhão-manso de frutos secos ao sol e à sombra, armazenadas por 180 dias, utilizando os cinco potenciais osmóticos.

Quando o osmocondicionamento das sementes for a baixas temperaturas, a embebição é lenta havendo tempo suficiente para que as membranas das células se desidratem, sem que ocorram danos celulares e lixiviação. (CASTRO; HILHORST, 2004).

Carlesso (2008), trabalhando com sementes de maracujá amarelo, concluiu que a secagem das mesmas pode ser realizada à sombra ou em temperaturas de 30 a 40 °C e embaladas em recipientes de vidro ou polietileno por períodos de 90 e 180 dias sem afetar a qualidade fisiológica.

Porcentagem de germinação de sementes de pinhão-manso de frutos secos ao sol, armazenados por 270 dias (Figura 4), o potencial osmótico que pode-se obter a maior porcentagem de germinação foi -1,4 MPa, com 81%, sendo superior à testemunha, 42%. A porcentagem de germinação para sementes secas à sombra ocorreu de forma inversa, onde o pico de germinação ocorreu em -0,6 MPa, e a menor porcentagem de germinação ocorreu -1,0 MPa com 34% de germinação.

Quanto a secagem, para frutos secos ao sol e à sombra em 0, -0,2 e -0,6 MPa, não houve diferença significativa entre as médias, contudo, para -1,0 e -1,4, a melhor forma de secagem é ao sol.

Meneses et al. (2007), verificaram um declínio na germinação em função do

aumento do potencial osmótico quando da utilização do polietileno glicol 6000 em sementes de algodão.

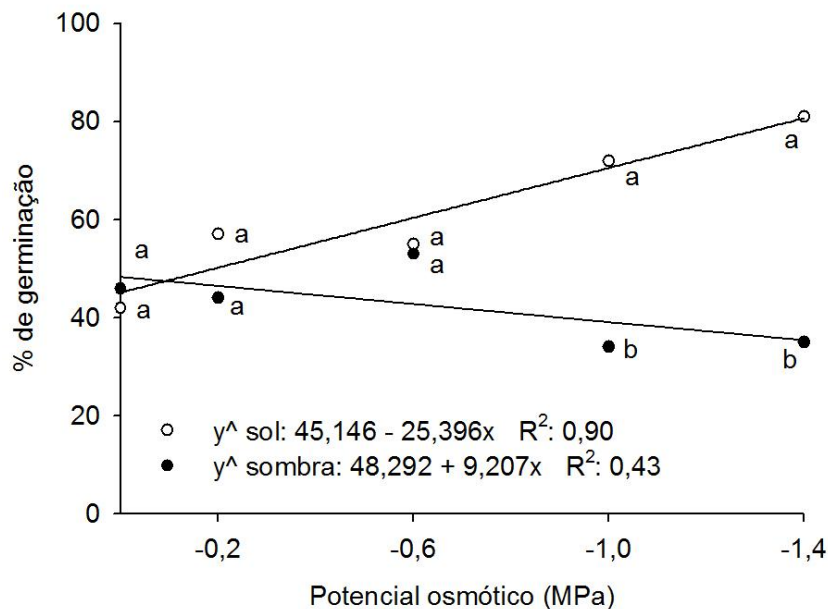


Figura 4. Porcentagem de germinação de sementes de pinhão-mansão de frutos secos ao sol e à sombra, armazenadas por 270 dias, utilizando os cinco potenciais osmóticos.

O condicionamento osmótico de sementes de *Adesmia latifolia*, proporcionou aumento na porcentagem final de germinação, velocidade e uniformidade de germinação e crescimento de mudas em canteiro. (SUÑÉ; FRANKE; SAMPAIO, 2002), verificado em sementes secas ao sol.

Bansal et al. (1980) relataram que, no processo germinativo ficou estabelecido que potenciais hídricos muito negativos, especialmente no início da embebição, influenciam a absorção de água pelas sementes, podendo assim, inviabilizar a sequência de eventos que culminam com a emergência das plântulas.

