

## Curva de absorção de água em sementes de pinhão-mansó

Alex Caetano Pimenta<sup>1\*</sup>, Katia Christina Zuffellato-Ribas<sup>2</sup>,  
Bruno Galvêas Laviola<sup>3</sup>, Maristela Panobianco<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Campus São Vicente, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Santo Antônio do Leverger, MT, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

<sup>3</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Agroenergia, Brasília, DF, Brasil

\*Autor correspondente, e-mail: propimenta@hotmail.com

### Resumo

O pinhão-mansó (*Jatropha curcas* L.) é uma espécie destinada à produção de óleo para fins energéticos, porém cientificamente pouco conhecida quanto a sua implantação como cultura agrícola. Objetivou-se neste trabalho determinar a curva de absorção de água em sementes de pinhão-mansó, visando subsidiar futuras pesquisas dependentes dessa informação. Utilizaram-se dois lotes de sementes, representados por duas subamostras (sementes intactas e sementes mortas) de cada lote. A curva de absorção de água foi determinada por pesagens em intervalos sistematizados, até a protrusão da raiz primária. Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, com dois tratamentos e quatro repetições de 10 sementes/parcela. Os dados foram submetidos aos testes de Bartlett, Anova e Tukey; para as curvas de absorção foram ajustadas equações de regressão. Concluiu-se que as sementes de *Jatropha curcas* seguem o padrão trifásico de absorção de água, sendo a fase I compreendida entre 0 e 15h, a fase II entre 15 e 60h e a fase III iniciada após 60h.

**Palavras-chave:** *Jatropha curcas*, embebição, Euphorbiaceae

### Water uptake curve in physic nut seeds

#### Abstract

Physic nut (*Jatropha curcas* L.) is a useful species in oil production for energy purposes, however its agricultural crop counts on little scientific knowledge. This work aimed to determine the water uptake curve in physic nut seeds, with the purpose to help future researches depending on this information. Two batches of seeds were used, represented by two sub-samples (intact seeds and dead seeds) of each batch. The water uptake curve was determined weighing samples at specified intervals of time. A fully randomized experimental delineation was applied, with two treatments and four repetitions of 10 seeds each. Data were submitted to Bartlett, Anova and Turkey tests; regression equations were adjusted for the uptake curves. It was concluded that *Jatropha curcas* seeds follow the three-phases water uptake pattern, being phase I between 0 and 15h, phase II between 15h and 60h and phase three starting after 60h.

**Key-words:** *Jatropha curcas*, imbibition, Euphorbiaceae

## Introdução

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L. – Euphorbiaceae) é uma planta arbustiva, nativa da América tropical e que apresenta alta plasticidade adaptativa, sendo cultivado em diferentes regiões de clima tropical e subtropical do planeta (Openshaw, 2000). É uma espécie que se configura como alternativa para a produção de óleo destinado para fins energéticos devido à quantidade de óleo existente em suas sementes (Openshaw, 2000; Arruda et al. 2004). Porém, a carência de conhecimentos técnico-científicos sobre a espécie gera uma demanda por pesquisas que viabilizem a implantação do pinhão-manso como cultura agrícola no país (Arruda et al., 2004).

Devido ao potencial do pinhão-manso para a produção de biocombustível, há uma crescente necessidade de conhecimentos e de material propagativo que viabilizem a implantação e manutenção da cultura. A demanda e a comercialização de sementes de pinhão-manso aumentaram, gerando a necessidade do estabelecimento de padrões metodológicos adequados à avaliação da qualidade das sementes (Martins et al., 2008). Nesse sentido, o conhecimento da curva de absorção de água pelas sementes de pinhão-manso, com suas fases bem delimitadas, é importante para a determinação da duração de processos como condicionamento osmótico ou pré-hidratação e outros tratamentos de sementes (Albuquerque et al., 2000).

