

Restrição hídrica em sementes de moringa (*Moringa oleifera* L.)Water restriction on moringa seeds (*Moringa oleifera* L.)Restricción hídrica en semillas de moringa (*Moringa oleifera* L.)

Allívia Rouse Carregosa RABBANI ✉, **Renata SILVA MANN**, **Robério Anastácio FERREIRA**,
Angela Maria dos Santos PESSOA, **Edilene Souza BARROS** e **João Basílio MESQUITA**

Universidade Federal de Sergipe, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Rua Marechal Rondon s/n, Bairro Roza Elze, São Cristóvão, Sergipe, Brasil. E-mail: alliviarouse@hotmail.com ✉ Autor para correspondência

Recebido: 25/03/2012 Fim da arbitragem: 10/05/2012 Revisão recebeu: 10/08/2012 Aceito: 15/09/2012

RESUMO

Moringa é uma árvore que possui grande importância para a agricultura familiar por seu potencial uso na obtenção de óleo para a produção de biodiesel e para o tratamento de água. Este trabalho foi realizado visando simular estresse hídrico por meio da germinação das sementes em substrato de papel umedecido com soluções de polietileno glicol (PEG 6000) a 0,0; -0,1; -0,3; -0,4 e -0,6 MPa. As sementes foram mantidas em câmara de germinação tipo Biological Oxygen Demand em temperatura constante de 25 °C, sob luz branca contínua. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes para cada potencial osmótico. As variáveis analisadas foram porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação e velocidade média de germinação. Também se avaliou o comprimento total da radícula e do hipocótilo, teor de massa seca radicular e percentual de plântulas normais. A germinação das sementes de moringa decresceu com o aumento do potencial osmótico, e não foi possível constatar eventos germinativos nos potenciais -0,4 e -0,6 MPa. Solos em que a restrição hídrica é superior a -0,3 MPa podem ser considerados críticos para a germinação e formação de plântulas normais desta espécie.

Palavras chave: vigor, estresse, potencial osmótico, germinação.

ABSTRACT

Moringa is a tree that has great importance to family farming because of their potential use in obtaining oil for biodiesel production and for water treatment. This work was carried out to simulate the drought stress using seed germination in paper substrate moistened with solutions of polyethylene glycol (PEG 6000) at 0.0, -0.1, -0.3, -0.4 and -0.6 MPa. Seeds were kept in germination chamber Biological Oxygen Demand at constant temperature of 25 °C under continuous white light. The experimental design was completely randomized with four replications of 25 seeds for each osmotic potential of PEG 6000. The variables analyzed were germination percentage, germination speed index, mean germination time and average speed of germination. Total length of root and hypocotyl, root dry mass and percentage of normal seedlings also were evaluated. Seed germination of moringa decreased with increased osmotic potential and it was not possible to observe germination events at -0.4 and -0.6 MPa. Soils in which drought stress is superior to -0.3 MPa may be considered to be critical for successful germination and production of normal seedling of this species.

Key words: vigor, stress, osmotic potential, germination.

RESUMEN

Moringa es un árbol de gran importancia para la agricultura familiar por su potencial uso en la obtención de aceite para la producción de biodiesel y el tratamiento del agua. Este trabajo se llevó a cabo con el objetivo de simular el estrés hídrico usando la germinación de las semillas en sustrato de papel humedecido con soluciones de polietileno glicol (PEG 6000) a 0,0; -0,1; -0,3; -0,4 y -0,6 MPa. Las semillas se colocaron en la cámara de germinación tipo Biological Oxygen Demand a temperatura constante de 25 °C y luz continua. El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado con cuatro repeticiones de 25 semillas para cada potencial. Las variables evaluadas fueron el porcentaje de germinación, índice de la velocidad de germinación, tiempo medio de germinación, velocidad media de germinación, longitud total de la raíz y el hipocotilo, materia seca de la raíz y plántulas normales. La germinación de semillas de moringa disminuyó con el aumento del potencial osmótico y no fue posible observar eventos germinativos a -0,4 y -0,6 MPa. En los suelos donde el estrés hídrico es superior a -0,3 MPa pueden ser considerados críticos para la germinación y el crecimiento de plántulas normales.

