

Pré – embebição em sementes de moringa

A. R. C. Rabbani¹; R. Silva-Mann¹; R. A. Ferreira¹; M. C. Vasconcelos¹

¹Universidade Federal de Sergipe, 49000-100, São Cristóvão-SE, Brasil

alliviarouse@hotmail.com;

(Recebido em 06 de maio de 2012; aceito em 27 de maio de 2013)

Moringa oleifera é uma oleaginosa que apresenta alto potencial para produção de biodiesel, com grande importância para pequena agricultura familiar. Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar curva de embebição e avaliar o efeito da pré-embebição na germinação de sementes de moringa, visando o estabelecimento na produção de mudas. Para determinar a curva de embebição, as sementes foram distribuídas sobre papel de germinação umedecido com 2,5 vezes a pesagem em gramas do papel com água destilada, e a massa das sementes monitorada a cada duas horas nas primeiras 24 horas, e passadas 24 horas as avaliações ocorreram a cada quatro horas até atingir 134 horas. Para os processos de pré-embebição empregou-se dois lotes diferentes, sendo o primeiro de sementes recém-colhidas e o segundo de sementes armazenadas por três meses, ambas submergidas em água por 24 horas. Foram empregadas quatro repetições de 25 sementes, em delineamento inteiramente casualizado. As sementes foram postas em incubadora do tipo BOD à 25°C e luz contínua, sendo as avaliações realizadas a cada 48 horas e avaliou-se a porcentagem, índice de velocidade, tempo médio e velocidade de germinação, comprimento e massa de matéria seca radicular, do hipocótilo e das plântulas inteiras. A semente de moringa necessita de 128 horas para uma embebição de 0,2 g de água para germinar. A pré-embebição de sementes de moringa em água por 24 horas é eficiente para promover a melhor expressão da viabilidade e vigor em moringa.

Palavras-chave: *Moringa oleifera* Lam., vigor, condicionamento

Pre-imbibition on moringa seeds

Moringa is an oilseed crop that has a high potential for biodiesel production, with great importance for small family farms. The objective of this work was to establish the imbibition curve and evaluate the effect of pre-soaking in twinning moringa seeds, targeting the early establishment in the production of seedlings. To determine the curve of soaking, the seeds were distributed on germination paper moistened with 2.5 times the weight in grams of the paper with distilled water, and seed mass monitored every two hours during the first 24 hours and after 24 hours the evaluations were performed every four hours up to 134 hours. For the pre-soaking were employed two different seed batches, the first with freshly harvested seeds, and the second with three months stored seeds, both batches of seed was submerged in water for 24 hours. It was used four replicates of 25 seeds in a randomized design. The seeds were kept in a germination chamber type BOD at 25 °C under continuous light. The evaluations were performed every 48 hours and assessed the percentage, index of germination, average time and speed of germination, length and dry weight of roots, and hypocotyl of seedlings. The seed of moringa need 0.2 grams of water over a period of 128 hours to germinate. Seed pre-soaking in water for 24 hours is effective to promote the best expression of viability and vigor in moringa.

Keywords: *Moringa oleifera* Lam., vigor, priming, water.

1. INTRODUÇÃO

A moringa (*Moringa oleifera* Lam.) é uma espécie que vem sendo apontada como alternativa para a região Nordeste, principalmente para agricultura familiar, como fonte de suplemento alimentar (pelo seu alto valor nutritivo), como agente purificador de água, como planta medicinal, e fonte de óleo obtido em suas sementes. A espécie torna-se ainda mais atrativa por ser de fácil cultivo, baixo custo de produção e de alto rendimento^{1,2}.

A moringa é uma espécie com grande potencial para produção de óleo vegetal para produção de biodiesel e tem sido largamente investigada como candidata aos programas de energia renovável. O cultivo de espécies oleaginosas constitui uma alternativa em apoio à agricultura

familiar, criando melhores condições de vida em regiões carentes, valorizando potencialidades regionais e oferecendo alternativas aos problemas econômicos e sócio-ambientais³.

