



ARTIGO

Osmocondicionamento na germinação de sementes, crescimento inicial e conteúdo de pigmentos de *Myracrodruon urundeuva* fr. Allemão

Nayra da Silva Negreiros Cardoso¹, Lenaldo Muniz de Oliveira¹,
Luzimar Gonzaga Fernandez², Claudineia Regina Pelacani¹,
Cíntia Luiza Mascarenhas de Souza¹ e Ariana Reis Messias Fernandes de Oliveira^{1*}

Recebido: 25 de maio de 2012

Recebido após revisão: 23 de outubro de 2012

Aceito: 12 de novembro de 2012

Disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/2242>

RESUMO: (Osmocondicionamento na germinação de sementes, crescimento inicial e conteúdo de pigmentos de *Myracrodruon urundeuva* fr. Allemão). Este trabalho avaliou o efeito do osmocondicionamento de sementes sobre a germinação, crescimento inicial e acúmulo de clorofilas e carotenoides da aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* fr. Allemão). As sementes foram osmocondicionadas em PEG 6000, com potencial hídrico de -1,0 MPa e mantidas sob aeração contínua forçada durante os períodos de dois, três e quatro dias. Para determinar o melhor período de osmocondicionamento, as sementes foram acondicionadas com papel germitest em placas de petri e foi avaliada a percentagem de germinação (G%), tempo médio de germinação (Tm), índice de velocidade de germinação (IVG), velocidade média de germinação (Vm) e o coeficiente de uniformidade (CUG). Um novo grupo de sementes foi osmocondicionado nas mesmas condições e cultivado em casa de vegetação, onde se avaliou o crescimento inicial, o teor de clorofilas “a” e “b” e carotenóides totais nas folhas. O melhor período de osmocondicionamento foi de quatro dias com posterior secagem das sementes, o tratamento reduziu a germinabilidade das sementes de *M. urundeuva*, porém melhorou a uniformidade, promovendo um aumento na área foliar e redução do teor de clorofilas “a” e “b” em suas folhas.

Palavras-chave: aroeira-do-sertão, condicionamento osmótico, clorofila, desenvolvimento.

ABSTRACT: (Osmoconditioning on seed germination, early growth and pigment content of *Myracrodruon urundeuva* fr. Allemão). This study evaluates the effects of seed osmoconditioning on germination, seedling growth, accumulation of chlorophylls and carotenoids of “aroeira-do-sertão” (*Myracrodruon urundeuva* fr. Allemão). Seeds were osmoconditioned in polyethylene glycol 6000 with water potentials of -1.0 MPa and maintained under forced aeration for two, three and four days. To determine the best time of priming, the seeds were packed with germitest paper in petri dishes and evaluated the percentage of germination (G%), germination time (Tm), germination speed index (IVG), average speed of germination (Vm) and the uniformity coefficient (CUG). A new group of seeds was osmoconditioned at the same conditions and grown in a greenhouse, which evaluated the initial growth, the content of chlorophyll “a” and “b” and carotenoids in the leaves. The best time of priming was four days with subsequent drying of the seeds, the treatment reduced the germinability of seeds of *M. urundeuva*, but improved uniformity, causing an increase in leaf area and reduction of chlorophylls “a” and “b” on their leaves.

Key words: aroeira-do-sertão, osmotic conditioning, chlorophyll, development.

INTRODUÇÃO

A espécie arbórea *Myracrodruon urundeuva* fr. Allemão é conhecida como aroeira-do-sertão e pertence à família Anacardiaceae (Lorenzi 2002). Possui grande valor econômico devido à qualidade de sua madeira e pela presença de grandes quantidades de substâncias bioativas em sua entrecasca, a exemplo dos taninos, que possuem propriedades antiinflamatórias, adstringentes, antialérgicas e cicatrizantes (Teófilo *et al.* 2004; Dornelles *et al.* 2005), sendo de ocorrência comum o comércio de cascas e remédios caseiros engarrafados em feiras livres do nordeste. Em virtude de suas múltiplas utilizações, associada a uma forma de exploração predatória tem-se verificado intensa redução da variabilidade genética, o que tem comprometido a preservação das populações dentro do seu “habitat” natural (Moraes 2006). Em consequência, a espécie consta na lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção na categoria

vulnerável, bem como na lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção da IUCN - *International Union for Conservation of Nature* (Ibama 2006, Moraes 2006, Pacheco *et al.* 2006).

