



Curva de absorção de água em sementes de *Jatropha curcas* L. com dois tamanhos¹

Water absorption curve among two size physic nut (Jatropha curcas L.) seeds

Oscar José Smiderle^{2*}, Juliana Maria Espíndola Lima³, Pollyana Priscila Schuertz Paulino⁴

Resumo – O conhecimento do padrão de absorção de água em sementes é importante na medida em que se permite avaliar as condições adequadas para a rápida emergência das plântulas. Objetivou-se com o presente trabalho caracterizar a curva de absorção de água em sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). Sementes classificadas por meio da massa de mil sementes em pequenas e grandes foram dispostas entre folhas de papel germitest umedecido 2,5 vezes seu peso, com água destilada, no interior de gerbox, mantidos em câmara de germinação a 25°C. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 17, sendo 2 tamanhos de sementes (grandes e pequenas), com 17 períodos de embebição (0; 0,5; 1; 2; 3; 4; 6; 8; 10; 16; 24; 32; 48; 72; 96; 120 e 144 horas) e quatro repetições de 10 sementes por parcela. As sementes pequenas de pinhão manso apresentaram massa média de mil sementes de 715,4 g enquanto as grandes de 800 g. As sementes de pinhão manso apresentam o padrão trifásico de absorção de água. Sementes pequenas e grandes de pinhão manso apresentam as três fases fisiológicas semelhantes, com início da fase II próximo às 32 horas de embebição e se estende até 116 horas, quando inicia a fase III.

Palavras-chave - Pinhão manso. Fases da germinação. Embebição.

Abstract - Knowledge of water absorption patterns among seeds is important as it allows us to know the appropriate conditions for the rapid seedling emergence. The present study characterized water absorption curve among physic nut (*Jatropha curcas* L.) seeds. Seeds were classified as small and large according to the mass of a thousand seeds placed in gerbox, between sheets of germitest paper moistened with distilled water 2.5 times their weight and kept in a germination chamber maintained at 25°C. The experimental design was completely randomized in a 2 x 17 factorial scheme, namely 2 seed sizes (large and small) and 17 imbibitions periods (0, 0.5, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 16, 24, 32, 48, 72, 96, 120 and 144 hours) with four replicates of 10 seeds per plot. Small seeds of physic nut weighed 715.4 g as a thousand seed mass while large seeds weighed 800 grams. Seeds of physic nut exhibit a triphasic pattern of water absorption. Small and large physic nut seeds exhibit the three physiological phases similarly, where phase II begins next to 32 hours of imbibition and extends up to 116 hours, when phase III starts.

Key words - Physic nut. Phases of germination. Imbibition.

*Autor para correspondência

¹Enviado para publicação em 19/10/2012 e aprovado em 05/06/2013

² Eng. Agr., DSc. Pesquisador Embrapa Roraima. Boa Vista - RR, Brasil, oscar.smiderle@embrapa.br

³Bióloga. Doutoranda de fitotecnia da UFLA. Campus universitário, Lavras - MG, espindolaj@hotmail.com

⁴Estudante de Ciências Biológicas Faculdades Cathedral, Boa Vista - RR, polly-prys@hotmail.com

Introdução

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é conhecido e cultivado desde a época pré-colombiana, mesmo assim ainda demanda estudos para melhorar sua domesticação. O interesse por essa oleaginosa tem aumentado devido à sua promissora utilização como matéria-prima na produção do biodiesel (DRUMOND, 2010). No entanto, ainda não foram estabelecidas regras e padrões para produção, comercialização e avaliação da qualidade das sementes de pinhão manso no Brasil. A semente é constituída por tegumento denso e escuro, que envolve o embrião, o qual é rico em óleo inodoro que queima sem emitir fumaça (SATURNINO *et al.*, 2005).

O tegumento nas sementes serve de proteção contra abrasões e choques, funcionando como obstáculo para a entrada de microrganismos, possibilitando que as sementes sejam armazenadas por longos períodos, sem perda significativa do poder germinativo. Este representa a ligação entre a semente e o ambiente, sendo que a interferência de algum fator reflete na interação existente entre ambiente externo e o embrião (BOTELHO; PEREZ, 2001; PEREZ, 1998).