Contudo, para que uma cultura se estabeleça em campo, a germinação é uma das fases mais importantes. Para que a germinação ocorra satisfatoriamente, a semente deve dispor de condições ambientais favoráveis, como água, oxigênio e temperatura. O grau de exigência desses fatores é variável entre as espécies e é determinado pelo genótipo e pelas condições ambientais prevaletentes durante a formação das sementes^{4,5}.

A água sem dúvida é o fator que exerce a maior influência sobre o processo de germinação. Da absorção de água resultam a reidratação dos tecidos, intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas que culminam com o fornecimento de energia e nutrientes para a retomada de crescimento por parte do eixo embrionário⁶.

Os tratamentos pré-germinativos podem auxiliar na germinação, como a rápida e uniforme emergência das plântulas em ambientes adversos⁷. A exposição da semente à embebição tem sido uma das tecnologias testadas em várias espécies para facilitar a germinação; e a depender da situação até mesmo conferir às plantas maior tolerância em caso de estresse^{8,9,10}. Os tratamentos pré-germinativos agem, a depender do tempo de exposição, como um condicionante e segundo Eira¹¹, esta condição permite a ocorrência das fases iniciais do processo de germinação sem atingir a fase de alongamento celular e a protrusão da raiz primária, beneficiando no campo a maior velocidade de estabelecimento da semente.

Desta maneira, em virtude da possibilidade de usos múltiplos da moringa, este trabalho teve por objetivo estabelecer a curva de embebição e grau de interferência direta da embebição em água sobre o vigor de sementes e plântulas de moringa.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As sementes de moringa utilizadas neste estudo são procedentes do município de Aracaju (Sergipe). Os frutos maduros, de coloração marrom escuro, foram colhidos e beneficiados para obtenção das sementes. Foram empregados dois lotes de sementes, um de sementes recém-colhidas e outro de armazenadas em saco plástico de polietileno semipermeável e acondicionados em câmara fria com temperatura de 6 a 8°C e umidade relativa de 65%, por dois anos. A fim de se obter uniformidade se separou sementes quanto à coloração, tamanho e pureza física, sendo as mais uniformes separadas para compor os tratamentos. Foram realizados dois testes:

a) Determinação da curva de embebição: Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes distribuídas em papel de germinação embebido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. As sementes foram mantidas em incubadora do tipo BOD à 25°C, na ausência de luz. As avaliações para obtenção da curva de embebição foram realizadas a cada duas horas nas primeiras 24 horas, e após este tempo, as avaliações ocorreram a cada quatro horas até protrusão radicular. Para avaliar o ganho de água pelas sementes, foi realizada a pesagem em balança analítica de semente única, e, posteriormente, do conjunto por repetição. A média dos dados das pesagens foi estimada e determinada a quantidade de água embebida pelas sementes.

b) Pré-embebição como tratamento pré-germinativo: Foram utilizados dois lotes de sementes, um armazenado em sacos de polietileno em câmara fria, com temperatura de 6 a 8°C e umidade relativa do ar de 65% e das sementes armazenadas por três meses de 8,04%, e outro de sementes recém colhidas na semana de realização do ensaio, com umidade de e 8,25%. As sementes de ambos os lotes foram submetidas a um tratamento pré-germinativo de embebição em água destilada por 24 horas, sendo o tempo zero correspondente a testemunha. Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes, colocadas para germinar entre três folhas de papel tipo germitest, umedecido com água na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco¹², e dispostas em rolos, os quais foram mantidos em sacos plásticos, com a finalidade de impedir a perda de umidade no seu interior, sendo mantidos em incubadora do tipo BOD a 25°C com luz branca contínua. As avaliações foram realizadas em intervalos de 48 horas, com um total de seis avaliações. Para analisar a viabilidade e o vigor das sementes, foram calculadas a porcentagem de germinação (%G), o índice de velocidade de germinação (IVG)¹³, tempo médio de

germinação (TMG) e velocidade média de germinação (VMG), conforme Laboriau¹⁴. Para avaliar as primeiras etapas de desenvolvimento, foi mensurado o comprimento total da raiz primária e do hipocótilo, com auxílio de um paquímetro digital, e o percentual de plântulas normais; e também determinado o peso (g) conforme descrito por Maia et al.¹⁵. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, e os resultados da germinação e vigor das sementes, bem como as características pós-germinativas foram submetidos ao teste de F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) utilizando o programa estatístico Sisvar¹⁶.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Curva de absorção de água

Observou-se para as sementes na germinação um modelo trifásico como proposto por Bewley e Black⁴. A Figura 1 é caracterizada pelas curvas do peso (g) e da quantidade de água (g) que a semente absorve até a germinação. Ao total foram necessárias 128 horas de embebição para a emissão radicular e uma absorção total de 0,20 gramas de água pela semente para que ocorresse à germinação.