Palabras clave: vigor, estrés, potencial osmótico, germinación.

INTRODUÇÃO

As regiões do sertão e do semiárido nordestino apresentam como característica a ocorrência de famílias que, sobrevivem da agricultura e pecuária, dependendo majoritariamente das atividades agrícolas para seu sustento. Aliado a esse cenário encontram-se épocas climáticas caracterizadas como “secas” ocasionadas por diversos fatores, entre eles a má distribuição das chuvas (Contazi, 2010; Carvalho e Egler, 2003; Santos *et al.*, 2011).

A *Moringa oleifera* Lam. (moringa) é uma espécie que vem sendo usada como alternativa para estas regiões, podendo ser utilizada na agricultura familiar como fonte de suplemento alimentar (pelo seu alto valor nutritivo), como purificador de água, como planta medicinal e como fonte de óleo contido em suas sementes. A espécie por esse motivo vem se tornando uma alternativa para produção (Foidl *et al.*, 2001; Phiri e Mbewe, 2010; Bakke *et al.*, 2010), e torna-se ainda mais atrativa por ser de fácil cultivo, baixo custo de produção e de alto rendimento (Okuda *et al.*, 2001 e Ferreira *et al.*, 2008).

Além destes usos, a moringa é uma espécie com grande potencial para produção de óleos vegetais para fabricação de biodiesel, sendo investigada para uso em programas de energia renovável (Pereira *et al.*, 2010; Vasconcelos *et al.*, 2010). 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 socioambientais (Ramos *et al.*, 2003).

Estas características tornam a espécie especialmente importante para regiões do sertão nordestino. Contudo, estudos necessitam ser realizados para verificar se a espécie poderá suportar os limites impostos pelos fatores edafoclimáticos da região. Os estudos relacionados com a resposta germinativa de sementes a condição de estresses artificiais, constituem-se ferramentas para um melhor entendimento da capacidade de sobrevivência e adaptação destas espécies às condições de estresses naturais encontradas em áreas da Caatinga e do semiárido nordestino (Loureiro *et al.*, 2007). Um dos principais problemas enfrentados pelas espécies refere-se à dificuldade de estabelecimento adequado em campo, sendo a quantidade de água disponível um dos fatores determinantes (Elt-Otmani *et al.*, 1995). A

disponibilidade de água no meio germinativo afeta as etapas do metabolismo celular, e, conseqüentemente, do crescimento do vegetal (De Castro *et al.*, 2000).

Existem poucos trabalhos específicos e elucidativos sobre o efeito da germinação e o estresse em sementes de moringa (Bezerra *et al.*, 1997; Bezerra *et al.*, 2004; Alves *et al.*, 2005; Santos *et al.*, 2011). O conhecimento do processo germinativo é de fundamental importância para a domesticação e propagação das espécies. Em virtude da possibilidade dos usos múltiplos da moringa e com a finalidade de avaliar a resistência da espécie em se estabelecer em áreas que apresentam estresse hídrico, este trabalho foi realizado como o objetivo de avaliar o grau de interferência direta da restrição hídrica sobre a viabilidade e o vigor das sementes e nas primeiras etapas do desenvolvimento de plântulas de moringa

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Sementes do Departamento de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Sergipe. Foram utilizados frutos de moringa procedentes do Município de Aracaju, em Sergipe. Os frutos foram beneficiados manualmente. As sementes foram colocadas para secar a sombra por 24 horas. A fim de obter uniformidade, foram selecionadas as sementes à coloração, tamanho e estado de conservação para compor os tratamentos.

A restrição hídrica foi obtida com soluções de polietileno glicol (PEG 6000) em cinco concentrações, tendo como tratamento controle a ausência de restrição e os potenciais osmóticos de -0,1; -0,3; -0,4 e -0,6 MPa. As soluções com diferentes potenciais osmóticos foram preparadas para a temperatura de 25°C, a partir da diluição do PEG 6000 em água destilada de acordo com a metodologia de Michel e Kaufmann (1973):

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

onde:

Ψ_{os} = potencial osmótico (bar);

C : concentração (g PEG 6000/L)

T : temperatura (°C).

Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes de moringa, colocadas para germinar entre três folhas de papel tipo germitest, umedecido com as soluções (2,5 mL para cada 1 g de papel) (MARA,

2009), e dispostas em rolos, que foram mantidos em sacos plásticos, com a finalidade de impedir a perda de umidade no seu interior sendo mantidos em germinador tipo B.O.D. (Biological Oxygen Demand) em temperatura constante de 25°C e sob luz branca contínua. Foram realizadas seis avaliações com intervalos de 48 horas.

Para analisar a viabilidade e o vigor das sementes, foram calculadas a porcentagem de Germinação (%G), o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) (Maguire, 1962), Tempo Médio de Germinação (TMG) e Velocidade Média de Germinação (VMG), conforme proposto por Laboriau (1983).

Para avaliar as primeiras etapas de desenvolvimento, foi mensurado o comprimento total da raiz primária e do hipocótilo com auxílio de um paquímetro digital. Também foi determinada a massa seca das plântulas em conjunto com o teste anterior, removendo-se os cotilédones. As plântulas de cada repetição foram colocadas em sacos de papel e levadas para secar em estufa com circulação de ar forçada, regulada à temperatura de $80 \pm 2^\circ\text{C}$, durante 48 horas. Após esse período, as amostras foram colocadas em dessecador e após atingirem a temperatura ambiente foram pesadas em balança de precisão e a massa expressa em gramas (g) (Maia *et al.*, 2007).

As análises fitossanitárias para a detecção da presença de fungos foram realizadas na Clínica Fitossanitária do Departamento de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Sergipe (UFS), sendo empregadas oito amostras de 25 sementes, totalizando 200 sementes com e sem desinfestação.

As sementes foram colocadas em caixas tipo gerbox, sobre quatro folhas de papel de filtro, autoclavadas e pré-umedecidas com água destilada contendo 200 ppm de sulfato de estreptomicina.

Para o teste com desinfestação as sementes foram imersas em hipoclorito de sódio (NaClO) a 1%, por um minuto, e em seguida, lavadas com água destilada e autoclavada por 25 minutos a 120°C. Os resultados foram expressos em porcentagem de patógeno, identificados por gênero.

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 à análise de regressão polinomial utilizando-se o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2000). O modelo foi validado pela análise de variância verificando-se o coeficiente de determinação e teste t.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da porcentagem de germinação e IVG encontram-se na Figura 1. Houve um comportamento similar entre a %G e IVG com a redução a depender dos potenciais osmóticos do substrato. Os maiores valores de germinação (96%) e IVG (7,80) foram observados no tratamento controle (0 MPa), seguido de decréscimo para os potenciais de -0,4 e -0,6 MPa, onde não se observou eventos de germinação computados do primeiro ao 14º dia. Quando comparado com a tratamento controle, para o potencial de -0,1 MPa houve redução de 16% e para o potencial de -0,3 MPa ocorreu redução de 65% na germinação.

A exposição da semente a um estresse pode comprometer o seu vigor como já verificado por Santos *et al.* (1992) em soja, Perez e Moraes (1994) em algaroba e *Trifolium repens* por Rogers *et al.* (1995). Os sinais ambientais, como presença de água, são entendidos pelas sementes por meio de respostas bioquímicas, produzindo modificações no seu estado fisiológico, por meio de mudanças que irão envolver processos de respiração ou, ainda, alteração na estrutura física da membrana. Esta última característica, em especial, afeta diretamente a taxa de hidratação, liberação de enzimas, transporte iônico, alteração do pH e conteúdo de inibidores como os compostos fenólicos. Estas respostas bioquímicas irão refletir diretamente na germinação (Davies, 1994; Bohnert *et al.*, 1995; Santos *et al.*, 2011).