Diante da importância econômica da aroeira-do-sertão para as populações do semiárido nordestino é necessário que a prática de exploração adotada seja repensada. Uma alternativa é o desenvolvimento de metodologias para exploração dos compostos bioativos a partir de plantas cultivadas e, nesse caso, a produção de mudas de qualidade representa o ponto de partida. A propagação de espécies florestais normalmente se dá por via sexual, entretanto, o sucesso na produção de mudas depende da aquisição de sementes de qualidade, que apresentem alta percentagem de germinação, uniformidade e vigor, porém, nem sempre é possível obter sementes com estas características, principalmente para espécies florestais nativas que, em geral, apresentam germinação baixa e heterogênea (Biruel 2007). As sementes da aroeira-do-

1. Universidade Estadual de Feira de Santana. Avenida Transnordestina, S/N, CEP 44031-460, Feira de Santana, BA, Brasil.

2. Universidade Federal da Bahia. Avenida Miguel Calmon, s/n, CEP 40140100, Salvador, BA, Bahia, Brasil.

*Autor para contato. E-mail: rylreis@gmail.com

-sertão são ortodoxas, com germinabilidade variando entre 20 e 80% dependendo das condições experimentais (Silva *et al.* 2002). Teófilo *et al.* (2004) verificaram que em sementes armazenadas em condições naturais a germinabilidade e o vigor declinam significativamente a partir de seis meses.

O condicionamento fisiológico tem sido utilizado para reduzir o tempo de germinação, aumentar a germinabilidade, a uniformidade e vigor das plântulas. Dentre as técnicas de condicionamento fisiológico o osmocondicionamento tem sido a mais utilizada. Essa técnica consiste no pré-tratamento, onde as sementes são imersas em solução osmótica, sob tempo e temperatura determinados (Pereira *et al.* 2008). O potencial osmótico da solução regula a quantidade de água a ser absorvida, permitindo que as sementes alcancem as fases iniciais da germinação (fases I e II) sem, contudo, ocorrer à emissão da radícula (fase III) no padrão trifásico proposto por Bewley & Black (1982). A diminuição no potencial hídrico do meio está associada a um aumento da pressão osmótica da solução. Esse efeito pode ser reproduzido em soluções pela utilização de agentes osmóticos, sendo o polietilenoglicol (PEG) o composto mais utilizado, por ser praticamente inerte em relação ao metabolismo da planta durante a germinação (Costa & Villela 2006).

Várias pesquisas têm comprovado que o osmocondicionamento promove um aumento na velocidade de germinação das sementes e na emergência das plântulas, permitindo uma germinação mais rápida e uniforme, além de aumentar a tolerância em germinar sob condições adversas em diferentes espécies vegetais, a exemplo do observado em *Adesmia latifolia* (Spreng) Vog (Sune *et al.* 2002a), *Petroselinum sativum* Hoffm. (Rodrigues *et al.* 2009), *Physalis angulata* L. (Souza *et al.* 2011), *Sorghum bicolor* L. Moench (Oliveira & Filho 2011). Entretanto, muitos são os fatores que determinam esse sucesso, como a qualidade inicial das sementes, a temperatura, o potencial osmótico da solução e o agente osmótico utilizado (Pereira *et al.* 2008). Essa técnica pode ainda melhorar o vigor de lotes de sementes armazenadas, como verificado por Sune *et al.* (2002b) em trabalho realizado com *Asdesmia latifolia*.

Apesar dos benefícios do osmocondicionamento sobre a germinabilidade de sementes, esta técnica promove estresse hídrico no embrião e nas plântulas, o que além de ativar genes específicos relacionados à resistência ao estresse pode promover alterações bioquímicas, como a produção de espécies reativas de oxigênio e de solutos osmoticamente ativos (Smirnov 1995) e de clorofilas (Lima *et al.* 2004). Entretanto, apesar dos estudos já realizados e em consequência da grande diversidade da flora brasileira, ainda existem poucas informações a respeito do osmocondicionamento das sementes de espécies florestais nativas de importância econômica. Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos do condicionamento osmótico de sementes da aroeira-do-sertão, sobre a germinação de sementes, crescimento inicial de plantas e conteúdo de pigmentos.

MATERIAL E METODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Germinação da Unidade Experimental Horto Florestal da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Feira de Santana, BA. Foram utilizadas sementes armazenadas por seis meses, em freezer a -10 °C, provenientes de plantas matrizes mantidas no Campo Experimental da Caatinga, na Embrapa Semiárido (CPATSA).