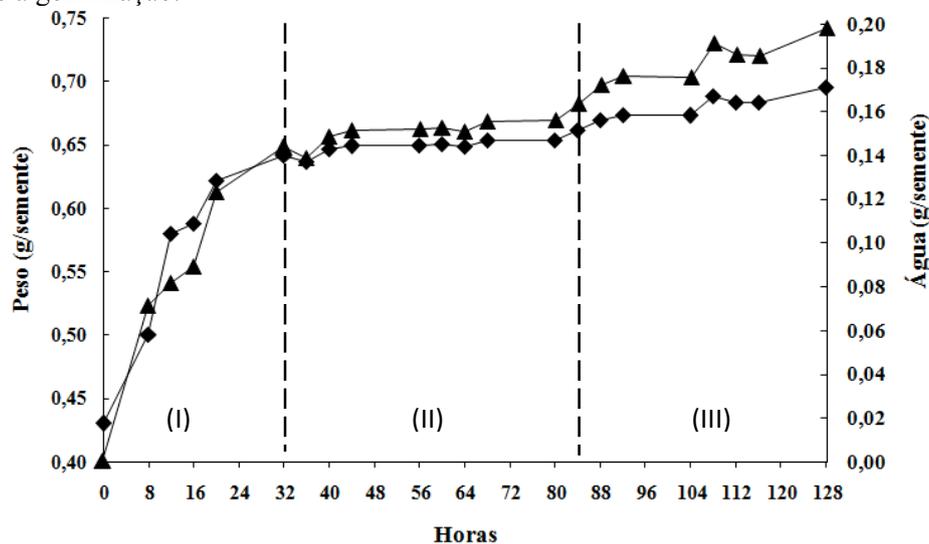


Figura 1: Comportamento das sementes na germinação e quantidade de água embebida [g/semente (▲)] e massa da semente [g (◆)] de moringa (*Moringa oleifera* Lam.).

A absorção de água na primeira fase foi relativamente rápida (Fase I), seguida por uma fase estável (Fase II), e depois uma retomada na absorção de água (Fase III), sendo que esta só ocorre quando a germinação é cumprida, em que o eixo embrionário alonga e rompe através de suas estruturas de cobertura^{5,17}.

Para as sementes de moringa, o início da Fase I foi observado nas primeiras horas, com uma alta velocidade de absorção de água e ganho de massa. Em termos absolutos, houve a absorção de 0,14 gramas de água por semente. De acordo com Carvalho e Nakagawa¹⁸, essa fase possui duração de uma a duas horas, contudo nas sementes de moringa esta primeira fase durou 32 horas. Coll et al.¹⁹ explicam que a velocidade de absorção e a quantidade de água embebida variam com a natureza e composição do tegumento.

Entre as Fases I e II de embebição há a ativação enzimática. Especificamente, na Fase I há o início da hidratação da semente, e conseqüentemente, de proteínas sub-celulares, mudanças estruturais como a reparação de membranas e do DNA, além do início e aumento da respiração, acontecendo logo nas primeiras 12 horas. O aumento na atividade respiratória é proporcional ao aumento na hidratação dos tecidos da semente. A respiração é a quebra de açúcares para produzir moléculas de energia, como ATP (Trifosfato de adenosina)⁴.

A proporção do tempo decorrido entre as Fases I (32 h) e II (50 h) foi de acordo com o proposto por Bewley⁵, a Fase I foi curta, já que nos primeiros momentos de contato entre a semente e água ocorre um ajuste do potencial matricial dos vários tecidos da semente e o meio germinativo, o que caracteriza a absorção bastante rápida e a alta velocidade de embebição.