A germinação constitui a fase do ciclo de vida que influencia diretamente a distribuição das plantas (SOUZA *et al.*, 2007). Segundo Marcos Filho (2005) e Andrade *et al.* (2006), a germinação das sementes inicia-se com a embebição, que é o mecanismo de absorção de água. É, ainda, um fenômeno biológico que pode ser definido como a retomada do crescimento do embrião, com subsequente rompimento do tegumento pela radícula (SARAIA, 1998) e posterior desenvolvimento da raiz principal.

A embebição é um processo puramente físico, relacionado com as propriedades dos colóides, e depende da ligação da água à matriz da semente (CASTRO; HILHORST, 2004). O componente matricial é o principal responsável pelo movimento de água no início da embebição, mas com maior disponibilidade de água livre o componente osmótico torna-se muito relevante (CARDOSO, 2004). A absorção de água pelas sementes, durante o processo de germinação, é fundamental na retomada das atividades metabólicas e segue padrão trifásico na maioria das espécies, onde a primeira fase ocorre de forma rápida, devido à diferença de potencial de água, entre a semente e o substrato (MARCOS FILHO, 2005).

Já a segunda fase da germinação é caracterizada por redução drástica na velocidade de absorção, marcada pela reativação do metabolismo, com aumento da difusão de solutos para regiões de marcante metabolismo, principalmente, na região do embrião. A fase III inicia-se com a emissão da raiz primária; essa fase só ocorre em

sementes não dormentes. Essas três fases originam a curva de absorção de água pela semente (MARCOS FILHO, 2005; BEWLEY; BLACK, 1994).

A importância da curva de absorção de água pelas sementes, com suas fases de entrada de água, está relacionada tanto com a elucidação do processo germinativo quanto com a determinação da duração de tratamentos com reguladores vegetais e pré-hidratação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; ALBUQUERQUE *et al.*, 2000; FERREIRA *et al.*, 2006).

Na germinação das sementes faz-se necessário cuidados com o umedecimento do substrato em que, segundo Melo *et al.* (2005), o excesso de umidade provoca decréscimo, pois impede a penetração de oxigênio e reduz todo o processo metabólico resultante, além de aumentar a incidência de fungos, levando à redução no vigor.

Para avaliar a qualidade das sementes de determinado lote em laboratório, é necessário dispor de um padrão de germinação para a espécie, pois cada espécie apresenta sementes com características próprias quanto ao comportamento fisiológico e germinativo (WIELEWICKI *et al.*, 2006). Dessa forma, pesquisas que contribuam para gerar novos conhecimentos técnicos para diferentes espécies, bem como métodos para padronização dos testes de vigor e germinação são essenciais (ABDO; PAULA, 2006).

Portanto, o estudo da curva de absorção de água pelas sementes de pinhão manso contribuirá para caracterizar seu processo de germinação, auxiliando na padronização de testes para avaliação da qualidade fisiológica das sementes. Dessa forma, este trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar a curva de absorção de água em sementes grandes e pequenas de pinhão manso produzidas em área de cerrado de Boa Vista, Roraima.

Material e métodos

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Roraima, Boa Vista, RR, no período de outubro a novembro de 2011. As sementes foram retiradas de frutos maduros, oriundos do município de Cantá, RR, obtidos em colheitas realizadas no início de 2011, em janeiro. Os frutos maduros e secos foram armazenados em saco de tecido, em ambiente de laboratório (24°C ± 2°C; UR 65% ± 5%).

As sementes após retiradas dos frutos, foram separadas manualmente, de forma visual em grandes e pequenas, seguida das pesagens individuais das sementes para a confirmação desta distinção. O que indicou sementes com massas entre 0,692 e 0,739g na classe das

pequenas e para as grandes entre 0,762 e 0,822 g. Assim, as selecionadas foram submetidas à análise da qualidade física pelo teste de umidade, utilizando o método padrão da estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ por 24 horas. Para a determinação da massa de mil sementes foram utilizadas oito subamostras de 100 sementes, com o resultado sendo expresso em gramas, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Em seguida foi realizado o estudo de absorção de água pelas sementes no delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2×17 , sendo dois tamanhos de sementes (grandes e pequenas) e 17 períodos de embebição (0; 0,5; 1; 2; 3; 4; 6; 8; 10; 16; 24; 32; 48; 72; 96; 120 e 144 horas), sendo utilizadas quatro repetições de 10 sementes por tratamento.