A absorção de água pelas sementes, sob condições ótimas, é regida pelos diferentes componentes do potencial hídrico e ocorre de acordo com um padrão trifásico. A fase I, denominada de fase de embebição, é caracterizada pela transferência de água do substrato para a semente devido às diferenças de potencial hídrico entre a semente e o meio, constituindo-se em um processo puramente físico, que se relaciona basicamente às propriedades coloidais dos seus constituintes. Em geral, essa fase é rápida e ocorre em qualquer material que tenha sítios de ligação ou afinidade pela água, independente de atividade metabólica, sendo comum em sementes viáveis e inviáveis (Castro & Hilhorst, 2004; Marcos Filho, 2005; Guimarães

et al., 2008). Ao final da fase de embebição, sementes endospermáticas atingem grau de umidade de 25 a 30% (Guimarães et al., 2008).

A fase II ou fase de ativação metabólica se inicia quando a velocidade de absorção de água é reduzida drasticamente (Marcos Filho, 2005), em função do aumento do potencial hídrico e da redução do gradiente de embebição da semente. Os potenciais hídricos do substrato e da semente ficam semelhantes e o conteúdo de água na semente tende a se estabilizar, podendo aumentar pouco e lentamente. Essa fase é relativamente longa em relação à fase I devido à ativação de processos metabólicos pré-germinativos (Cardoso, 2004; Castro & Hilhorst, 2004; Guimarães et al., 2008).

Na fase III ou fase da germinação propriamente dita se observa um aumento no conteúdo de água da semente devido à absorção associada ao alongamento e divisão celular que resulta em crescimento do embrião e protrusão da raiz primária; portanto, sendo alcançada apenas por sementes vivas e não dormentes (Castro & Hilhorst, 2004; Marcos Filho, 2005; Guimarães et al., 2008). O grau de umidade nas sementes endospermáticas é de 35 a 40% quando da protrusão da raiz primária (Guimarães et al., 2008).

Resultados de diversas pesquisas cujo objetivo foi estabelecer a curva de absorção de água em sementes de pinhão-manso são divergentes, como observado nos trabalhos de Borges et al. (2009), Evencio et al. (2011) e Braga et al. (2012). Tais divergências sugerem a necessidade de novos testes para a definitiva elucidação do processo de absorção de água em sementes de pinhão-manso, visando caracterizar o processo de germinação e determinar metodologias para avaliação da qualidade fisiológica de suas sementes (Evencio et al., 2011). Assim, objetivou-se neste trabalho determinar a curva de absorção de água em sementes de pinhão-manso, a fim de subsidiar futuras pesquisas dependentes dessa informação.

## Material e Métodos

*Coleta e armazenamento:* os frutos de pinhão-manso foram coletados em março de

2011, de 10 plantas previamente selecionadas no banco de germoplasma pertencente a Embrapa Agroenergia, localizado no Município de Curvelo – MG. Posteriormente, os frutos foram armazenados em sacos de polietileno e transportados para o Laboratório de Análise de Sementes, do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, em Curitiba – PR.

As sementes foram extraídas dos frutos e, após seleção manual, foram acondicionadas em sacos de papel "Kraft" e armazenadas em câmara seca com  $50 \pm 2\%$  de umidade relativa (UR) e temperatura de  $17 \pm 2^\circ\text{C}$ , até a realização dos testes.

*Grau de umidade:* o grau de umidade das sementes vivas e mortas de pinhão-manso foi determinado anteriormente à instalação do teste de absorção de água. Utilizou-se o método de estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ , com duas repetições de 5 g para cada lote, respeitando às devidas tolerâncias, conforme estabelecido nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Os resultados foram apresentados em porcentagem de água contida nas sementes.

*Curva de absorção de água:* utilizaram-se dois lotes de sementes de pinhão-manso, sendo cada lote dividido em duas subamostras. Uma subamostra de cada lote foi submetida à autoclavagem úmida sob pressão de 1 atm. e temperatura de  $120^\circ\text{C}$ , durante 20 minutos para exclusão da vitalidade, com posterior secagem em temperatura ambiente, e a outra foi mantida intacta.

Para a avaliação da viabilidade das subamostras, as sementes foram previamente umedecidas com água durante 12 horas para que atingissem aproximadamente 30% de água, seguindo-se de remoção do tegumento e imersão em solução de 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio na concentração de 0,5%, durante 12 horas no escuro. As sementes foram classificadas em viáveis e não viáveis conforme metodologia adaptada de Pinto et al. (2009) e os resultados expressos em porcentagem.