Osmocondicionamento e parâmetros germinativos

Para o osmocondicionamento foi utilizada solução de polietilenoglicol (PEG 6000) a -1,0 MPa. As sementes foram imersas na solução de PEG, mantidas sob aeração contínua forçada com bomba de aquário, durante os períodos de dois, três e quatro dias de condicionamento. Após cada período as sementes foram lavadas com água destilada e divididas em dois lotes: no primeiro, as sementes foram imediatamente colocadas para germinar em placas de petri com duas folhas de papel germitest e acondicionadas em câmara de germinação a 25 °C e fotoperíodo de 12 horas; no segundo, as sementes foram secas a temperatura ambiente por 4 horas sendo em seguida colocadas para germinar nas mesmas condições do primeiro lote.

Para avaliação dos parâmetros germinativos, adotou-se a metodologia descrita por Santana & Ranal (2004). Durante um período de sete dias foram realizadas avaliações diárias do número de sementes que haviam emitido radícula, para análise das variáveis germinativas: percentagem de germinação (G%), tempo médio de germinação (Tm), índice de velocidade de germinação (IVG), velocidade média de germinação (Vm) e coeficiente de uniformidade (CUG).

Osmocondicionamento e crescimento inicial

Após a definição do melhor período de osmocondicionamento, de acordo com os parâmetros germinativos, um novo grupo de sementes foi osmocondicionado nas mesmas condições descritas anteriormente e semeado em tubetes plásticos com 25 cm de altura e 5 cm de diâmetro superior, preenchidos com terra vegetal adubada com superfosfato simples (18% de P₂O₅), na proporção de 1 litro por m³ de substrato. Após a semeadura os tubetes foram mantidos em casa de vegetação com 70% de passagem de luz e irrigados diariamente, utilizando-se o mesmo volume para cada tubete e para cada período de crescimento. O consumo diário de água para cada tubete foi determinado previamente, utilizando-se três tubetes com as mesmas dimensões e com uma planta cada, quantificando-se o volume de água necessário para repor a água evapotranspirada aos 7 e 28 dias de cultivo. Por diferença, foi determinada a água evapotranspirada no período de 24 horas. Essa determinação foi repetida por três dias consecutivos, obtendo-se a média. Sementes não osmocondicionadas e do mesmo lote foram cultivadas nas mesmas condições experimentais e no mesmo

delineamento, sendo utilizadas como controle. Após 42 dias do plantio foi avaliado o comprimento, o peso fresco e o peso seco da parte aérea e das raízes a área foliar das plantas e os teores de clorofila “a”, clorofila “b” e de carotenóides totais nas folhas.

Análises bioquímicas

Para quantificação do teor de clorofilas e dos carotenóides foi utilizado o método descrito por Zaicoviski *et al.* (2008) adaptado de Lichtenthaler (1987). O extrato foi preparado a partir de 0,40g de folhas frescas maceradas com 5,0mL de acetona 80% e centrifugação a 3.500 rpm por 15 minutos, coletando-se o sobrenadante para posterior leitura das absorbâncias, utilizando-se espectrofotômetro Uv-Vis (Analyser 850M). Os teores de clorofila e carotenóides das amostras analisadas foram determinados com base nas relações descritas por Whitham *et al.* (1971):

$$\text{Chla} = [(12,25 * \text{Abs663}) - (2,79 * \text{Abs647})] * [V / (1000 * \text{MF})]$$

$$\text{Chlb} = [(21,50 * \text{Abs647}) - (5,10 * \text{Abs663})] * [V / (1000 * \text{MF})]$$

$$\text{Car} = [((1000 * \text{Abs480}) - (1,82 * \text{Chla}) - (85,02 * \text{Chlb})) / 198] * [V / (1000 * \text{MF})]$$

Onde: Chla, Chlb e Car são, respectivamente, os teores de clorofila “a”, “b” e carotenóides totais; Abs 663, Abs 647 e Abs 480 as absorbâncias no comprimento de 663 nm, 645 nm e 480 nm; V corresponde ao volume utilizado (mL) e MF a massa fresca (g).