Inicialmente, cada subamostra de 10 sementes grandes e pequenas foi pesada (massa inicial) e semeada entre duas folhas de papel germitest umedecido com água destilada, no interior de caixas gerbox. Foi utilizada quantidade de água referente a 2,5 vezes o peso do papel (BRASIL, 2009). Os tratamentos foram instalados em germinador de sementes modelo BOD, mantido em temperatura constante de 25°C . Em intervalos de tempo variados, inicialmente mais curtos (0,5 e 1 hora) e depois maiores (24 horas), foram realizadas pesagens sucessivas para quantificar o ganho de massa úmida ocorrida no período e no tempo. A cada pesagem as sementes foram retiradas do gerbox, postas sobre papel para absorver a umidade externa, pesadas e em seguida retornadas aos gerbox e a BOD.

Ao final de 144 horas, as sementes foram retiradas dos gerbox, pesadas (massa final) e em seguida colocadas em cápsulas de alumínio no interior de estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, por 24 horas, para determinação do grau de umidade final (BRASIL, 2009).

Os dados coletados foram avaliados quanto a distribuição normal de acordo com Bartlett (1947 citado por LIMA *et al.*, 2006). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2011). Nas análises de variância, utilizou-se o teste F a 5% de probabilidade e foram realizadas análises de regressões polinomiais, adotando equações com maior coeficiente de determinação.

Resultados e discussão

Os resultados obtidos da determinação da massa de mil sementes permitiram verificar que a separação visual realizada do lote inicial, em dois lotes, compostos por sementes grandes e pequenas foi efetiva. Para sementes grandes obteve-se média de 800 g e para sementes pequenas

715,4 g. Estes valores aqui verificados foram superiores aos obtidos por Höring *et al.* (2011), que estudando a conservação das sementes do pinhão manso por diferentes períodos, em Eldorado do Sul (MS), obtiveram até 680 g para massa de mil sementes de pinhão manso. Assim, a população de plantas estabelecida em Boa Vista, RR produziu sementes que permitiram a separação em duas classes distintas, a serem denominadas pequena e grande, respectivamente. Quanto aos resultados dos teores médios de água das sementes, os valores médios da umidade nas sementes grandes e pequenas, inicialmente de 6,5%, passaram para 50% ao final de 144 horas. Segundo Carvalho e Nakagawa (2000) as sementes cotiledonares finalizam a fase I em torno de teores de água entre 35 e 40%, quando a partir desses teores teria início a fase II. Cada fase, no entanto, pode alongar-se ou reduzir ficando na dependência de propriedades inerentes às sementes e às condições ambientais (BEWLEY; BLACK, 1994).

A água é fator que exerce determinante influência no processo de germinação de sementes. A reidratação dos tecidos resulta da absorção de água pelas sementes com intensificação da respiração e demais atividades metabólicas, que fornecem energia e nutrientes para a retomada do crescimento do eixo embrionário. Ao absorver água os cotilédones da semente aumentam de volume o que provoca o rompimento do tegumento, facilitando a emergência do eixo hipocótilo radicular e demais estruturas internas da semente (BORGES *et al.*, 2009). Portanto estando iniciado o processo de embebição que resultará na germinação das sementes (MARCOS FILHO, 2005; ANDRADE *et al.*, 2006), dando seguimento ao ciclo de vida distribuindo as plantas na natureza (SOUZA *et al.*, 2007).

Por meio da análise estatística dos resultados de absorção de água (Tabela 1) verifica-se interação não significativa entre as fontes de variação, tamanho de sementes e períodos de embebição.

Tabela 1 - Valores de quadrados médios e significâncias para os dados de absorção de água por 144 horas em sementes pequenas e grandes de *Jatropha curcas* L., Boa Vista, Roraima - 2011

Fontes de variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios
Tamanho de sementes	1	24,2245**
Períodos de embebição	16	27,4646**
Tamanho x Períodos	16	0,06804 ^{ns}
Erro	102	0,129581
Total	135	
C.V. %		3,71

^{ns,**} não significativo e significativo a 1% pelo teste de Tukey, respectivamente. C.V.%= coeficiente de variação percentual.

Nas Figuras 1 e 2, estão representados a massa úmida e o incremento de água na semente, respectivamente, verificando-se assim a evolução dos processos por meio das curvas de absorção de água pelas sementes, pequenas e grandes ao longo de 144 horas, nas 17 medições realizadas.