A massa inicial das subamostras de sementes foi determinada por pesagem em balança analítica e a semeadura foi realizada

em substrato papel-toalha, umedecido com água na proporção de 2,5 vezes a massa do papel (Brasil, 2009). O substrato foi mantido na forma de rolo de papel, e os rolos foram acondicionados em sacos de polietileno e mantidos em germinador tipo "Mangelsdorf", com luz constante e temperatura de  $25^\circ\text{C}$ .

Para as avaliações, as sementes foram retiradas do substrato, depositadas sobre papel absorvente para a retirada da água contida em sua superfície, pesadas e acondicionadas novamente. Esse procedimento foi realizado 15 vezes, com intervalos de três horas no primeiro dia, de seis horas no segundo dia e de 12 horas no terceiro dia, encerrando-se quando constatada a protrusão de raiz primária em todas as repetições.

Com os dados foram calculadas as curvas de absorção de água, com base na massa inicial das sementes, e os resultados foram expressos pela média das quatro repetições de cada subamostra e de cada lote.

*Delineamento experimental e procedimentos estatísticos:* o teste foi conduzido em experimento inteiramente casualizado com dois tratamentos (sementes vivas e sementes mortas) e quatro repetições de 10 sementes por parcela, para cada lote.

Aos dados obtidos em cada pesagem se aplicou o teste de Bartlett e, quando as variâncias dos tratamentos foram homogêneas, as variáveis foram submetidas à análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade. Para a determinação da curva de absorção de água foram ajustadas equações de regressão.

## Resultados e Discussão

Os graus de umidade iniciais das sementes de pinhão-manso do lote 1 foram de 7,0 e 7,4% para sementes vivas e mortas, respectivamente e para o lote 2 foram de 7,1 e 7,5, respectivamente, sendo consideradas secas e dentro da normalidade para sementes cuja reserva é composta por lipídios (Neves et al., 2009). As diferenças quanto aos graus de umidade iniciais encontrados entre sementes vivas e mortas, para cada lote, não influenciaram na obtenção e na interpretação da curva de

absorção de água, uma vez que após três horas do início do teste estas diferenças deixaram de existir (Tabelas 1 e 2). Essa condição é importante para a realização dos testes, tendo em vista que a relativa uniformidade quanto à umidade das subamostras estudadas possibilita consistência de resultados e é fundamental para a padronização das avaliações (Marcos Filho, 1999).

A viabilidade das sementes foi confirmada pelo teste de tetrazólio, onde 78 e 80% das subamostras de sementes intactas, respectivamente para os lotes 1 e 2, estavam viáveis conforme classificação de Pinto et al. (2009), sendo constatada mortalidade total das sementes das subamostras submetidas à autoclavagem.

Nas Figuras 1 e 2 são apresentados os resultados de absorção de água para sementes vivas e mortas, onde é possível observar rápida embebição durante as primeiras 12 horas do teste, com queda acentuada da intensidade de embebição a partir de 15 horas, quando possivelmente se encerra a fase I. Constatou-se que após 15 horas do início dos testes, a magnitude da absorção de água se torna diferenciada entre sementes vivas e mortas, para os dois lotes estudados e que as sementes vivas atingiram graus de umidade de 29,7% (Tabela 1) e 32,1% (Tabela 2), para os lotes 1 e 2, respectivamente. Possivelmente, as similaridades de embebição entre sementes vivas e mortas durante as primeiras horas do teste e as diferenças a partir de 15 horas se devem às grandezas físicas que governam o processo de embebição. Inicialmente, a embebição se deve às diferenças de potencial hídrico entre as sementes e o meio e, quanto maior for essa diferença, maior e mais veloz é a passagem de água ao longo do gradiente de concentração e/ou para o meio de menor potencial hídrico (Taiz & Zeiger, 2009) que, neste caso, foi do substrato para a semente.

Observando os dados (Figuras 1 e 2), aparentemente a fase I se encerra após 24 h de embebição, quando há leve estabilidade na absorção de água. Porém, considerando que a fase I é rápida e ocorre independente de atividade metabólica, sendo comum em

sementes viáveis e inviáveis (Castro & Hillhorst, 2004; Marcos Filho, 2005; Guimarães et al., 2008), tendo geralmente duração de oito a 16 horas (Marcos Filho, 2005) e que, em seu final, sementes endospermáticas atingem grau de umidade de 25 a 30% (Guimarães et al., 2008) é possível admitir que a fase I da embebição teve duração aproximada 15 horas.