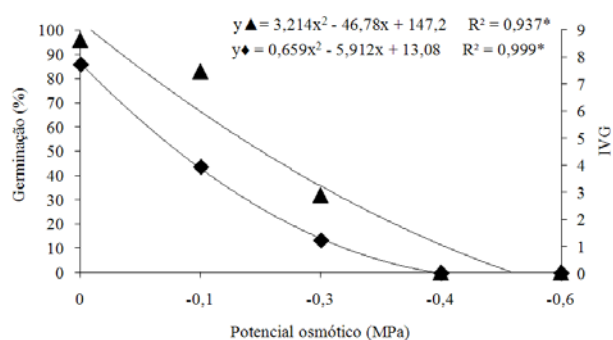


Figura 1. Porcentagem (▲) e índice de velocidade (IVG) (♦) de germinação em sementes de *Moringa oleifera* Lam. submetidas a restrição hídrica (* $p < 0,05$ pelo teste de t).

Na Figura 2 é possível analisar o comportamento dos tratamentos quanto a germinação ao longo do tempo. Na tratamento controle se observou as melhores médias (96%), com alta velocidade de germinação, e comportamento similar foi detectado para o tratamento -0,1 MPa, sendo que para o potencial -0,3 MPa ocorreu o inverso.

Sementes de espécies encontradas no semiárido nordestino quando submetidas ao estresse hídrico, apresentam também decréscimo na germinação até um ponto crítico, como por exemplo em faveleira (*Cnidoscolus juercifolius* Pax e K. Hoffm.), que a partir de -0,9 MPa não se verifica eventos de germinação (Silva *et al.*, 2005). Já para cassia (*Cassia spectabilis* D.C.) este limite só foi possível a partir de -0,8 MPa (Jeller e Perez, 2001) e em barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum* Mart.) isto ocorre somente em potenciais iguais ou acima de -0,7 MPa (Tambelini e Perez, 1998).

Ao se analisar a curva de regressão polinomial para o tempo médio e velocidade média de germinação (Figura 3), constata-se o comportamento destas variáveis, ou seja, há um decréscimo com o aumento da restrição hídrica. O melhor resultado para a velocidade média de germinação (0,20) e para o tempo médio de germinação (10,69) foi observado para o tratamento controle (0 MPa).

Com o aumento da restrição hídrica ocorre uma ampliação no número de dias para a germinação inicial das sementes. O estresse hídrico, normalmente promove uma diminuição na porcentagem e na velocidade de germinação (Bewley e Black, 1994). Em sementes de barbatimão-da-mata (*Stryphnodendron polyphyllum*), espécie de ampla ocorrência no nordeste brasileiro, Tambelini e Perez

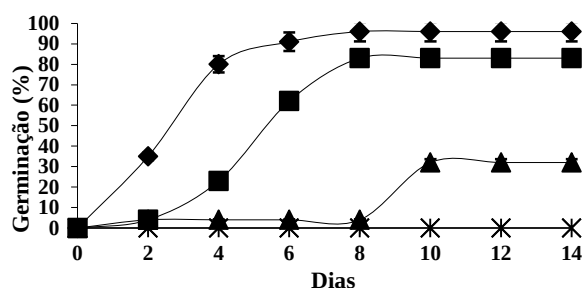


Figura 2. Evolução da porcentagem de germinação em dias em sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) submetidas ao estresse hídrico: (♦) Tratamento controle (■) -0,1 MPa, (▲) -0,3 MPa, (×) -0,4 MPa e (*) -0,6 MPa.

(1998) verificaram que a velocidade de germinação foi mais afetada pelo estresse do que a porcentagem de germinação, uma que a primeira reflete o vigor, ou seja, a germinação ao longo do tempo e a segunda a viabilidade, ou seja, quanto germinou durante o período total de avaliação. Segundo estes autores, a partir do potencial de -0,1 MPa já se verifica redução significativa na velocidade de germinação destas sementes, enquanto a porcentagem só foi afetada a partir do potencial -0,4 MPa.