O período entre 32 e 84 horas ficou caracterizado como a Fase II. Esta é denominada de estacionária, sendo caracterizada pela redução drástica da velocidade de hidratação e da intensidade da respiração⁴. Nas sementes de moringa a quantidade de água embebida é bastante reduzida (0,02 g/sem.), sendo que a partir deste ponto há uma retomada da absorção de água e início da terceira fase.

A Fase II é caracterizada predominantemente por processos catabólicos, as enzimas são ativadas para a clivagem e a mobilização de reservas para o eixo embrionário, onde o tecido torna-se metabolicamente ativo. Geralmente, as enzimas que dividem os carboidratos, lipídios, proteínas e compostos contendo fósforo são os primeiros a serem ativados. O eixo embrionário requer energia para o crescimento, e compostos de armazenamento devem ser hidrolisados a formas solúveis em água, para serem translocados do endosperma para o embrião. Nesta fase ainda há uma regulação hormonal como forma de acionar as enzimas hidrolíticas e alongação dos vacúolos^{4,18,20}. Em sementes oleaginosas, como a moringa, em que há grande presença de óleo armazenado no endosperma, este deve ser degradado para obtenção de energia. Os lipídeos são degradados pela via da β -oxidação, pelo ciclo que glioxilato, sendo que a principal enzima ativa no processo é a lipase que hidrolisa o óleo transformando em glicose e frutose. A hidrólise de proteínas também ocorre e é feita por proteases sintetizadas sob a direção de giberelinas^{21,22}.

Ainda Na Fase II, o RNA mensageiro (RNAm) é traduzido para a síntese de enzimas essenciais para a germinação. Com relação aos ácidos nucleicos, o aparecimento da raiz através do tegumento é causado pelo alongamento celular seguido de divisão celular, sendo a síntese do DNA só detectada após a protrusão radicular visível (Fase III)²³.

No presente trabalho, a Fase III apresentou maior tempo que a Fase I (48 horas) e uma embebição de 0,04 g/sem. Nesse estágio, o eixo embrionário já teria iniciado o alongamento, podendo ou não estar formando novas células, já que nesta fase a divisão celular não é essencial²⁴. Em 128 horas de embebição houve a protrusão radicular, esta ocorre quando a força expansiva do embrião ultrapassa o sistema de retenção mecânica do endosperma e o tegumento rompe²⁵.

-Pré-embebição

Na Tabela de resumo da ANAVA (Tabela 1), observou-se que para o tempo de embebição (0 e 24h) e armazenamento (0 e 3 meses) em sementes de moringa ocorre efeito na interação dos fatores sobre a viabilidade e vigor das sementes, sendo que para os eventos pós-germinativos apenas foi significativo para o peso de matéria seca da raiz no tempo de embebição e o comprimento da raiz para condições de armazenamento.

Tabela 1: Resumo da Análise de Variância em dois lotes de sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) sob dois períodos de embebição.

Variáveis	Causa da variação		
	Embebição	Armazenamento	EmbXArm
Porcentagem de germinação	1,524 ^{ns}	6,095*	91,524***
Índice de velocidade de germinação	57,165***	71,751***	117,815***
Tempo médio de germinação	38,175***	32,654***	21,013**
Velocidade média de germinação	59,3***	53,016***	40,835***
Comprimento da raiz	2,245 ^{ns}	30,295***	0,862 ^{ns}
Comprimento do hipocótilo	0,003 ^{ns}	0,967 ^{ns}	0,132 ^{ns}
Comprimento da plântula	0,503 ^{ns}	11,275 ^{ns}	0,479 ^{ns}
Massa seca da raiz	6,487*	4,285 ^{ns}	1,198 ^{ns}

Massa seca do hipocótilo	0,171 ^{ns}	3,584 ^{ns}	0,308 ^{ns}
Massa seca total	3,222 ^{ns}	0,023 ^{ns}	1,090 ^{ns}

*** - $P < 0,001$; ** - $P < 0,01$; * - $P < 0,05$; ^{ns} – Não significativo

Observou-se para o lote com três meses de armazenamento as maiores médias para os índices de qualidade e vigor, sendo que a maior porcentagem de germinação foi possível para o lote com embebição por 24 horas (96%) (Tabela 2).