A porcentagem de germinação de sementes de pinhão-mansão de frutos secos ao sol e armazenadas por 360 dias (Figura 5), teve o ponto de máxima germinação com o potencial osmótico -0,2 MPa obtendo 44% e o ponto mínimo foi 15% com o potencial osmótico -0,6 MPa, sendo inferior ao encontrado na testemunha 38%.

Para a porcentagem de germinação de sementes de frutos secos à sombra, a máxima germinação ocorreu com -1,0 MPa obtendo 48% e reduziu até -0,2 MPa, encontrado 10% de germinação.

Dentro do encontrado, independente do tipo de secagem, os potenciais osmóticos 0, -1,0 e -1,4 MPa não diferiram estatisticamente entre si. Desta forma, a secagem dos frutos ao sol em -0,2 MPa e à sombra em -0,6 MPa, foram mais eficientes.

Bezerra, et al. (2004) avaliando a qualidade das sementes de moringa durante o armazenamento concluiu que elas mantêm o percentual de germinação por 12 meses quando armazenadas em condições de baixa temperatura e baixa umidade.

Suñé, Franke e Sampaio, (2002) afirmam que os melhores resultados para a germinação são apresentados para sementes osmocondicionadas, estando relacionados com a melhoria da qualidade das plântulas devido ao pré-tratamento com polietileno glicol 6000.

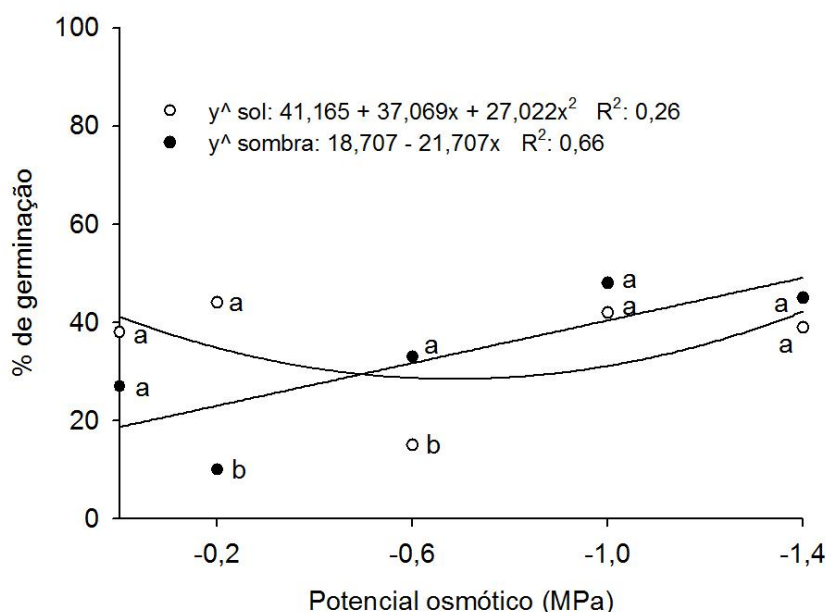


Figura 5. Porcentagem de germinação de sementes de pinhão-mansão de frutos secos ao sol e à sombra, armazenadas por 360 dias, utilizando os cinco potenciais osmóticos.

A melhora no desempenho das sementes pré-condicionadas pode estar relacionado com o início dos processos de mobilização das reservas, síntese de DNA e RNA e produção de ATP. (BRADFORD, 1986).

As sementes de pinhão-mansão são ortodoxas, podendo ser armazenadas por longos períodos e secas a baixos valores de teor de água (5-7%), mas devido à quantidade de óleo que apresenta, pode não ser possível se conservada por longos períodos mantendo ótimo vigor. (JOKER; JEPSEN, 2003).

4.4 Índice de velocidade de emergência

O Índice de velocidade de emergência de sementes de pinhão-mansão de frutos secos ao sol e armazenados por 90 dias, teve menor índice com -1,0 MPa, sendo 0,26 e maior índice com -1,4 MPa obtendo 0,2652, sendo menor que o tratamento sem a utilização do polietileno glicol 6000. A partir do potencial osmótico -0,6 MPa houve efeito benéfico da utilização do potencial osmótico no índice de velocidade de emergência das sementes de pinhão-mansão, gerando os maior valor, 1,09. Estes resultados podem ser observados na porcentagem de germinação, seguindo o mesmo comportamento (Figura 6).