A fase II teve permanência de cerca 45 horas, iniciando-se após 15 horas de embebição e finalizando-se depois de 60 horas do início do teste, quando surgiu a protrusão de raiz primária em algumas sementes (Figuras 1 e 2). A suposição de que a fase II se iniciou entre 12 e 15 horas de embebição baseia-se na drástica redução da absorção de água durante esse intervalo (Marcos Filho, 2005) e nas diferenças estatísticas existentes entre sementes vivas e mortas, para ambos os lotes, a partir de 15 horas. Normalmente espera-se estabilidade de absorção de água pelas sementes na fase II; contudo, sabe-se que a velocidade de embebição durante a fase II é diminuída, tendo em vista a hidratação plena das matrizes absorventes e aumento do potencial hídrico; porém, esta não é totalmente interrompida. Nesse estágio, o potencial osmótico passa a ser a principal força responsável pelo movimento da água para dentro da semente até que se atinja um nível platô e, a partir daí, esse nível passa a ser relativamente constante ou aumenta pouco e lentamente (Castro & Hillhorst, 2004; Marcos Filho, 2005). Contudo, é possível admitir a sobreposição das fases I e II, haja vista que o início da fase II não implica necessariamente em paralisação da fase anterior (Marcos Filho, 2005).

As forças resultantes dos potenciais osmótico e matricial possivelmente são as responsáveis pela continuidade da embebição nas sementes mortas durante a fase II (Figuras 1 e 2), pois a dissolução de moléculas apolares origina moléculas polares aumentando os sítios de ligação de água e gerando um menor potencial hídrico nessas sementes. Essa catálise ocorrida nos tecidos mortos das sementes é um processo natural potencializado pela ação de microrganismos saprofitos, provavelmente instalados nas sementes durante o teste, tendo em vista o constante manuseio das mesmas e,

segundo Marcos Filho (2005), a ótima condição à proliferação de fungos, dada a liberação de exsudatos ricos em açúcares durante a embebição.

Após 60 horas de duração do teste observou-se crescente aumento de embebição para as sementes vivas nos dois lotes (Figuras 1 e 2) e o surgimento de algumas sementes com raiz primária aparente. Contudo, a protrusão

de raiz primária em todas as repetições, dos dois lotes estudados, foi verificada somente após 72 horas de embebição. Esse aumento do conteúdo de água nas sementes vivas é devido ao alongamento e divisão celular, necessários ao crescimento do eixo embrionário que ocorre apenas nas sementes vivas e não dormentes (Castro & Hilhorst, 2004; Marcos Filho, 2005; Guimarães et al., 2008).