Tabela 2: Índice de Velocidade de Germinação (IVG); Tempo Médio (TMG) em dias e Velocidade Média de Germinação (VMG) em lotes de sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) submetidos a dois períodos de embebição em dois lotes de sementes.

Tempo de embebição (Horas)	Lotes (Meses)	Variáveis de Vigor			
		%G	IVG	TMG	VMG
24	3	92 a	3,36 a	9,06 a	0,111 a
	0	69 b	3,04 a	8,67 a	0,115 a
0	3	67 b	2,70 a	8,51 a	0,118 a
	0	96 a	2,51 a	5,01 b	0,201 b
CV% ¹		8,26	13,14	8,74	8,85

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; 1 – Coeficiente de variação em porcentagem.

Estes resultados, estão coerentes com os encontrados por Alves et al.²⁷ ao estudarem o efeito dos fatores como a pré-embebição e da presença do tegumento em moringa verificaram, que a embebição das sementes proporciona uma melhor expressão das variáveis de germinação e vigor.

A evolução da germinação para os lotes de moringa nos diferentes tratamentos teve comportamento similar independente da pré-embebição. Para os lotes sem armazenamento e com três meses de armazenamento sem tratamento de embebição e para sementes sem armazenamento embebidas por 24 horas, sendo, o lote submetido ao armazenamento e com embebição, o que apresentou comportamento diferenciado das sementes quanto à germinação (Figura 3).

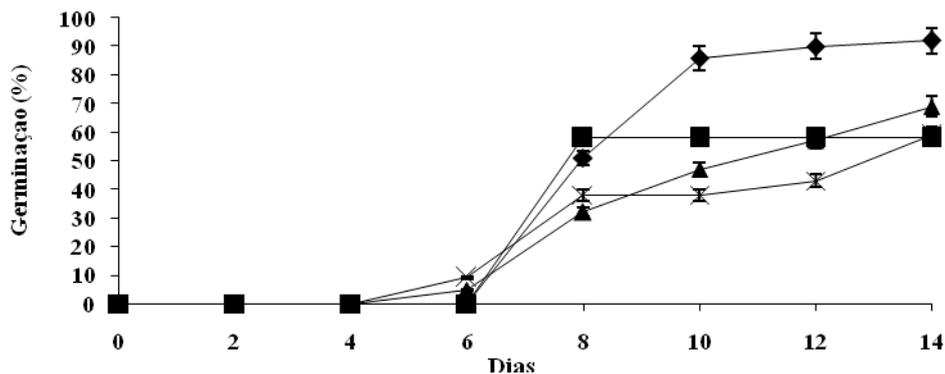


Figura 3: Evolução da porcentagem de germinação em dias em sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) submetidas e não submetidas ao armazenamento; e com e sem pré-embebição: 0 meses (■) e 3 meses (◆) com embebição em água por 24 horas e 0 meses (×) e 3 meses (▲) sem embebição em água.

A germinação para as sementes de moringa apresentou diferenças quanto à velocidade da emergência das plântulas logo no oitavo dia, em que os lotes submetidos ao pré-tratamento apresentaram melhor desempenho do que as sementes sem pré-embebição. Pode-se inferir que este que a embebição em sementes de moringa por 24 horas, contribui para um aumento na

velocidade de germinação, reduzindo, assim, o tempo decorrido entre a semente e a emergência das plântulas.

Estudos neste âmbito já foram realizados por Cáceres et al.²⁹ em que se observou que a germinação e um pré-tratamento germinativo em água por 24 horas, promoveu os melhores resultados. O desencadeamento do processo germinativo de moringa exige um alto teor de água em sementes intactas, assim a pré-embebição é indicada³⁰.

Esta resposta da velocidade e distribuição no tempo da germinação entre os lotes analisados quanto a pré-embebição, pode ser explicado conforme salientado por Bradford³¹, Khan³², Sung e Chang³³, McDonald³⁴ e Trigo et al.³⁵, esclarecem que durante um tratamento pré-germinativo em sementes, processos são iniciados, como a mobilização das reservas, ativação de macromoléculas, e o reajuste da membrana celular.