Delineamento e análise estatística

Para análise do efeito do osmocondicionamento sobre os parâmetros germinativos foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo cada repetição constituída de uma placa com 25 sementes. Para análise do crescimento inicial de plantas adotou-se o delineamento experimental blocos casualizados com oito repetições de 26 tubetes por parcela. Para as análises bioquímicas adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições e seis plantas por parcela. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo Teste t e Teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro, utilizando o Programa Estatístico SISVAR (Ferreira 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O osmocondicionamento promoveu efeito significativo sobre a porcentagem de germinação, com redução de aproximadamente 12% em sementes osmocondicionadas durante três e quatro dias e semeadas ainda frescas e de 21% quando as sementes foram osmocondicionadas por quatro dias e semeadas após a secagem em relação ao controle (Tab. 1).

O índice de velocidade de germinação, assim como a velocidade média de germinação das sementes de aroeira-do-sertão também sofreram uma diminuição significativa quando as sementes foram osmocondicionadas, para todas as condições testadas (Tab. 1). Já em relação à uniformidade de germinação foi possível observar um efeito significativo dessa técnica quando as sementes de aroeira-do-sertão foram osmocondicionadas por dois dias e semeadas após secagem, promovendo aumento de 120% em relação ao controle e, principalmente, após quatro dias de osmocondicionamento e semeadas após secagem, promovendo aumento de 250% em relação ao controle (Tab. 1) o que levou à escolha deste tratamento para a etapa seguinte, de análise do crescimento inicial das plantas.

Há relatos na literatura de que o osmocondicionamento pode aumentar a porcentagem e a velocidade de germinação de sementes. Sune *et al.* (2002a) observaram um incremento significativo na porcentagem final e na velocidade de germinação de sementes de *Adesmia latifolia* (Leguminosae). Do mesmo modo, a taxa de germinação de sementes de *Physalis angulata* foi maior em sementes osmocondicionadas em relação às não osmocondicionadas (Souza *et al.* 2011). Biruel *et al.* (2007), trabalhando com amendoim do campo (*Pterogine nitens*), uma espécie arbórea heliófita, verificaram que o condicionamento osmótico não influenciou a porcentagem e a velocidade de germinação, atribuindo essas respostas às características inerentes à própria espécie, colocando-a como insensível ao pré-condicionamento.

A resposta diferencial ao condicionamento osmótico em espécies diferentes também foi observado por Caproni *et al.* (1993), avaliando a influência do osmocondicionamento sobre a germinação de duas espécies de *Eucalyptus*, verificando que *Eucalyptus grandis* apresentou um aumento na porcentagem e velocidade de germinação,

Tabela 1. Porcentagem de germinação (G), tempo médio de germinação (Tm), velocidade média de germinação (Vm), índice de velocidade de germinação (IVG) e coeficiente de uniformidade de germinação (CUG) de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Alemão não osmocondicionadas (controle) e osmocondicionadas por dois, três e quatro dias, semeadas imediatamente após a retirada da solução (semente fresca - SF) e após secagem (semente seca - SS).

	Controle	2 dias		3 dias		4 dias		CV
		SF	SS	SF	SS	SF	SS	
G (%)	60,0a	54,0a	58,0a	47,5b	54,0a	48,0b	39,0b	15,0
Tm (dias)	2,05a	2,62a	2,46a	2,28a	2,57a	2,38a	2,42a	9,2
Vm (dias ⁻¹)	0,49a	0,39b	0,41b	0,44b	0,39b	0,42b	0,42b	8,5
IVG (sem.dia ⁻¹)	7,71a	6,17b	5,69b	5,73b	5,29b	4,80b	4,30b	75,4
CUG (dias ⁻²)	0,32b	0,32b	0,71a	0,54b	0,33b	0,62b	1,13a	42,1

CV, Coeficiente de variação.

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Scott Knott a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 2. Comprimento, peso fresco e seco da parte aérea e da raiz, número de folhas e área foliar de *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allemão após 42 dias de cultivo em casa de vegetação, obtidas a partir de sementes não osmocondicionadas e osmocondicionadas.

