

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

TECNOLOGIA DE SEMENTES DE *Crataeva tapia* L.

Evio Alves Galindo

Areia - PB
2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Evio Alves Galindo

TECNOLOGIA DE SEMENTES DE *Crataeva tapia* L.

TECNOLOGIA DE SEMENTES DE *Crataeva tapia* L.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, da Universidade Federal da Paraíba como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de concentração em Produção e Tecnologia de Sementes.

Comitê de Orientação:

Prof^a. Dr^a. Edna Ursulino Alves

Prof^a. Dr^a. Riselane de Lucena Alcântara Bruno

*Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, campus II, Areia – PB.
Bibliotecária: Elisabete Sirino da Silva CRB-4/905*

G158t Galindo, Evio Alves.

**Tecnologia de sementes de *Crataevetapia L.* / Enio Alves
Galindo - Areia: UFPB/CCA, 2010.**

92f. : il.

*Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro
de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba,
Areia, 2010.*

Bibliografia.

Orientador: Edna Ursulino Alves

Evio Alves Galindo

TECNOLOGIA DE SEMENTES DE *Crataeva tapia* L.

Dissertação submetida a Comissão Examinadora em: 25/02/2010

Comissão Examinadora

Prof^ª. Dr^ª. Edna Ursulino Alves
Orientadora - CCA/UFPB

Prof^ª. Dr^ª. Riselane de Lucena Alcântara Bruno
Co-orientadora - CCA/UFPB

Prof^ª. Dr^ª. Valderez Pontes Matos
Examinadora - UFRPE

Prof. Dr. Jeandson Silva Viana
Examinador – UAG - UFRPE

**"Eis um teste para saber se você terminou sua missão na Terra: se você está vivo,
não terminou" (Richard Bach).**

Aos meus pais,
Genivaldo Galindo e Maria Adeilda,

Dedico este trabalho

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo poder e sabedoria de ter me confiado a difícil tarefa de obter o título de Mestre em Agronomia.

Ao Programa de Pós-Graduação em agronomia da Universidade Federal da Paraíba, por me proporcionar o título de Mestre em Agronomia.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão de bolsa de mestrado.

A toda minha família, meus pais Genivaldo e Adeilda e irmãos Enio e Ecia, que contribuíram juntos, me incentivando e não deixando desistir nos momentos mais complicados durante essa caminhada.

Aos meus sobrinhos, Eduardo, Bruna, Bianca e Mateus pelas alegrias que eles me trazem quando estamos juntos.

A minha namorada Rafaella Roldão pelo amor, carinho, dedicação e paciência em esperar essa fase passar.

A Professora Dra. Edna Ursulino Alves, pela orientação concedida neste trabalho, apoio, dedicação, muita paciência e, por ser uma precursora da pesquisa científica na minha vida,, contribuindo muito para minha formação acadêmica, como também pelos momentos de apoio e ajuda espiritual.

A todos aqueles que compõem o Laboratório de Análise de sementes (professores, alunos de mestrado, alunos de PIBIC, estagiários e funcionários).

Aos demais professores, pela orientação acadêmica e ensinamentos transmitidos durante o curso.

Aos amigos: Enio Freitas, Kleber Saturnino, Fabrício, Edna, Lucicléia, Luis, Arnaldo, Leandra, Edson, Severino, Cosmo, Joel, Everaldo, Adeilson, Petronio, Tony, Chicão, Wiara, Paulo Alexandre, Cibele, Edilma Pereira, Jeandson Viana, Gilberto, Leonardo, Fabiano, Perla, Sueli, Kelina e Roberta e todos aqueles que não foram citados, mas que serão eternamente lembrados.

O meu muito obrigado!

**“Aquele que procura um amigo sem defeitos termina sem amigos”
(Provérbio Turco)**

BIOGRAFIA

Evio Alves Galindo, filho de Genivaldo Galindo Gomes e Maria Adeilda Alves Galindo, nasceu em Garanhuns, em 28 de fevereiro de 1985.

Em 2000 graduou-se em Agronomia, pela Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciência Agrárias, Areia - PB.

Em 2008 ingressou no Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências Agrárias, em Areia - PB, sob a orientação da professora doutora Edna Ursulino Alves, defendendo a dissertação em 25 de fevereiro de 2010.