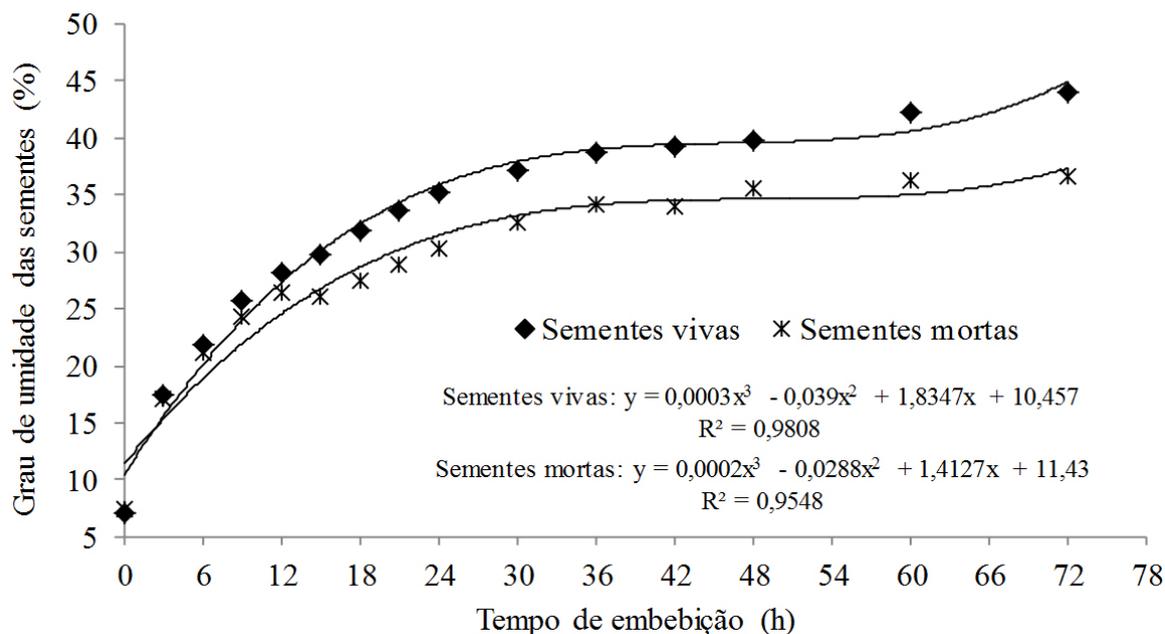


Figura 1. Curva de absorção de água em sementes de *Jatropha curcas* L. vivas e mortas, durante 72 horas. Lote 1.

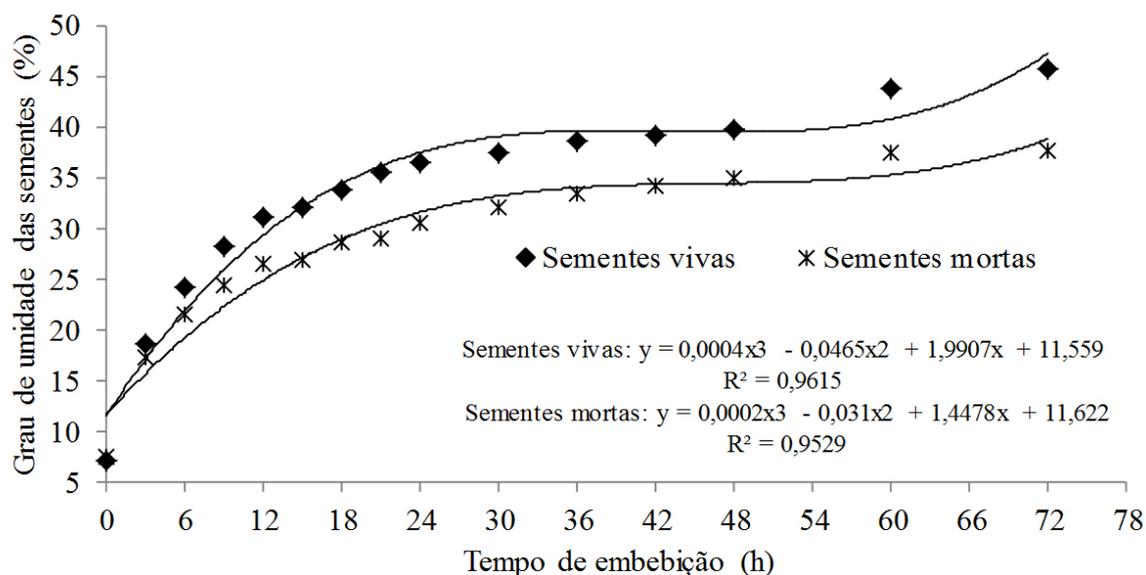


Figura 2. Curva de absorção de água em sementes de *Jatropha curcas* L. vivas e mortas, durante 72 horas. Lote 2.

O grau de umidade verificado nas sementes de pinhão-mansão no momento da protrusão da raiz primária foi de 44,1 (Tabela 1) e 45,7% (Tabela 2) para os lotes 1 e 2, respectivamente, relativamente acima dos valores estabelecidos para sementes endospermáticas que é de 35 a 40% (Guimarães et al., 2008). Por outro lado, esses valores são inferiores ao observado por Evencio et al. (2011) que obtiveram protrusão de raiz primária em sementes de pinhão-mansão quando essas apresentavam 52,7% de umidade. Essas diferenças podem estar associadas à umidade inicial das sementes, haja vista que aquelas utilizadas por Evencio et al. (2011) tinham grau de umidade inicial de aproximadamente 15%. De modo geral, os dados obtidos no presente experimento corroboram com aqueles obtidos por Evencio et al. (2011), pela similaridade de duração das fases de embebição de sementes de pinhão-mansão.