Para o índice de velocidade de emergência de sementes de pinhão-mansão com frutos secos à sombra, o menor índice foi obtido com -0,6 MPa com 0,91 e o maior índice foi obtido com o tratamento -0,2 MPa, sendo 1,47, podendo estar associado a toxicidade para com a semente (Figura 6).

Para os potenciais osmótico 0, -0,2 e -1,0 MPa, a secagem dos frutos à sombra é a mais indicada, sendo que para os demais potencia osmóticos, o índice de velocidade de emergência independe da forma de secagem.

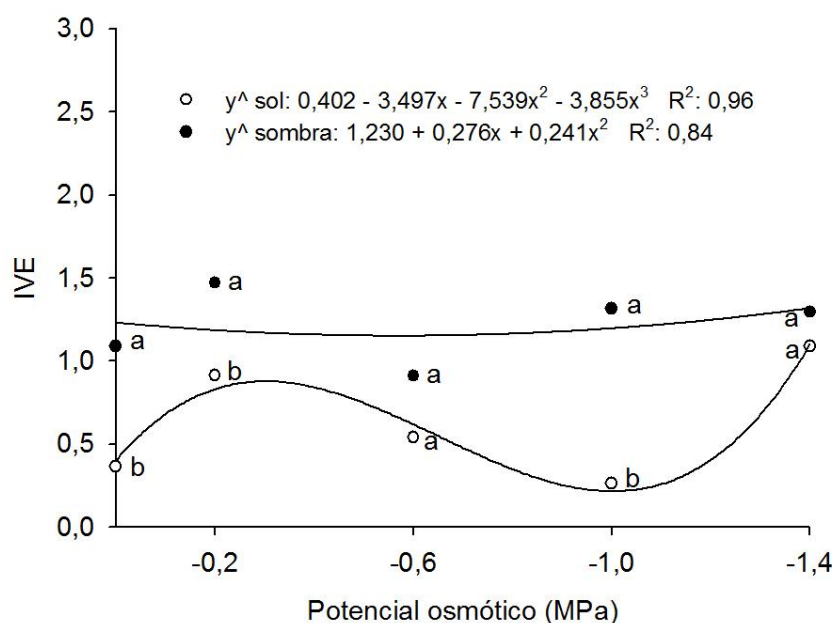


Figura 6. Índice de velocidade de emergência de sementes de pinhão-mansão de frutos secos ao sol e à sombra, armazenadas por 90 dias, utilizando os cinco potenciais osmóticos.

Com o aumento do potencial osmótico, ocorre queda no vigor das sementes, desta forma, o osmocondicionamento quando associado às condições ideais de armazenamento, pode melhorar o aproveitamento das sementes cuja produção de frutos nem sempre é regular (CARPI et al., 1996).

Segundo Silva et al (2007), os fungos são os principais microorganismos responsáveis por perdas de sementes de perda de vigor durante o armazenamento, ocasionando baixa porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação.

Assim, Heydecker (1972) afirma que o vigor das sementes está condicionado a uma ampla limitação das condições ambientais e entre elas estão as situações de estresse.

No Índice de velocidade de emergência de sementes de pinhão-mansó com frutos secos ao sol, armazenadas por 180 dias, o maior valor alcançado ocorreu em -1,4 MPa totalizando o valor de 2,01, maior do que o valor encontrado na testemunha 1,74, sendo o menor valor referente ao potencial osmótico -0,6 MPa, pontuando 1,08 (Figura 7).

Para frutos secos à sombra, o aumento ocorreu de forma linear, iniciando com 0,86 na testemunha, chegando a 2,38 em -1,4 MPa. Pode-se afirmar que para esta condição, o tratamento com polietileno glicol 6000 foi eficiente, aumentando e diferenciando os tratamentos (Figura 7).