SUMÁRIO

Lista de Tabelas.....	xii
Lista de Figuras	xiii
Resumo.....	1
Abstract.....	2

Capítulo I - Considerações Gerais

1 Introdução.....	4
2 Revisão de Literatura.....	6
3 Referências Bibliográficas.....	17

Capítulo II

Germinação e vigor de sementes de *Crataeva tapia* L. em diferentes temperaturas e regimes de luz

Resumo.....	30
Abstract.....	31
1 Introdução.....	32
2 Material e Métodos.....	35
3 Resultados e Discussão.....	38
4 Conclusões.....	43
5 Referências Bibliográficas.....	44

Capítulo III

Germinação e vigor de sementes de *Crataeva tapia* L. submetidas ao estresse hídrico sob diferentes temperaturas

Resumo.....	50
Abstract.....	51
1 Introdução.....	52
2 Material e Métodos.....	55
3 Resultados e Discussão.....	58
4 Conclusões.....	65
5 Referências Bibliográficas.....	66

Capítulo IV

Estresse salino e temperaturas na germinação e vigor de sementes de *Crataeva tapia* L.

Resumo.....	72
Abstract.....	73
1 Introdução.....	74
2 Material e Métodos.....	77
3 Resultados e Discussão.....	80
4 Conclusões.....	86
5 Referências Bibliográficas.....	87

LISTA DE TABELAS

II

Capítulo I

Tabela 1.	Germinação (%) de sementes de <i>Crataeva tapia</i> L. submetidas a diferentes regimes de luz e temperaturas.....	38
Tabela 2.	Primeira contagem de germinação (%) de sementes de <i>Crataeva tapia</i> L. submetidas a diferentes regimes de luz e temperaturas.....	40
Tabela 3.	Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>Crataeva tapia</i> L. submetidas a diferentes regimes de luz e temperaturas.....	40
Tabela 4.	Comprimento de plântulas de <i>Crataeva tapia</i> L. oriundas de sementes submetidas a diferentes regimes de luz e temperaturas.....	41
Tabela 5.	Massa seca de plântulas de <i>Crataeva tapia</i> L. oriundas de sementes submetidas a diferentes regimes de luz e temperaturas.....	42

LISTA DE FIGURAS

Capítulo III

Figura 1. Germinação de sementes de <i>Crataeva tapia</i> L. submetidas a estresse hídrico sob diferentes temperaturas.....	58
Figura 2. Primeira contagem de germinação de sementes de <i>Crataeva tapia</i> L. submetidas a estresse hídrico sob diferentes temperaturas.....	60
Figura 3. Índice de velocidade de germinação de sementes de <i>Crataeva tapia</i> L. submetidas a estresse hídrico sob diferentes temperaturas.....	61
Figura 4. Comprimento de plântulas de <i>Crataeva tapia</i> L. oriundas de sementes submetidas a estresse hídrico sob diferentes temperaturas.....	62
Figura 5. Massa seca de plântulas de <i>Crataeva tapia</i> L. oriundas de sementes submetidas a estresse hídrico sob diferentes temperaturas.....	63

Capítulo IV

Figura 1. Germinação de sementes de <i>Crataeva tapia</i> L. submetidas a estresse salino simulado com NaCl em diferentes temperaturas.....	80
Figura 2. Primeira contagem de germinação de sementes de <i>Crataeva tapia</i> L. submetidas a estresse salino simulado com NaCl em diferentes temperaturas.....	81
Figura 3. Índice de velocidade de germinação de sementes de <i>Crataeva tapia</i> L. submetidas estresse salino simulado com NaCl em diferentes temperaturas.....	83
Figura 4. Comprimento de plântulas de <i>Crataeva tapia</i> L. oriundas de sementes submetidas estresse salino simulado com NaCl em diferentes temperaturas.....	84
Figura 5. Massa seca de plântulas de <i>Crataeva tapia</i> L. oriundas de sementes submetidas estresse salino simulado com NaCl em diferentes temperaturas.....	85

GALINDO, Evio Alves. **Tecnologia de sementes de *Crataeva tapia* L.** 2010. 92f. Universidade Federal da Paraíba, Fevereiro de 2010. Comitê de orientação: Dra. Edna Ursulino Alves e Dra. Riselane de Lucena Alcântara Bruno.