Na Figura 1, na qual está representada a massa úmida de sementes grandes (G) e pequenas (P) de pinhão manso, são visualizadas as três fases fisiológicas de embebição. Nas sementes, independente da classe, a fase I transcorreu em até 32 horas, quando houve maior incremento na massa úmida; a fase II estendeu-se até 116 horas, com incrementos decrescentes da umidade; e em seguida iniciou a emissão de radícula (fase III), quando o aumento no teor de água foi mais acelerado. As fases observadas se desenvolveram em tempo superior ao obtido por Evencio *et al.* (2011), que estudando a curva de embebição em sementes desta espécie verificaram mudança da fase I para a fase II, já com 15 horas de embebição, e desta para a fase III com apenas 60 horas de embebição. Para este tempo inferior, possivelmente contribuíram a temperatura de 30°C e o sistema de rolos de papel, envolvendo as sementes, utilizados pelos autores, em relação aos 25°C e sementes entre papel em gerbox utilizados neste trabalho.

Neste trabalho, no intervalo entre 32 e 96 horas, foram observados, tanto para sementes grandes quanto nas pequenas, incrementos decrescentes tanto de absorção de água quanto ganho de massa úmida, caracterizando a fase II. Segundo Carvalho e Nakagawa (2000) esta é uma fase comum em sementes de algumas espécies, conforme pode ser observado no trabalho pelas curvas obtidas com sementes grandes e pequenas do pinhão manso (Figuras

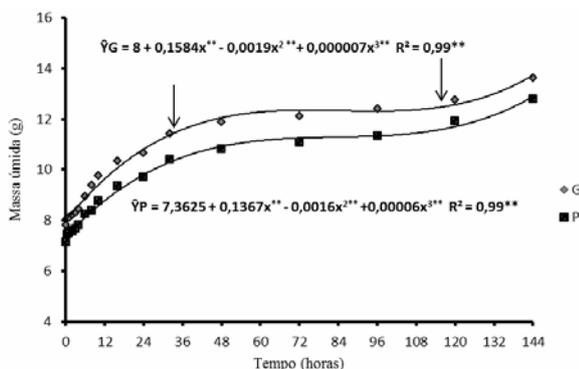


Figura 1 - Curvas de massa úmida de sementes, classe grande (G) e pequena (P) de pinhão manso, em função do tempo de embebição, com indicação de mudança para as fases fisiológicas II e III. Boa Vista, Roraima, 2011. (**significativo a 1%).

1 e 2).

Nas sementes de pinhão manso utilizadas neste trabalho, com 120 horas de embebição pôde ser verificada a emissão de radícula no início da fase III, quando as sementes estavam com umidade próxima de 46%, inferior aos 52% verificados em trabalho realizado por Evencio *et al.* (2011), também com sementes de pinhão manso. Próximo as 116 horas, ocorreu a retomada na absorção ativa de água e ganho na massa úmida. A última fase da embebição (fase III) foi caracterizada pelo crescimento visível do eixo embrionário, em que a umidade chegou a 50% nas sementes, fase em que a semente volta a absorver água intensamente segundo Carvalho e Nakagawa (2000). A menor massa das sementes utilizadas por Evencio *et al.* (2011), em relação as utilizadas neste trabalho, também pode ter contribuído para o prolongamento do período de embebição verificado para que ocorressem as três fases fisiológicas. Conforme Castro e Hilhorst (2004) a embebição é um processo puramente físico, relacionado com as propriedades dos colóides, e depende da ligação da água à matriz da semente. Enquanto Cardoso (2004) destaca que o componente matricial é o principal responsável pelo movimento de água no início da embebição, mas com maior disponibilidade de água livre o componente osmótico torna-se muito participativo.

Pela Figura 2, verifica-se aumento do incremento acumulado na quantidade de água nas sementes, gerando curvas ascendentes pela pré-hidratação ocorrida (FERREIRA *et al.*, 2006). Nas últimas 30 horas do monitoramento, as sementes aumentaram o ritmo no ganho de quantidade de água (massa), aproximando para sementes grandes e pequenas de pinhão manso. O processo de embebição de água pela semente desencadeia