Em moringa, as sementes sem armazenamento apresentaram menor desempenho nos processos germinativos proporcionados por condições para melhor expressão do vigor e germinação. Outro aspecto poderia ser que durante a hidratação, as sementes estão sujeitas a injúrias, e talvez as sementes não armazenadas apresentem um comportamento inferior pela maior rapidez na absorção da água propiciando um desarranjo de membranas, o que pode ter contribuído para prejudicar a germinação^{7,36}.

Para a variável comprimento da plântula (Tabela 4), a maior média (117 mm) foi constatada para o lote sem armazenamento das sementes com embebição por 24h.

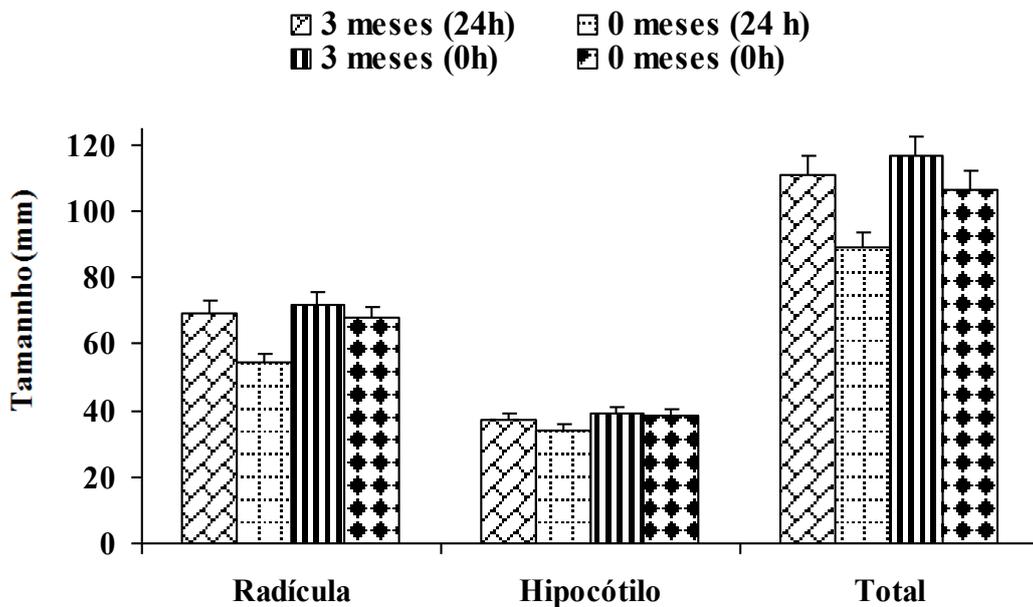


Figura 4: Comprimento da radícula, hipocótilo e total em lotes de sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) submetidas a dois períodos de embebição em dois lotes de sementes.

Para o peso de matéria seca, salvo a testemunha (0,13 g), a maior média verificada entre os lotes ficou evidente para a embebição por 24 horas e com lote armazenado por três meses (0,12 g) (Tabela 5).