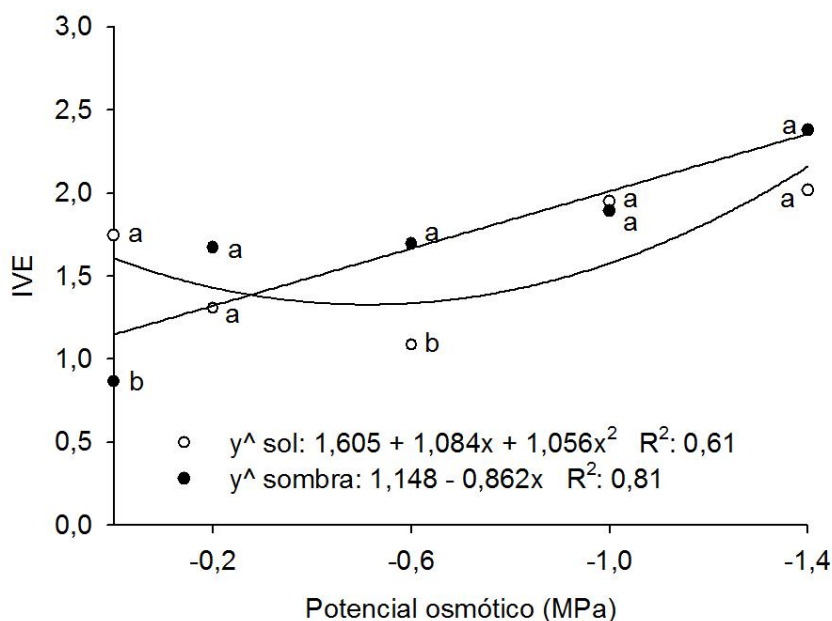


Figura 7. Índice de velocidade de emergência de sementes de pinhão-mansó de frutos secos ao sol e à sombra, armazenadas por 180 dias, utilizando os cinco potenciais osmóticos.

Com relação ao método de secagem, constata-se que para os potenciais osmóticos -0,2, -1,0 e -1,4, o índice de velocidade de emergência não foi influenciado, sendo que para 0 MPa, a secagem dos frutos ao sol foi mais eficiente, ao contrário ocorreu com o potencial osmótico -0,6 MPa.

O osmocondicionamento permite maior uniformidade e velocidade de emergência, isso se deve ao acúmulo de solutos como açúcares, ácidos orgânicos e íons que são provenientes do início do metabolismo da semente, resultando em maior turgescência na reidratação e promovendo a protusão da raiz primária em menor tempo (BRADFORD, 1986). Esta afirmação pode ser observada tanto para sementes secas ao sol quanto à sombra na condição de 180 dias de armazenamento em ambiente controlado.

Para sementes de pinhão-mansó com frutos secos ao sol, armazenadas por 270 dias, o Índice de velocidade de emergência, o menor índice foi encontrado nas sementes que correspondem à testemunha, obtendo 0,76 e o maior valor foi encontrado em sementes osmoticamente tratadas com polietileno glicol 6000 à -1,4 MPa, sendo 1,72, sendo este, um comportamento linear (Figura 8).

Para frutos secos à sombra, o aumento do índice ocorreu até -0,6 MPa, atingindo o ponto máximo de 1,34 e após este, ocorre uma queda atingindo o valor de 0,58 à -1,4 MPa. Este valor está muito próximo ao encontrado para a testemunha 0,70 (Figura 8).