RESUMO

O trapiazeiro (*Crataeva tapia* L.) é uma frutífera não cultivada, cujos frutos são ingeridos apenas como refresco e bebida vinosa, no entanto, são muito apreciados por aves, peixes, primatas e outros animais silvestres; além disso, os frutos, as cascas da árvore e as folhas são considerados de valor medicinal. Diante da importância da espécie foram conduzidas pesquisas no Laboratório de Análise de Sementes (LAS), do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (CCA - UFPB), localizado em Areia - PB, com objetivo de obter informações sobre a germinação e vigor de sementes de *C. tapia* submetidas a estresse hídrico e salino e a diferentes regimes de luz e de temperaturas. No experimento I as sementes da referida espécie foram submetidas a cinco regimes de luz (branca, verde, vermelha, vermelha-distante e escuro) sob temperaturas de 25, 30 e 35°C constantes e de 20-30°C alternada. No experimento II os tratamentos consistiram de diferentes potenciais osmóticos induzidos por manitol (0,0 - controle; -0,1; -0,3; -0,5; -0,7 e -0,9 MPa) e colocadas para germinar a 25, 30 e 35°C constantes, enquanto no experimento III as sementes de *C. tapia* foram submetidas a diferentes níveis de salinidade (0,0 - controle; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) induzidos por NaCl, nas temperaturas de 25, 30 e 35°C constantes e de 20-30°C alternada. Nos três experimentos foram avaliados: a porcentagem, primeira contagem e índice de velocidade de germinação, bem como o comprimento e massa seca de plântulas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial, cujos dados dos três experimentos foram submetidos à análise de variância, sendo que nos experimentos II e III aplicou-se também análise de regressão polinomial. Com relação à luminosidade sob diferentes temperaturas observou-se que as sementes da espécie estudada germinam em todos os regimes de luz sob as diferentes temperaturas testadas, sendo classificadas como fotoblásticas neutras, no entanto na temperatura alternada de 20-30°C, seguida da temperatura constante de 30°C as sementes expressam melhores resultados de germinação e vigor. As sementes de *C. tapia* são tolerantes ao estresse hídrico e salino induzidos por manitol e NaCl, respectivamente, principalmente na temperatura de 30°C.

Palavras-chave: trapiaí; sementes florestais; fitocromo; potencial osmótico; cloreto de sódio, análise de sementes.

GALINDO, Evio Alves. **Technology in *Crataeva tapia* L. seeds**. 2010. 92f. Universidade Federal da Paraíba, February of 2010. Committee of orientation: Dra. Edna Ursulino Alves e Dra. Riselane de Lucena Alcântara Bruno.

ABSTRACT

The trapiazeiro (*Crataeva tapia* L.) is a fruit not grown, the fruits are eaten only as a soft drink and wine beverage, however, are highly prized by birds, fish, primates and other wildlife, in addition, the fruit peels and tree leaves are considered medicinal value. Given the importance of species were conducted at the Laboratory of Seed Analysis (LSA), in the Center of Agricultural Sciences, Universidade Federal da Paraíba (CCA - UFPB), located in Areia city - PB, were as objective obtain information on the germination and vigor of *C. tapia* seeds submitted the water, salt stress and light conditions, all associated with different temperatures. In the experiment I the seeds of that species were submitted to five light regimes (white, green, red, far-red and dark) under temperatures of 25, 30 and 35°C constant and 20-30°C alternated. In the experiment II the treatments were to different osmotic potentials induced by mannitol (0.0 - control; -0.1; -0.3; -0.5; -0.7 and -0.9 MPa) and putted for germinate at 25, 30 and 35°C constant, while experiment III, the *C. tapia* seeds were submitted different levels of salinity (0.0 - control; 1.5; 3.0; 4.5 and 6.0 dS m⁻¹) induced by NaCl at temperatures of 25, 30 and 35°C constants and 20-30°C alternated. In all three experiments evaluated the percentage, the first count and germination speed index and the length and dry mass of seedlings. The experimental design was entirely randomized, with treatments distributed in a factorial, the data of three experiments were submitted to variance analysis, and in experiments II and III also applied polynomial regression analysis. With respect to light at different temperatures showed that the seeds of the studied species germinated in all light conditions under the different temperatures tested were classified as neutral photoblastic, although the temperature 20-30°C alternated, followed by temperature 30°C constant the seeds express best results of germination and vigor. The *C. tapia* seeds are tolerant to water and salt stress induced by mannitol and NaCl, respectively, mainly in the temperature of 30°C.

Key words: trapiá; forest seeds; phytochrome, osmotic potential; mannitol; sodium chloride; seed analysis.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Crataeva tapia* L. é uma florestal da família Cappariaceae, que vem sendo recomendada para a arborização e recomposição de áreas degradadas, cujos frutos são comestíveis, ingeridos apenas como refresco e bebida vinosa e, a madeira é empregada para obras internas em construção, forros, caixotaria e confecção de canoas (LORENZI, 2002). Além disso, os frutos, cascas e folhas são considerados de valor medicinal, sendo usadas como tônico estomático, antidisentérico, febrífugo e o fruto no combate às infecções do trato respiratório (CRUZ, 1982).