Quanto maior a restrição hídrica maior o tempo de germinação (Heydecker *et al.*, 1975; Khan *et al.*, 1978). A velocidade com que as sementes germinam é importante para um estabelecimento satisfatório das plântulas no campo. O atraso na germinação pode expor as sementes às condições ambientais desfavoráveis, bem como ao ataque de agentes bióticos, acarretando prejuízos ao desempenho em porcentagem de germinação (Peske e Delouche, 1985). O retardamento na germinação pode expor as sementes a condições ambientais desfavoráveis, bem como ao ataque de agentes bióticos, acarretando prejuízos ao desempenho das mesmas.

Neste trabalho foram identificados no blotter test os fungos *Fusarium* ssp. (16,5%); *Aspergillus* ssp. (16%) e *Alternaria* ssp. (15,5%), que ocorreram em sementes sem desinfestação.

Patógenos como *Rhizoctonia* ssp., *Penicillium* ssp. e *Colletotrichum* ssp. foram detectados, porém com índices menores. Alguns dos gêneros ocorrem em sementes desinfestadas, em proporções diferentes: *Rhizoctonia* ssp. (11,5%); *Alternaria* ssp. (10%); *Colletotrichum* ssp. (6,5%); *Aspergillus* ssp. (6%); *Penicillium* ssp. (4%), não sendo detectada a presença de *Fusarium* ssp. nestas.

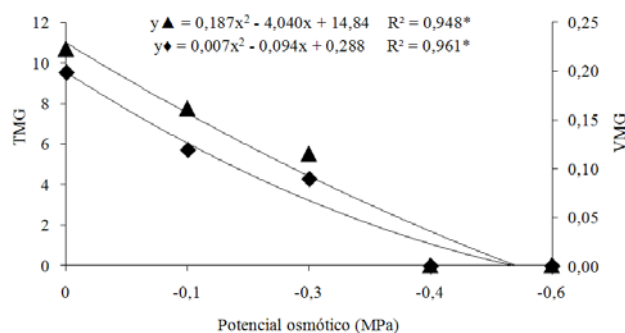


Figura 3. Velocidade média [TMG (▲)] e tempo médio de germinação [VMG (♦)] de sementes de *Moringa oleifera* submetidas a restrição hídrica (*p<0,05 pelo teste de t).

O efeito negativo do estresse hídrico foi verificado em várias espécies nativas do Nordeste brasileiro, como em manjeiroba (*Senna occidentalis* L.) (Delachave e Pinho, 2003), e sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) (Passos *et al.*, 2007). Na literatura também há referências de outras espécies que apresentam o mesmo comportamento, como angico (*Peltophorum dubium* S.) (Perez *et al.*, 2001), barriguda (*Chorisia speciosa* St.-Hill) (Fanti e Perez, 2003), e olho-de-dragão (*Anadenanthera pavonina* L.) (Fonseca e Perez, 2003).

No que se refere ao tamanho das plântulas, há um decréscimo acentuado em todas as variáveis (Figura 4), com retardo na emergência do hipocótilo e a uma menor taxa de crescimento radicular, promovido pela redução da expansão celular e, conseqüentemente, decréscimo na turgescência celular (Fonseca e Perez, 1999).

Houve um incremento da massa a partir de -0,1MPa, e para os seguintes potenciais um decréscimo, o que permite inferir sobre o potencial da restrição hídrica, que pode melhorar o desempenho das sementes de moringa, agindo como um condicionamento osmótico (Santos *et al.*, 2011) (Figura 5).

A restrição hídrica pode reduzir a velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos e, com isso, as plântulas de moringa nas condições de baixa umidade apresentam menor desenvolvimento. Assim, podem ocorrer menores comprimentos de plântulas e menor acúmulo de massa seca, conforme também observado por Ávila (2007) em canola (*Brassica napus* L.) e Hadas (1976) em as leguminosas grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) e fava (*Vicia faba* L.).