### Conclusões

Sementes de *Jatropha curcas* seguem o padrão trifásico de absorção de água, sendo a fase I compreendida entre zero e 15 horas, a fase II entre 15 e 60 horas e a fase III iniciada após 60 horas de embebição.

**Tabela 1.** Médias do grau de umidade em sementes de *Jatropha curcas* L. vivas e mortas durante 72 horas.

Lote 1			
Avaliações	Sementes vivas (%)	Sementes mortas (%)	C. V. (%)
0h	7,0b	7,4a	0,0
3h	17,4a	17,1a	2,3
6h	21,9a	21,1a	2,7
9h	25,7a	24,2a	3,2
12h	28,2a	26,4a	2,6
15h	29,7a	26,0b	4,1
18h	31,8a	27,6b	4,2
21h	33,7a	28,9b	4,3
24h	35,2a	30,3b	4,4
30h	37,1a	32,6b	2,7
36h	38,8a	34,2b	2,6
42h	39,2a	34,0b	3,3
48h	39,7a	35,5b	3,2
60h	42,3a	36,3b	2,2
72h	44,1a	36,6b	2,3

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,01).

**Tabela 2.** Médias do grau de umidade em sementes de *Jatropha curcas* L. vivas e mortas durante 72 horas.

Lote 2			
Avaliações	Sementes vivas (%)	Sementes mortas (%)	C. V. (%)
0h	7,1b	7,5a	0,0
3h	18,6a	17,3a	5,7
6h	24,2a	21,5a	4,2
9h	28,3a	24,4a	6,5
12h	31,2a	26,6a	6,7
15h	32,1a	26,9b	3,0
18h	33,7a	28,5b	3,0
21h	35,4a	29,0b	3,2
24h	36,5a	30,5b	6,7
30h	37,4a	32,2b	5,6
36h	38,5a	33,4b	5,3
42h	39,2a	34,2b	3,5
48h	39,9a	34,9b	3,6
60h	43,9a	37,4b	3,9
72h	45,7a	37,7b	3,0

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,01).

### Referências

- Albuquerque, M.C.F.; Rodrigues, T.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, n.1, p.206-215, 2000.
- Arruda, F.P.; Beltrão, N.E.M.; Andrade, A.P.; Pereira, W.E.; Severino, L.S. Cultivo no 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.
- Borges, R.C.F.; Collaço, Júnior, 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*, n.13, p.36-43, 2009.
- Braga, N.S.; Morais, C.S.B.; Rossetto, A.V. Hidratação controlada de sementes de pinhão manso. *Revista Ciência Agronômica*, v.43, n.3, p.589-597, 2012.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- Cardoso, V. J. M. Germinação. In: Kerbauy, G.B. (Org.) *Fisiologia Vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p.386-408.
- Castro, R.D.; Hilhorst, H.W.M. Embebição e reativação do metabolismo. In: Ferreira, A.G.; Borghetti, F.. (Org.) *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.149-162.

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*, v.35, n.2, p.193-197, 2011.

Guimarães, M.A.; Dias, D.C.F.S.; Loureiro, M.E. Hidratação de sementes. *Revista Trópica*, v.2, n.1, p.31-39, 2008.

Marcos Filho, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: Krzyzanowski, F.C., Vieira, R.D., França Neto, J.B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 1999. p. 3.1-3.24.

Marcos Filho, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

Martins, C.C.; Machado, C.G.; Cavasini, R. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de pinhão-manso. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, n.3, p.863-868, 2008.

Neves, J.M.G.; Silva, H.P.; Brandão Junior, D.S.; Martins, E.R.; Nunes, U.R. Padronização do teste de germinação para sementes de pinhão-manso. *Revista Caatinga*, v.22, n.4, p.76-80, 2009.

OPENSHAW, K. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled. *Biomass and Bioenergy*, v.19, p.1-15, 2000.

Pinto, T.L.P.; Marcos Filho, J.; Forti, V.A.; Carvalho, C.; Gomes Junior, F.G. Avaliação da viabilidade de sementes de pinhão-manso pelos testes de tetrazólio e de raio X. *Revista Brasileira de Sementes*, v.31, n.2, p.195-201, 2009.

Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 4ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.