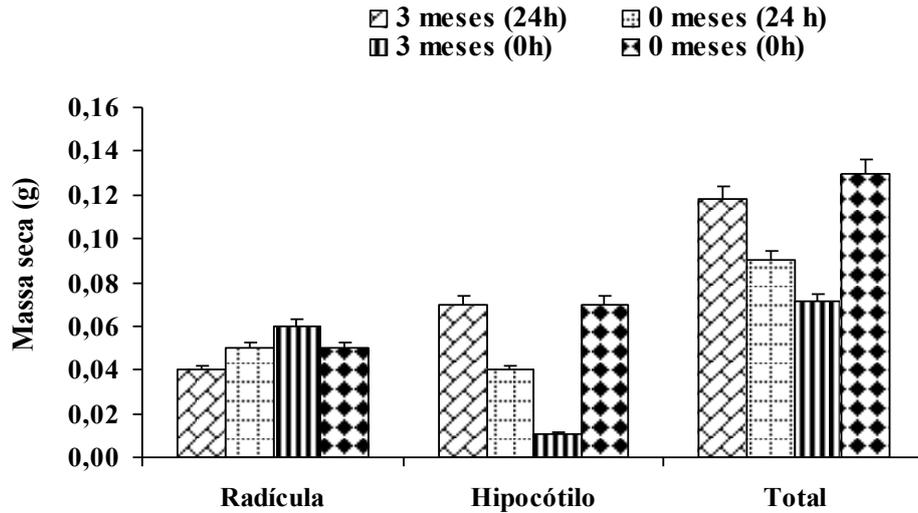


Figura 5. Peso de matéria seca da radícula, hipocótilo e total em lotes de sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) submetidas a dois períodos de embebição em dois lotes de sementes.

As médias dos parâmetros de avaliação das plântulas, para a testemunha e sementes embebidas apresentaram as maiores médias. A pré-hidratação é um simples método de condicionamento osmótico que não requer nenhum equipamento e técnica especial, é provavelmente, o método mais simples e barato de condicionamento osmótico³⁷, esta técnica pode ser adaptada facilmente para pequenos agricultores, como encontrados no semiárido, a fim de promover uma melhor resposta das sementes a germinação e em curto espaço de tempo.

4. CONCLUSÃO

As sementes de moringa necessitam absorver 0,2 gramas de água e 128 horas para germinar. A imersão das sementes em água por 24 horas é indicada para melhor expressão da viabilidade e vigor em moringa.

1. Okuda, T.; Baes, A.U.; Nishijima, W.; Okada, M. Isolation and characterization of coagulant extracted from *Moringa oleifera* seed by salt solution. *Water Research*, v.35, n.2, p. 405-410, 2001.
2. Ferreira, P.M.P.; Farias, D.F.; Oliveira, J.T.A.; Carvalho, A.F.U. *Moringa oleifera*: bioactive compounds and nutritional potential. *Revista de Nutrição*, v.21, n.4, p. 431-437, 2008.
3. Ramos, L.P.; Kucek, K.T.; Domingos, A.K.; Wilhelm, H.M. Um projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil. *Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*, v. 26, p. 28-37, 2003.
4. Bewley, J.D.; Black, M. *Seeds: physiology of development and germination*. 2 ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
5. Bewley, J.D. Seed germination and dormancy. *The Plant Cell*, v.9, n.7, p. 1055-1066, 1997.
6. 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 Eletônica de Engenharia Florestal*, v.7, n.13, 2009.
7. Santos, A. R. F.; Silva-Mann, R.; Ferreira, R. A. Water pre-hydration as priming for *Moringa oleifera* Lam. seeds under salt stress. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, v. 14, n. 1, p. 201-207, 2011.
8. Henkel, P. A. Drought resistance in plants: methods of recognition and intensification. In: *Plant Water Relationships in Arid and Semi-Arid Conditions*. Paris: UNESCO, v. 16, 1961, p. 167 – 174.
9. Salim, M. H.; Todd, G. W. Seed soaking as a pré-sowing, drought-hardening treatment in wheat and barley seedlings. *Agronomy Journal*, v. 60, p. 179-182, 1968.
10. Idris, M.; ASLAM, M. The effect of soaking and drying seeds before planting on the germination and growth of *Tritium vulgare*, under normal and saline conditions. *Canadian Journal of Botany*, v. 53, p. 1320 – 1332, 1975.