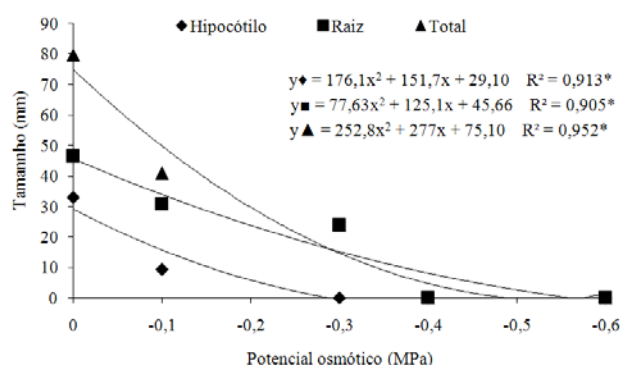


Figura 4. Comprimento da raiz, hipocótilo e plântulas de *Moringa oleifera* submetidas a restrição hídrica (* $p < 0,05$ pelo teste de t).

As variáveis relacionadas ao vigor de sementes, bem como as primeiras etapas de desenvolvimento de moringa submetidas à restrição hídrica apenas foi possível computar até -0,3 MPa, indicando que essa espécie provavelmente não suporta germinar em solos com potenciais acima deste limite, tornando-se assim uma limitação para essa espécie florestal em ambientes que apresenta esta condições.

CONCLUSÃO

As sementes de moringa apresentam sensibilidade ao estresse hídrico, sendo a germinação e o vigor afetados com o aumento da restrição hídrica.

A espécie é pouco tolerante ao estresse hídrico com limite máximo de germinabilidade em potencial de -0,3MPa.

Os fungos de maior ocorrência em sementes de moringa são *Fusarium* ssp. (16,5%); *Aspergillus* ssp. (16%) e *Alternaria* ssp. (15,5%) que ocorrem em sementes sem desinfestação.

LITERATURA CITADA

- Alves, M. da C. S.; S. Medeiros Filho, A. M. E. Bezerra e V. C. Oliveira. 2005. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *Moringa oleifera* L. em diferentes locais de germinação e submetidas à pré-embebição. *Ciência e Agrotecnologia* 29 (5): 1083-1087.
- Ávila, M. A.; A. L. Braccini, C. A. Scapim, J. R. Fagliari e J. S. Santos. 2007. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. *Revista Brasileira de Sementes* 29 (1): 98-106.

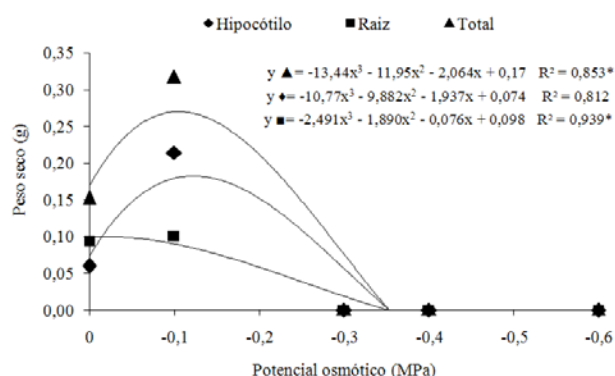


Figura 5. Peso seco da raiz, parte aérea e total de plântulas de *Moringa oleifera* submetidas a restrição hídrica (* $p < 0,05$ pelo teste de t).