	Sementes não osmocondicionadas	Sementes osmocondicionadas	CV
Comprimento da parte aérea (cm)	4,60	4,67	12,8
Número de folhas	4,46	4,58	9,9
Peso fresco da parte aérea (g)	0,19	0,19	21,1
Peso seco da parte aérea (g)	0,04	0,05	25,0
Área foliar (cm ²)	39,85	50,30*	19,9
Comprimento da raiz (cm)	18,40	18,06	5,9
Peso fresco da raiz (g)	0,05	0,06	29,5
Peso seco da raiz (g)	0,02	0,02	34,4

*significativo pelo teste t, a 5% de probabilidade de erro. CV, coeficiente de variação.

mas *Eucalyptus citriodora* foi indiferente ao condicionamento, resultados diferentes do observado nesse trabalho, onde se verificou decréscimo nas taxas de germinabilidade de sementes osmocondicionadas de aroeira-do-sertão. Entretanto, as respostas obtidas para aroeira-do-sertão podem estar diretamente relacionadas à baixa qualidade do lote de sementes utilizado, que atingiu apenas 60% de germinação no tratamento controle. As respostas ao osmocondicionamento variam em função da espécie, do vigor e da qualidade do lote das sementes e do período de embebição das mesmas na solução osmótica (Fessel *et al.* 2002, Oliveira & Filho 2011).

Para Marcos Filho (2005), o condicionamento osmótico permite maior uniformidade e velocidade de emergência de plântulas, em virtude do acúmulo de solutos, por conta do início do metabolismo da semente, resultando em maior turgescência na reidratação, o que implica em menor tempo para a protrusão da raiz primária. Durante o condicionamento osmótico ocorre a ativação da síntese de algumas enzimas de mobilização de reservas e, assim, quando ocorre a remoção do obstáculo à absorção de água desencadeia um rápido crescimento do embrião (Khan 1992).

Para a emergência verificou-se que, em números absolutos, as plântulas provenientes de sementes osmocondicionadas emergiram de forma mais rápida e uniforme, e em maior número que as oriundas das sementes não osmocondicionadas, com 19,7% de emergência após sete dias de cultivo, contra apenas 14,8% das sementes não osmocondicionadas.

Para o crescimento inicial das plantas, após 42 dias de cultivo, não se verificou diferenças significativas nos resultados relativos à parte aérea e raiz, o que demonstra que a produção de biomassa radicular e da parte aérea das plântulas não foi diretamente influenciada pelos tratamentos das sementes, diferentemente dos resulta-

dos obtidos por Trigo *et al.* (1999) e Srinivasan *et al.* (1999), que obtiveram incrementos no comprimento da raiz primária em cebola (*Allium cepa* L.) e mostarda (*Brassica campestris* L.) respectivamente, com o osmocondicionamento das sementes; entretanto, os resultados encontrados no presente trabalho corroboram os obtidos por Santos *et al.* (2008) onde verificaram que o condicionamento osmótico reduz o tempo entre a semente e a emergência das plântulas, uniformizando a velocidade de emergência, não influenciando no desenvolvimento das plantas ao longo do seu período de cultivo.

Apesar do osmocondicionamento não ter influenciado o crescimento de raízes e parte aérea, verificou-se maior expansão foliar nas plantas de aroeira-do-sertão provenientes de sementes osmocondicionadas, diferindo estatisticamente dos resultados obtidos a partir de sementes não osmocondicionadas (Tab. 2). Essa resposta sugere que as plantas alocaram mais fitomassa em resposta ao déficit hídrico imposto pelo osmocondicionamento durante a embebição das sementes. Além da expansão foliar, o osmocondicionamento promoveu um decréscimo nos teores das clorofilas “a” e “b” nas plantas de aroeira-do-sertão, não afetando o teor de carotenóides, o que indica uma adaptação bioquímica da planta em resposta ao condicionamento osmótico (Tab. 3).

Durante o período de déficit hídrico, promovido pelo osmocondicionamento, há diminuição do conteúdo de metabólitos, decorrente da exposição das sementes a possíveis agentes de degradação oxidativa que provocam danos no seu metabolismo (Loggini *et al.* 1999, Mittler 2002, Luís 2009). Segundo Streit *et al.* (2005), as clorofilas são pigmentos instáveis e sua concentração é influenciada por fatores como déficit hídrico, intensidade luminosa e variação de temperatura, fatores que juntos ou isolados podem afetar a integridade das moléculas. Beltrano *et al.* (2006) também verificaram uma dimi-

Tabela 3. Teor de clorofila “a”, clorofila “b” e carotenóides totais de *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allemão após 42 dias de cultivo em casa de vegetação, obtidas a partir de sementes não osmocondicionadas e osmocondicionadas.