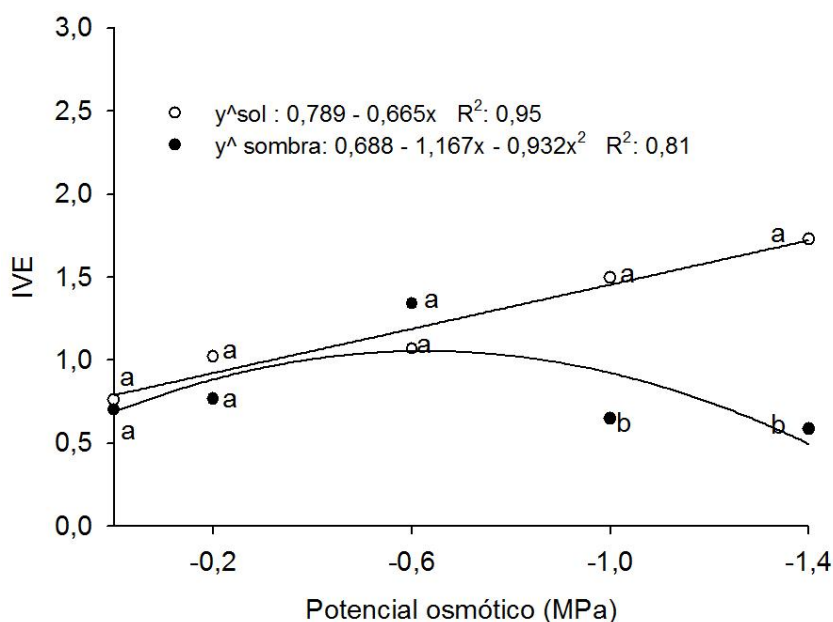


Figura 8. Índice de velocidade de emergência de sementes de pinhão-mansó de frutos secos ao sol e à sombra, armazenadas por 270 dias, utilizando os cinco potenciais osmóticos.

Para a diferença entre os métodos de secagem dos frutos, este ocorreu somente nos potenciais osmóticos -1,0 e -1,4 MPa, sendo que nos frutos secos ao sol a resposta é mais evidenciada quanto ao índice de velocidade de emergência.

Além do polietileno glicol não ser absorvido pelas sementes devido a alta viscosidade, Braccini, et al. (1998) afirma que o comportamento das sementes na germinação se deve a redução da absorção de água, culminando em atrasos nos processos bioquímicos.

Morais (2008) avaliou a qualidade fisiológica de sementes de pinhão-mansó através dos testes de germinação, primeira contagem, emergência de plântulas em canteiros e índice de velocidade de emergência de plântulas com sementes armazenadas sob diferentes condições de ambiente: As sementes conservaram a germinação inicial por até oito meses, independente do ambiente e da embalagem.

O Índice de velocidade de emergência de sementes de pinhão-mansó com frutos secos ao sol obteve no potencial osmótico -0,6 MPa o valor de 0,44 e o melhor índice foi encontrado no potencial osmótico -0,2 MPa, obtendo 1,25. Para os frutos secos à sombra, o maior índice foi encontrado em -1,0 MPa, sendo 1,16 e o potencial osmótico que gerou o menor índice foi -0,2 MPa, com 0,26, sendo menor que a testemunha, 0,64 (Figura 9).

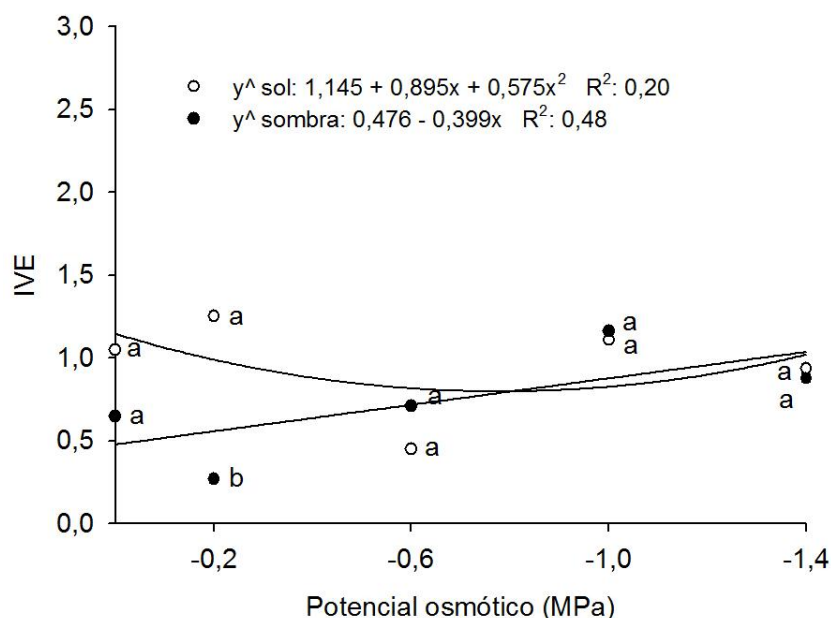


Figura 9. Índice de velocidade de emergência de sementes de pinhão-mansó de frutos secos ao sol e à sombra, armazenadas por 360 dias, utilizando os cinco potenciais osmóticos.