- Bakke, I. A.; J. S. Souto, P. C. Souto e O. A. Bakke. 2010. Características de crescimento e valor forrageiro da moringa (*Moringa oleifera* Lam) submetida a diferentes adubos orgânicos e intervalos de corte. *Engenharia Ambiental* 7 (2): 113-114.
- Bewley, J. D. and M. Black. 1994. *Seeds: physiology of development and germination*. 2 ed. Plenum Press, New York, N. Y. United States of America. 445 p.
- Bezerra, A. M. B.; D. C. Alcanfor, S. Medeiros Filho e R. Inneco. 1997. Germinação de sementes de moringa (*Moringa oleifera* L.). *Ciência Agrônômica* 28 (1/2): 64-69.
- Bezerra, A. M. E.; S. Medeiros Filho, J. B. S. Freitas e E. M. Teófilo. 2004. Avaliação da qualidade das sementes de *Moringa oleifera* Lam. durante o armazenamento. *Ciência e Agrotecnologia* 28 (6): 1240-1246.
- Bohnert, H. J.; D. E. Nelson and R. G. Jensen. 1995. Adaptations to environmental stresses. *The Plant Cell* 7: 1099 -1111.
- Carvalho, O. e C. A. G. Egler. 2003. Alternativas de desenvolvimento para o Nordeste semi-árido. Banco do Nordeste, Fortaleza, Brasil. 204 p.
- Contazi, R. C. 2010. Uma alternativa de desenvolvimento para a região do sertão nordestino. *Informações Fipe*. p. 14-16.
- Delachieve, M. E. A. e S. Z. Pinho. 2003. Germination of *Senna occidentalis* Link seed at different osmotic levels. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 46: 163-166.
- Davies, P. J. 1994. *Plant hormones: their role in plant growth and development*. 2nd ed. Nijhoff Publishers, New York, United States of America. 678 p.
- De Castro, R. D.; A. A. M. Van Lammeren, S. P. C. Groot, R. J. Bino and H. W. M. Hilhorst. 2000. Cell division and subsequent radicle protrusion in tomato seeds are inhibited by osmotic stress but DNA synthesis and formation of microtubular cytoskeleton are not. *Plant Physiology* 122: 327-335.
- El-Otmani, M.; C. J. Lovatt, C. W. Coggins Jr. and M. Agusti. 1995. Plant growth regulators in citriculture: Factors regulating endogenous levels in *Citrus* tissues. *Critical Reviews in Plants Sciences* 14: 367-412.
- Fanti, S. C. e S. C. J. G. A. Perez. 2003. Efeito do estresse hídrico e envelhecimento precoce na viabilidade de sementes osmocondicionadas de paineira (*Chorisia speciosa*). *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38: (4): 537-543.
- Ferreira, D. F. 2000. 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. UFSCar. São Carlos. Brasil. p. 255-258.
- Ferreira, P. M. P.; D. F. Farias, J. T. A. Oliveira and A. F. U. Carvalho. 2008. *Moringa oleifera*: bioactive compounds and nutritional potential. *Revista de Nutrição* 21 (4): 431-437.
- Foidl, N.; H. P. S. Makkar and K. Becker. 2001. The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. *In: L. J. Fuglie (Ed.). The Miracle Tree: The Multiple Attributes of Moringa*. Dakar, Senegal. p. 45-76.
- Fonseca, S. C. L. e S. C. J. G. A. Perez. 1999. Efeito de sais e da temperatura na germinação de sementes de olho de dragão (*Anadenanthera pavonina* L. Fabaceae). *Revista Brasileira de Sementes* 21 (2): 70-77.
- Hadas, A. 1976. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potencial in osmotic solution. *Journal of Experimental Botany* 27 (3): 480-489.
- Heydecker, W.; J. Higgins and Y. J. Turner. 1975. Invigoration of seeds?. *Seed Science and Technology* 3 (3/4): 881-888.
- Jeller, H. e S. C. J. G. A. Perez. 2001. Efeitos dos estresses hídrico e salino e da ação de giberelina em sementes de *Senna spectabilis*. *Revista Ciência Florestal* 11 (1): 93-104.
- Khan, A. A.; K. L. Tao, J. S. Knypl, B. Borkowska and E. P. Loy. 1978. Osmotic conditioning of seed: physiological and biochemical changes. *Acta Horticulturae* 83: 267-278.
- Laboriau, L. G. 1983. *A germinação de sementes*. Organização dos Estados Americanos, Washington, United States of America. 174 p.