	Sementes não osmocondicionadas	Sementes osmocondicionadas	CV (%)
Teor de clorofila “a” (mg g ⁻¹)	0,27*	0,16	21,9
Teor de clorofila “b” (mg g ⁻¹)	0,06*	0,04	20,1
Carotenóides totais (mg g ⁻¹)	0,08	0,05	19,1

* significativo pelo teste t, a 5% de probabilidade de erro. CV, Coeficiente de variação.

nuição significativa no teor da clorofila “a” em *Triticum aestivum* submetido ao estresse hídrico, relacionando essa redução à ação dos agentes de degradação oxidativa. Já Luís (2009) ao avaliar as respostas de *Jatropha curcas* ao déficit hídrico, verificou um aumento significativo na concentração de clorofilas “a” e “b”.

CONCLUSÃO

O condicionamento osmótico realizado não foi eficiente para aumentar a germinabilidade das sementes de aroeira-do-sertão. O tratamento promoveu um aumento na uniformidade de germinação, na área foliar das plântulas e uma redução dos teores de clorofilas “a” e “b” em suas folhas.

REFERÊNCIAS

- BELTRANO, J., RONCO, M. & ARANGO, M. 2006. Soil drying and rewetting applied at three grain developmental stages affect differentially growth and grain protein deposition in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Brazilian Journal Plant Physiology*, 18(2): 341-350.
- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. 1982. *Physiology and biochemistry of seeds in relations to germination*. New York: Springer-Verlag. 306 p.
- BIRUEL, R. P., BORBA FILHO, A. B., ARAUJO, E. C. E., FRACCARO, F. O. & PEREZ, S. C. J. G. A. 2007. Efeitos do condicionamento seguido ou não de secagem em sementes de *Pterogyne nitens* tul. sob estresse. *Ciência Florestal*, 17(2): 119-128.
- CAPRONI, A.L., VIEIRA, J.D. & DAVIDE, A.C. 1993. Germinação de sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maden e *Eucalyptus citriodora* Hook., em dois tamanhos, submetidos a diferentes potenciais osmóticos. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., 1993. Curitiba. Anais... Curitiba: SBS/SBEF. p. 289-291.
- COSTA, C. J. & VILLELA, F. A. 2006. Osmotic conditioning of beet seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, 28(1): 21-29.
- DORNELLES, M. C., RANAL, M. A. & SANTANA, D. G. 2005. Germinação de diásporos recém-colhidos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) ocorrente no cerrado do Brasil Central. *Revista Brasileira de Botânica*, 28(2): 399-408.
- FERREIRA, D. F. 2000. SISVAR Sistema para análise de variância. Lavras: Universidade Federal de Lavras (Departamento de Ciências Exatas - DEX). 1 (CD-ROM).
- FESSEL, S. A., VIEIRA, R. D. & RODRIGUES, T. J. D. 2002. Germinação de sementes de alfaca submetidas a condicionamento osmótico durante o armazenamento. *Scientia Agricola*, 59(1): 73-77.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Lista oficial das espécies da flora ameaçadas de extinção*. Diário Oficial. Portaria 006/92-N de 15 de janeiro de 1992. Disponível em <<http://www.ibama.gov.br/flora/extincao.htm>> Acesso em 23/07/2006.
- KHAN, A. A. 1992. Preplant physiological seed conditioning. *Horticultural Review*, 13: 131-181.
- LICHTENTHALER, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods Enzymology*, 148: 350-385.
- LIMA, M. G. S., LOPES, N. F. BACARIN, M. A. & MENDES, C. R. 2004. Efeito do estresse salino sobre a concentração de pigmentos e prolina em folhas de arroz. *Bragantia*, 63(3): 335-340.
- LOGGINI, B., SCARTAZZA, A., BRUGNOLI, E. & NAVARILZZO, F. 1999. Antioxidative defense system, pigment composition, and photosynthetic efficiency in two wheat cultivars subjected to drought. *Plant Physiology*, 119: 1091-1099.
- LORENZI, H. 2002. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil*. v. 2. 2.ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 384 p.
- LUÍS, R. M. F. C. B. 2009. *Resposta de Jatropha curcas L. ao déficit hídrico: caracterização bioquímica e ecofisiológica*. 2009. 62f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrônoma) – Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, Portugal.