Para o potencial osmótico $-0,2$ MPa, a secagem dos frutos ao sol é a mais indicada, gerando os melhores resultados, sendo que para os demais potenciais osmóticos, não houve diferença estatística apresentada.

Segundo Hadas (1976), citado por Hebling, (1997), as mudanças no potencial hídrico externo produzem efeitos nas propriedades hidráulicas do tegumento da semente, sendo que, quanto mais baixo for esse potencial, menor será o teor de água no tegumento e, conseqüentemente, a difusibilidade desta para a água. Isso retardará a absorção de água pela semente e o início da atividade enzimática, atrasando o desenvolvimento meristemático e a emergência da radícula.

5 CONCLUSÕES

- Secagem dos frutos de pinhão-mansó ao sol é a mais indicada;
- O potencial osmótico que gerou os melhores resultados para a porcentagem de germinação com secagem dos frutos ao sol foi -1,4 MPa e à sombra foi -1,0 MPa;
- O vigor das sementes de pinhão-mansó armazenadas em vidro em câmara fria é mantido por 180 dias;

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, A.M.R.Q.; GOUVEIA, J.P.G.; TROVÃO, D.M.M.; QUEIROGA, V.P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3, p.519-524, 2003.
- ANDRADE, E.T.; CORREA, P.C.; TEIXEIRA, L.P.; PEREIRA, R.G.; CALOMANI, J.F. Cinética de secagem e qualidade de sementes de feijão. **Engvista**, Niterói, v.8, n. 2, p. 83-95, dez./2006.
- ARRUDA, F.P. et al. Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.8, n.1, p. 789-799, 2004.
- BANSAL, R.P.; BHATI, P.R.; SEN, D.N. Differential specificity in water inhibition of Indian arid zone. **Biologia Plantarum**, Praha, v.22, p.327-331, 1980.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
- BEZERRA, A.M.E.; MEDEIROS FILHO, S.; FREITAS, J.B.S.; TEÓFILO, E.M. Avaliação da qualidade das sementes de *Moringa oleífera* LAM. durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.6, p. 1240-1246, nov./dez., 2004
- BIRUEL, R.P.; BORBA FILHO, A.B.; ARAÚJO, E.C.E; FRACCARO, F.O; PEREZ, S.C.J.G.A.Efeito do condicionamento seguido ou não de secagem em sementes de *Pterogyne nitens* TUL. Sob estresse. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.17, n.2, p.119-128, abr./jun. 2007.
- BRACCINI, A. L., REIS, M. R., SEDIYAMA, C., S., SEDIYAMA, T.; ROCHA, V. S. Influência do potencial hídrico induzido por polietilenoglicol na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, p.1451-1459. 1998.
- BRADFORD, K. J. Manipulation of seed water relation via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **Hortscience**, Alexandria, v.21, n.5, p.1105-1112, 1986.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009, 399p.
- CARLESSO, V.O.; BERBERT, P.A; SILVA, R.F.; DETMANN, E. Secagem e armazenamento de sementes de maracujá amarelo. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.30, n.2, p.65-74, 2008.

CARPI, S.M.F.; BARBEDO, C.J.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento osmótico de sementes de *Cedrela fissilis* Vell. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.2, p.271-275, 1996.

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

COSTA, C.J.; VILLELA, F.A. Condicionamento osmótico de sementes de beterraba. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.1, p.21-29, 2006.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: biometria**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. 382p.

DAVIDE, A.C.; CARVALHO, L.R.; CARVALHO, M.L.M.; GUIMARÃES, R.M. Classificação fisiológica de sementes de espécies florestais pertencentes à família lauraceae quanto à capacidade de armazenamento. **Cerne**, Viçosa, v.9, n.1, p.29-35, 2003.