- Loureiro, M. B.; I. O. Virgens, I. A. Nunez, A. C. Vilas Boas, C. A. S. Teles, M. A. Drumond e L. G. Fernandez. 2007. Efeito de estresse hídrico sobre a germinação de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). In: Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 2007. Anais. MCT/ABIPTI. Brasília, Brasil.
- Maguire, J. A. 1962. Speed of germination: aid in selection and evolution for seedling emergence and vigor. *Crop Science* 2: 176-177.
- Maia, A. R.; J. C. Lopes e C. O. Texeira. 2007. Efeito do envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de trigo. *Ciência e Agrotecnologia* 31 (3): 678-684.
- Michel, B. E. and M. R. Kaufmann. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology* 51 (6): 914-916.
- Ministério da Agricultura e Reforma Agrária (MARA). 2009. Regras para Análise de Sementes. SNAD/DNDV/CLAV, Brasília, Brasil. 365 p.
- Okuda, T.; A. U. Baes, W. Nishijima and M. Okada. 2001. Isolation and characterization of coagulant extracted from *Moringa oleifera* seed by salt solution. *Water Research* 35 (2): 405-410.
- Passos, M. A.; K. M. Tavares e A. R. Alves. 2007. Germinação de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpinhiifolia* Benth.). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 2 (1): 51-56.
- Pereira, F. D.; G. P. Silva, M. L. G. Barreto e G. F. Silva. 2010. Caracterização físico-química do óleo de moringa para possível rota de obtenção de biodiesel. In: V Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 2010. Anais. Embrapa Algodão. Campina Grande, Brasil.
- Perez, S. C. J. G. A. e J. A. Moraes. 1994. Estresse salino no processo germinativo de algarobeira e atenuação de seus efeitos pelo uso de reguladores de crescimento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 29 (3): 389-396.
- Perez, S. C. J. G. A.; Z. Wanli e L. Leihong. 2001. Pré condicionamento e seus efeitos em sementes de Canafístula [(*Peltophorum dubium* (Spreng) Taub)]. *Revista Brasileira de Sementes* 23 (1): 146-153.
- Peske, S. T. e J. C. Delouche. 1985. Semeadura de soja em condições de baixa umidade do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 20 (1): 69-85.
- Phiri, C. and D. N. Mbewe. 2010. Influence of *Moringa oleifera* leaf extracts on germination and seedling survival of three common legumes. *International Journal of Agriculture and Biology* 12 (2): 315-317.
- Ramos, L. P.; K. T. Kucek, A. K. Domingos e H. M. Wilhelm. 2003. Um projeto de sustentabilidade econômica e sócio-ambiental para o Brasil. *Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento* 26: 28-37.
- Rogers, M. E.; C. L. Noble, G. M. Halloran and M. E. Nicolas. 1995. The effect of NaCl on the germination and early seedling growth of white clover (*Trifolium repens* L.) populations selected for high and low salinity tolerance. *Seed Science Technology* 23 (2): 277-287.
- Santos, A. R. dos.; R. Silva Mann, R. A. Ferrera and A. S. Brito. 2011. Water pre-hydration as priming for *Moringa oleifera* Lam. seeds under salt stress. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14 (1): 201-207.
- Santos, V. L.; A. C. Calil, H. A. Ruiz, E. M. Alvarenga e C. M. Santos. 1992. Efeitos do estresse salino e hídrico na germinação e vigor de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes* 14 (2): 189-194.
- Silva, L. M. de M.; I. B. de Aguiar, D. L. de Moraes e R. A. Viégas. 2005. Estresse hídrico e condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de *Cnidioscolus juercifolius*. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 9 (1): 66-72.
- Tambelini, M. e S. C. J. G. A. Perez, 1995. Efeitos do estresse hídrico simulado com PEG (6000) ou manitol na germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron polyphillum* Mart.). *Revista Brasileira de Sementes* 20 (1): 226-232.
- Vasconcelos, V. M.; D. F. Pereira, A. C. Vieira, D. A. G. Aranda e G. F. Silva. 2010. Estudo do biodiesel obtido a partir da *Moringa oleifera* Lam pelos processos de transesterificação in situ e convencional. In: 3º Simpósio Nacional de Biocombustíveis, 2010. Anais. ABQ. Rio de Janeiro, Brasil.