11. Eira, M.T.S. Condicionamento osmótico de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.): efeitos sobre a germinação e desempenho sob estresses hídrico, salino e térmico. Piracicaba, 1988. 90p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1988.
12. Brasil. RAS - Regras para análise de sementes. Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 2009. 399p.
13. Maguire, J.A. Speed of germination: aid in selection and evolution for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v.2, p.176-177, 1962.
14. Laboriau, L.G. A germinação de sementes. Washington: Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.
15. Maia, A.R.; Lopes, J.C.; Teixeira, C.O. Efeito do envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de trigo. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 31, n. 3, p. 678-684, 2007.
16. Ferreira, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: 45ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria. 2000. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.
17. Manz, B., K. Muller, B. Kucera, F. Volke, and G. Leubner-Metzger. Water uptake and distribution in germinating tobacco seeds investigated In vivo by nuclear magnetic resonance imaging. *Plant Physiology* v. 138, p. 1538-1551, 2005.
18. Carvalho, N.M.; Nakagawa, J. Germinação de sementes. Sementes: Ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 326p.
19. Coll, J.B.; Rodrigo, G.N.; Garcia, B.S.; Tames, R.S. Fisiologia vegetal. Madrid: Ediciones Pirámide, 2001. 566p.
20. Castro, H. G.; Ferreira, F. A.; SILVA, D. J. H.; MOSQUIM, P. R. Contribuição ao estudo das plantas medicinais: Metabólitos Secundários. 2ª Ed. Viçosa: UFV, 2004. 113p.
21. Somerville, C.; Browse, J.; Jaworski, J.; Ohlrogge, J. Lipids. In: Buchanan, B.B.; Gruissen, W.; Jones, R.L. (eds.). *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*, American Society of Plant Physiologists. Rockville: Maryland, 2000, p. 507-512.
22. Shimada, T.L.; Hara-Nishimira, I. Oil-body-membrane proteins and their physiological function in plants. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, v.33, n.3, p.360-363, 2010.
23. Kerbauy, G. B. Fisiologia Vegetal. São Paulo: USP, 2004, p. 386 - 408.
24. Barroco, R.M.; Poucke, K.V.; Bergervoet, J.H.W.; Veylder, L.; Groot, S.P.C; Inze, D.; Engler, G. The role of the cell cycle machinery in resumption of postembryonic development. *Plant Physiology*, v.137, p. 127-140, 2005.
25. Hilhorst H.; Toorop, P.E. Review on dormancy, germinability, and germination in crop and weed seeds. *Advances in Agronomy*, v.61, p.111-165, 1997.
26. Bove, J.; Jullien, M.; Grappin, P. Funcional genomics in the study of seed germination. *Genome Biology*, v.3, n.1, 1002.1-1002.5, 2001.
27. Alves, M.C.S.; Medeiros Filho, S.; Bezerra, A.M.; Oliveira, V.C. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *Moringa oleifera* Lam. em diferentes locais de germinação e submetidas à pré-embebição. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, v.29, n.5, p. 1083 - 1087, 2005.
28. Bezerra, A. M. E.; Momenté, V. G., Medeiros Filho, S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato. *Horticultura Brasileira*, v. 22, n.2, p. 295-299, 2004.
29. Cáceres, A.; Freire, V.; Girón, L.M.; Vilés, A. O; Pacheco, G. *Moringa oleifera* (Moringaceae): ethnobotanical studies in Guatemala. *Economic Botany*, v.45, n.4, p.522-523, 1991.
30. Bezerra, A. M. B.; Alcanfor, D. C.; Medeiros Filho, S.; Inneco, R. Germinação de sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). *Ciência Agrônoma*, v. 28, n. 1/2, p. 64-69, 1997.
31. Bradford, K.J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *Hortscience*, v.21, n.5, p.1105-1112, 1986.
32. Khan, A.A. Preplant physiological seed conditioning. *Horticultural Review*, v.13, p.131-181, 1992.
33. Sung, F.J.M.; Chang, Y.H. Biochemical activities associated with priming of sweet corn seeds to improve vigor. *Seed Science and Technology*, v.21, p.97-105, 1993.
34. McDonald, M.B. Seed quality assessment. *Seed Science Research*, v.8, p.265-275, 1998.
35. Trigo, M. F. O. O.; Nedel, J. L.; Trigo, L. F. N. Condicionamento osmótico em sementes de cebola: I. efeitos sobre a germinação. *Revista Scientia Agrícola*, v. 56, n. 4, p. 1059-1067, 1999.
36. Vanzolini, S.; Nakagawa, J. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim: efeitos de teor de água inicial e de período de embebição. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 21, n. 1, p. 46-52, 1999
37. Fujikura, Y.; Kraak, H.L.; Basra, A.S.; Karssen, C.M. Hydropriming, a simple and inexpensive priming method. *Seed Science and Technology*, v.21, p. 639-642, 1993.