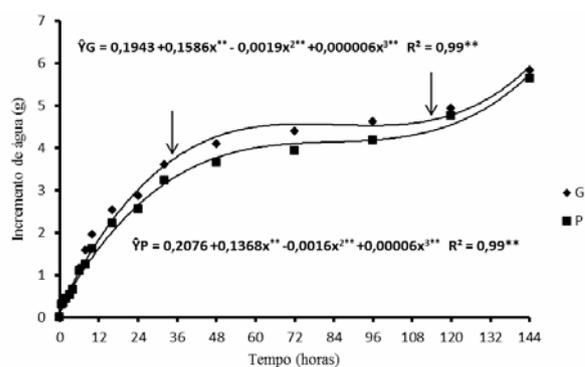


Figura 2 - Curvas de incremento de água em sementes, classe grande (G) e pequena (P) de pinhão manso, em função de tempo de embebição, com indicação de mudança para as fases fisiológicas II e III. Boa Vista, Roraima, 2011. (**significativo a 1%).

mudanças metabólicas sequenciais que culminam com a protrusão da radícula, quando se refere às sementes viáveis não dormentes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). As sementes avaliadas neste trabalho estavam viáveis, pois, obteve-se protrusão de radícula em mais de 60% das sementes, para os dois tamanhos, ao término das sucessivas pesagens realizadas por 144 horas de embebição.

Na obtenção destes percentuais de germinação, pode ter contribuído a utilização de substrato mantido umedecido com 2,5 vezes seu peso seco conforme indicado por Silva *et al.* (2008). Assim como pode ser devido a alguma especificidade desta espécie em estudo (WIELEWICKI *et al.*, 2006). Enquanto que Lima *et al.* (2006) verificaram baixa germinação das sementes recém-coletadas de *Caesalpinia ferrea*, atribuída ao baixo ganho de água durante a embebição, demonstrando que as sementes apresentaram dormência tegumentar, diferente do verificado neste trabalho tanto para sementes grandes quanto nas pequenas de pinhão manso.

A velocidade de absorção de água pelas sementes verificada não foi influenciada pelo tamanho, assim como o desenvolvimento fisiológico corroborando com os resultados obtidos por Bortolotto *et al.* (2008) na fase III. Isto indicou não haver diferença de permeabilidade do tegumento das sementes grandes em relação às pequenas de pinhão manso utilizadas neste trabalho.

As curvas de embebição, caracterizadas no período de 144 horas, independente do tamanho das sementes, mostram as mudanças das três fases fisiológicas, caracterizando com clareza o padrão trifásico de absorção de água pelas sementes. Curvas sigmóides de embebição também foram obtidas por Smiderle *et al.* (2008) em sementes de feijão na presença ou ausência de micronutrientes. A primeira fase durou 32 horas, a segunda fase estendeu-se até 116 horas, quando iniciou-se a emissão das primeiras radículas das sementes, tendo então, início a terceira fase fisiológica. Esta fase sendo caracterizada como fase de absorção ativa de água. Estes resultados ampliam os conhecimentos sobre as sementes de *Jatropha curcas* e são mais um importante avanço para a padronização de testes de vigor conforme preconizam Abdo e Paula (2006).

Conclusões

As sementes de pinhão manso apresentam o padrão trifásico de absorção de água;

Sementes pequenas e grandes de pinhão manso apresentam as três fases fisiológicas semelhantes, com início da fase II após 32 horas de embebição e se estende até 116 horas, quando inicia a fase III.