DEMITO, Angélica. **Qualidade de sementes de soja resfriadas artificialmente**. 2008. 63p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.

DIAS, D.C.F.S.; PAIXÃO, G.P.; SEDIYAMA, M.A.N.; CECON, P.R. Osmocondicionamento de sementes de quiabo: efeitos na qualidade fisiológica e no potencial de armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas v.21, n.2, p.224-231, 1999.

EICHELBERGER, L.; MAIA, M.S.; PESKE, S.T.; MORAES, D.D. Composição química de sementes de azevém em resposta ao retardamento da secagem e ao armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Pelotas, v.37, n.5, p.693-701, mai. 2002.

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

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE BIOMETRIA, 45. 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 2000. 41p.

GARCIA, D.C.; BARROS, A.C.S.A.; PESKE, S.T.; MENEZES, N.L. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.603-608, mar./abr. 2004.

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

GIÚDICE, M.P. Efeito do condicionamento osmótico na germinação de sementes de dois cultivares de soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v.46, n.266, p.435-444, 1999.

GOLDFARB, M.; MARTINS, M.E.D.; MATA, M.E.R.M.C.; PIMENTEL, L.W.; SEVERINO, L.S. Teor de água limite para crioconservação das sementes de pinhão-mansó (*Jatropha curcas* L.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.10, n.2, p.121-129, 2008.

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

HEBLING, S.A. **Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de *E. contortisiliquum* (VELLOZO) MORONG**. 1997. 143p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, I.J. Invigoration of seeds? **Seed Science and Technology**, Zurich, v.3, n.3, p.881-888, 1975.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, B.M. The priming of seeds. **Acta Horticultural**, Wageningen, v.83, p.213-223, 1978.

JOKER, D.; JEPSEN, J. *Jatropha curcas* L. **Seed Leaflet**, Humlebaek, Denmark, n. 83, ago./2003.

KIKUTI, A.L.P.; OLIVEIRA, J.A.; MEDEIROS FILHO, S.; FRAGA, A.C. Armazenamento e qualidade fisiológica de sementes de algodão submetidas ao condicionamento osmótico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.2, p.439-443, 2002.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. **Árvores Exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas**. 1.ed. Nova Odessa: Platarum, 2003. 352p.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

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

MENESES, C.H.S.G. LIMA, L.H.G.M.; LIMA, M.M.A.; PEREIRA, W.S.; BRUNO, R.L.A.; VIDAL, M.S. **Potencial hídrico induzido por polietileno glicol 6000 na viabilidade de sementes de algodão**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2006, 23p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 19).

MICHEL, B.E.; KAUFMANN, M.R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. **Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes v.51, n.6, p.914-916, 1973.

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

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

NUNES, F.B.S.; SANTOS, H.O.; SILVA-Mann, R.; ANDRADE, T.M.; COSTA, M.J.C.; PESSOAS, A.M.S. Condicionamento fisiológico em sementes de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.). In. CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, OLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 2008, Varginha. **Resumos expandidos**: biodiesel: combustível ecológico. Lavras: UFLA, 2008.

PEREZ, S.C.J.G.A.; FANTI, S.C.; CASALI, C.A. Limites de temperatura e estresse térmico na germinação de sementes de *Peltophorum dubium*. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.20, n.1, p.134-142, 1998.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: [s. n.], 1985. 298 p.

PREVIERO, C.A.; GROTH, D.; RAZERA, L.F. Secagem ao sol e qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A.Rich) Stapf. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.20, n.2, p.58-62, 1998.

REIS, G.M.; RIBEIRO JÚNIOR, J.I. **Ferramentas estatísticas básicas da qualidade**: guia prático. Disponível em: <<http://www.estatisticador.xpg.com.br>>. Acesso em: 25 set. 2011.

SATO, M.; BUENO, O.C.; ESPERANCINI, M.S.T.; FRIGO, E. A cultura do pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.): uso para fins combustíveis e descrição agrônômica. **Varia Scientia Agrárias**, Cascavel, v.7, n.13, p.47-52, 2009.