- MARCOS FILHO, J. 2005. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ. 495 p.
- MITTLER, R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends Plant Science*, 7(9): 405-410.
- MORAES, J. P. S. 2006. *Estudos sobre a propagação in vitro da aroeira (Myracrodruon urundeuva Fr. Allemão)*. 116f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) – UFC, Fortaleza, Ceará, 2006.
- OLIVEIRA, A. B. & FILHO, E. G. 2011. Estabelecimento de plântulas de sorgo oriundas de sementes osmocondicionadas de diferentes qualidades fisiológicas. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 6(2): 223-229.
- PACHECO, M. V., MATOS, V. P., FERREIRA, R. L. C., FELICIANO, A. L. P. & PINTO, K. M. S. 2006. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). *Revista Árvore*, 30(3): 359-367.
- PEREIRA, M. D., DIAS, D. C. F. S., DIAS, L. A. S. & ARAUJO, E. F. 2008. Germination and vigor of carrot seeds primed in moistened paper and aerated solution. *Revista Brasileira de Sementes*, 30(2): 137-145.
- ROBRIGUES, A. P. A. C., LAURA, V. A., CHERMOUTH, K. S. & GADUM, J. 2009. Osmocondicionamento de sementes de salsa (*Petroselinum sativum* Hoffm.) em diferentes potenciais hídricos. *Ciência e agro-tecnologia*, 33(5): 1288-1294.
- SANTANA, D. G. & RANAL, M. A. 2004. *Análise da germinação: um enfoque estatístico*. Brasília: UnB. 248 p.
- SANTOS, M. C. A., AROUCHA, E. M. M., SOUZA, M. S., SILVA, R. F. & SOUSA, P. A. 2008. Condicionamento osmótico de sementes – Revisão de literatura. *Revista Caatinga*, 21(2): 01-06.
- SILVA, L. M. M., RODRIGUES, T. J. D. & AGUIAR, I. B. 2002. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). *Revista Árvore*, 26: 691-697.
- SMIRNOFF, N. 1995. Metabolic flexibility in relation to the environment. In: SMIRNOFF, N. (Ed.). *Environment and plant metabolism: flexibility and acclimation*. Oxford: Bios Scientific Publishers. p. 1-13.
- SOUZA, M. O., PELACANI, C. R. & SOUZA, C. L. M. 2011. Germinação de sementes osmocondicionadas e não osmocondicionadas e crescimento inicial de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) em ambientes salinos. *Acta Botanica Brasileira*, 25(1):105-112.
- SRINIVASAN, K., SAXENA, S. & SINGH, B.B. 1999. Osmo- and hydropriming of mustard seeds to improve vigour and some biochemical activities. *Seed Science and Technology*, 27(2): 785-793.
- STREITH, N. M., CANTERLE, L. P., CANTO, M. W. & HECKTHEUER, L. H. H. 2005. The Chlorophylls. *Ciência Rural*, 35(3): 748-755.
- SUNE, A. D., FRANKE, L. B. & SAMPAIO, T. G. 2002a. Efeito do condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de sementes de *Adesmia latifolia* (Spreng) Vog. *Revista brasileira de sementes*, 24(1): 18-23.
- SUNE, A. D., FRANKE, L. B. & SAMPAIO, T. G. 2002b. Conservação e armazenamento de sementes osmocondicionadas de *Adesmia latifolia* (Spreng.) DC. *Revista Científica Rural*, 7(2): 2.
- TEÓFILO, E. M., SILVA, S. O., BEZERRA, A. M. E., FILHO, S. M., SILVA & F. D. B. 2004. Qualidade fisiológica de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* ALLEMÃO) em função do tipo de embalagem, ambiente e tempo de armazenamento. *Revista Ciência Agrônoma*, 35(2): 371-376.
- TRIGO, M. F. O. O., NEDEL, J. L., LOPES, N. F. & TRIGO, L. F. N. 1999. Osmocondicionamento de sementes de cebola (*Allium cepa* L.) com soluções aeradas de polietileno glicol. *Revista Brasileira de Sementes*, 21(1): 145-150.
- WHITHAM, F. H., BLAYDES, D. F. & DEVLIN, R. N. 1971. *Experiments in plant physiology*. New York: D. van Nostrame Company. p. 55-88.
- ZAICOVSKI, C. B., PEGORARO, C., FERRAREZZE, J. P., CERO, J. D., LUND, D. G. & ROMBALDI, C. V. 2008. Effects of mechanical injury, temperature decreasing, and 1-MCP on the post-harvest metabolism of Legacy broccoli. *Ciência e Tecnologia & Alimentos*, 28(4): 840-845.