Literatura Científica Citada

- ABDO, M. T. V. N.; PAULA, R. C. Temperaturas para a germinação de sementes de capixingui (*Croton floribundus*- Spreng – Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.1, p.135-140, 2006.
- ALBUQUERQUE, M. C. F.; RODRIGUES, T. de J. D.; MENDONÇA, E. A. F. Absorção de água por sementes de *Crotalaria spectabilis* Roth determinada em diferentes temperaturas e disponibilidade hídrica. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, p. 206-215, 2000.
- ANDRADE, R. A.; JESUS, N.; MARTINS, A. B. G. Embebição e germinação de sementes de Camu- camu. **Acta scientiarum agronomy**, p. 499-501. 2006.
- BARTLETT, M. S. The use of transformations. **Biometrics**, v.3, p. 39-52, 1947.
- BEWLEY, D. D.; BLACK, A. M. **Seeds: physiology of development and germination**. NewYork: Plenum, p 445, 447. 1994.
- BORGES, R. C. F.; COLLAÇO JUNIOR, J. C.; SCARPARO, B.; NEVES, M. B.; CONEGLIAN, A. Caracterização da curva de embebição de sementes de pinhão-manso. **Revista científica eletrônica de engenharia florestal**, v. 8, n.13, p.1-8, 2009.
- BORTOLLOTTO, R. P.; MENEZES, N. L.; GARCIA, D. C.; MATTIONI, N. M. Comportamento de hidratação e qualidade fisiológica das sementes de arroz. **Bragantia**, v. 67, n.4, p.991-996, 2008.
- BOTELHO, B. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. Estresse hídrico e reguladores de crescimento na germinação de sementes de canafístula. **Scientia Agrícola**, v.58, n.1, p.43-49, 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análises de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- CARDOSO, V. J. M. Germinação. In: KERBAUY, G. B., **Fisiologia Vegetal**, Guanabara-Koogan, Cap. 17, p. 386-407. 2004.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, 4.ed. 588p., 2000.
- CASTRO, R. D.; HILHORST, H. W. M. **Embebição e Reativação do Metabolismo**. In: Germinação: do básico ao aplicado (A. Gui Ferreira; Borghetti, F., orgs.) Artimed, Porto Alegre, p149-162. 2004.
- DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R.; MARTINS, J. C.; ANJOS, J. B.; EVANGELISTA, M. R. V. Desempenho agrônômico de genótipos de pinhão manso no semiárido pernambucano. **Ciência Rural**, v.40, p.44-47, 2010.
- EVENCIO, T.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; NEVES, J. M. G.; BRANDÃO, A. A.; MAGALHÃES, H. M.; COSTA, C. A.; MARTINS, E. R. Curva de absorção de água em sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.2, p.193-197, 2011.

- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FERREIRA, G.; GUIMARÃES, V. F.; PINHO, S. Z.; OLIVEIRA, M. C.; RICHART A, BRAGA, J. F.; DIAS, G. B. Curva de absorção de água em sementes de atemoia (*Annona cherimola* Mill. X *Annona squamosa* L.) cv. gefner. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.28, n. 1, p. 121-124, 2006.
- HÖRING, C. F.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. Armazenamento não controlado na qualidade de sementes de *Jatropha curcas* L. **Semina: Ciências agrárias**, Londrina, v.32, n.2, p.521-526, 2011.
- LIMA, J. D.; ALMEIDA, C. C.; DANTAS, V. A. V.; SILVA, B. M.da; MORAES, W. S. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *caesalpinia ferrea* mart. extul. (leguminosae, caesalpinoideae). **Revista Árvore**, v.30, n.4, p.513-518, 2006.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005, 495p.
- MELO, R. R.; FERREIRA, A. G.; JÚNIOR, F. R. Efeitos de diferentes substratos na germinação de sementes de angico (*Anadenanthera columbrina* (Vell) Brenan). **Revista científica eletrônica de engenharia floretal**, v.5, n.8, p 1-8, 2005.
- PEREZ, S. C. J. G de A. Limites de temperatura e estresse térmico na germinação de sementes de *Peltophorum dubium*. **Revista Brasileira de sementes**, v.20, n.1, p. 134-142, 1998.
- SARAIA M. L. N. / Doutorado - UFSCar (Depto Botânica). Israel Gomes Vieira / Coordenador do Setor de Sementes – IPEF Gelson Dias Fernandes/ Laboratorista (LARGEA/LCF/ESALQ/ USP). **Informativo Sementes IPEF** - Abril 1998.
- SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, v.26, n. 229, p. 44-78, 2005.
- SILVA, H. P.; NEVES, J. M. G.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; COSTA, C. A. Quantidade de água do substrato na germinação e vigor de sementes de pinhão-manso. **Caatinga**, v.21, n.5 (número especial), p. 178-184, 2008.
- SMIDERLE, O. J.; MIGUEL, M. H.; CARVALHO, M. V.; CÍCERO, S. M. Tratamento de sementes de feijão com micronutrientes embebição e qualidade fisiológica. **Agro@mbiente On-line**, v.2, n. 1, 2008.
- SOUZA, E. B; PACHECO, M. V; MATOS, V. P; FERREIRA, R. L. C. Germinação de sementes de *adenanthera pavonina* L. em função de diferentes temperaturas e substratos. **Revista Árvore**,v.31, n.3, p.437-443, 2007.
- WIELEWICKI, A. P.; LEONHARDT, C.; SCHLINDWEIN, G.; MEDEIROS, A. C. S. Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.191-197, 2006.