SATURNINO, H. M. et al. Cultura do pinhão-mansão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.26, n. 229, p 44-78, 2005.

SEVERINO, L.S. et al. **Viagem à Índia para prospecção de tecnologias sobre mamona e pinhão-mansão**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. (Documento, 153).

SILVA, P.V.; BARROSO, R.V.; MACHADO, A.K.S.; PASTIN, L.A.A.P. Fungos associados à sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) e capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) em diferentes condições de armazenamento. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, n.1, p.39-42, 2007.

SUÑÉ, A.D.; FRANKE, L.B.; SAMPAIO, T.G. Efeitos do condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.24, n.1, p.18-23, 2002.

TONIN, G.A.; GATTI, A.B.; CARELLI, B.P.; PEREZ, S.C.J.G.A. Influência da temperatura de condicionamento osmótico na viabilidade e no vigor de sementes de *Pterogyne nitens* TULL. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.27, n.2, p.35-43, 2005.

ULLMANN, R.; RESENDE, O.; SALES, J.F.; CHAVES, T.H. Qualidade das sementes de pinhão-mansô submetidas à secagem Artificial. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v.41, n.3, p.442-447, jul/set, 2010.

VILLELA, F.A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E.L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de Polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 11/12, p. 1957-1968, nov./dez. 1991.

ANEXO

Tabela 7. Valores de temperatura e umidade relativa do ar durante a secagem dos frutos de pinhão-mansó

Temperatura					Umidade relativa do ar (%)				
Dia	Sol 9:00	Sol 15:00	Sombra 09:00	Sombra 15:00	Dia	Sol 9:00	Sol 15:00	Sombra 09:00	Sombra 15:00
12/06	17,5°C	39,1°C	18,1°C	22,1°C	12/06	65%	37%	70%	60%
13/06	15,1°C	37,9°C	16,8°C	22,6°C	13/06	66%	41%	61%	49%
14/06	13,4°C	35,1°C	18,3°C	21,9°C	14/06	69%	40%	78%	47%
15/06	17,2°C	35,9°C	19,2°C	21,2°C	15/06	68%	43%	70%	49%
16/06	16,1°C	36,2°C	19,9°C	23,1°C	16/06	70%	46%	71%	50%
17/06	18,6°C	35,7°C	20,1°C	23,5°C	17/06	72%	49%	70%	50%
18/06	19,4°C	36,2°C	20,1°C	22,9°C	18/06	69%	45%	71%	53%
19/06	19,1°C	37,9°C	20,3°C	24,0°C	19/06	67%	48%	68%	51%
20/06	18,6°C	38,6°C	19,4°C	25,1°C	20/06	65%	43%	69%	54%
21/06	15,9°C	32,8°C	18,8°C	21,5°C	21/06	71%	48%	72%	60%
22/06	18,1°C	33,8°C	21,2°C	21,6°C	22/06	72%	49%	70%	61%
23/06	17,3°C	33,1°C	19,4°C	21,2°C	23/06	70%	46%	71%	62%
24/06	17,9°C	32,9°C	20,1°C	21,9°C	24/06	71%	44%	68%	59%
25/06	20,3°C	33,4°C	19,8°C	22,5°C	25/06	69%	47%	69%	58%

Fonte: GUSATTO, 2010

Tabela 8. Quantidade de polietileno glicol 6000 utilizado para cada potencial osmótico na temperatura de 25°C

Potencial osmótico (MPa)	Concentração (PEG.Kg ⁻¹ de água) pré- condicionadas a 25°C
0	0,000
-0,2	16,689
-0,6	47,094
-1,0	78,490
-1,4	109,886

Fonte: GUSATTO, 2010

Tabela 9. Quantidade de polietileno glicol 6000 utilizado para cada potencial osmótico na temperatura de 35°C

Potencial osmótico (MPa)	Concentração (PEG.Kg ⁻¹ de água) pré- condicionadas a 35°C
0	0,000
-0,2	18,653
-0,6	55,960
-1,0	96,268
-1,4	130,575

Fonte: GUSATTO, 2010