Atualmente tem-se intensificado o interesse na propagação de espécies nativas, tornando-se, portanto, indispensável o conhecimento do comportamento germinativo das sementes destas espécies com a finalidade de sua utilização na restauração de áreas degradadas, assim como para protegê-las da extinção (LABOURIAU, 1983) e para conservação da biodiversidade (CABRAL et al., 2003).

O processo de germinação é afetado por uma série de fatores intrínsecos (longevidade e viabilidade) e extrínsecos, que dizem respeito às condições ambientais (temperatura, umidade, luz, presença e ausência de oxigênio), sendo este conjunto essencial para que o processo se desenvolva normalmente. Dentre os principais fatores ambientais que afetam a germinação, a temperatura e a luz têm se destacado, pois há uma ampla variação nas respostas germinativas, sendo que o requerimento da luz tem sido o critério que permite a distinção das espécies nas várias classificações dos grupos sucessionais.

Quanto às respostas ao regime de luz verifica-se que há sementes em que a luz é necessária para a germinação (fotoblásticas positivas), outras germinam melhor quando há limitação de luz (fotoblásticas negativas), existindo ainda, as indiferentes, que não são sensíveis à luz (LOPES et al., 2005).

As adversidades encontradas no meio também exercem papel fundamental no comportamento germinativo das sementes, sendo que entre os fatores do ambiente, a água tem maior influência no processo de germinação, pois com a absorção de água, por embebição, ocorre a reidratação dos tecidos e, conseqüentemente, a intensificação da respiração e de outras atividades metabólicas, que resultam no fornecimento de energia e nutrientes necessários para retomada do crescimento por parte do eixo embrionário (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000), pois o período inicial de embebição é crítico para a germinação, sendo assim, os potenciais hídricos bastante negativos impedem a absorção

de água, inviabilizando a sequência de eventos do processo germinativo (TORRES et al., 1999).

As sementes também são sensíveis aos efeitos da salinidade e, quando semeadas em soluções salinas, observa-se inicialmente uma diminuição na absorção de água, a redução da porcentagem e velocidade de germinação e o efeito tóxico no embrião (CAMPOS e ASSUNÇÃO, 1990; FERREIRA e REBOUÇAS, 1992). A resistência à salinidade é descrita como a habilidade de evitar que excessivas quantidades de sal provenientes do substrato alcancem o protoplasma e, também, de tolerar os efeitos tóxicos e osmóticos associados ao aumento da concentração de sais (LARCHER, 2000). Segundo Mayer e Poljakoff-Mayber (1989), plantas com baixa tolerância à salinidade nos vários estádios de desenvolvimento, incluindo a germinação, são denominadas glicófitas e as mais tolerantes, halófitas.

Devido a existência de poucos estudos enfocando a germinação de sementes de espécies florestais nativas, este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar os efeitos de regimes de luz, estresse hídrico e salino sob diferentes temperaturas na germinação e vigor de sementes de *Crataeva tapia* L.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Espécie estudada

Crataeva tapia L. é uma espécie da família Cappariaceae, dotada de uma copa arredondada e densa, que ocorre desde Pernambuco até São Paulo e Minas Gerais (Zona da Mata), na mata pluvial Atlântica e no Pantanal Mato-grossense, sendo chamada popularmente de cabaceira, cabeceira, cabaceira-do-pantanal e pau-d'alho, porém é mais conhecida como tapiá, cuja madeira tem sido empregada na construção civil, em forros, caixotaria e confecção de canoas. As flores são apícolas, os frutos são comestíveis e muito apreciados pela fauna, enquanto a árvore possui atributos ornamentais que a recomendam para arborização paisagística, sendo também recomendada para reflorestamentos destinados à recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 2002). Os frutos, cascas e folhas são considerados de valor medicinal, sendo usadas como tônico, estomáquico, antidisentérico, febrífugo e o fruto no combate das infecções do trato respiratório (CRUZ, 1982).

A referida espécie, segundo as listas do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2008) encontra-se vulnerável à extinção.

2.2. Temperatura

Dentre os diversos fatores do ambiente físico, a temperatura tem sido considerada como um dos principais responsáveis tanto pela porcentagem final como pelo índice de velocidade de germinação (IVG), devido ao fato de afetar especialmente a velocidade de absorção de água e a reativação das reações metabólicas, fundamentais aos processos de mobilização de reservas e a retomada de crescimento da radícula (BEWLEY e BLACK, 1994). Neste sentido, segundo os referidos autores, a capacidade germinativa é dependente de limites bem definidos de temperatura, característicos para cada espécie (BEWLEY e BLACK, 1994), de forma que é de interesse ecofisiológico a determinação das temperaturas mínima, ótima e máxima.

A temperatura ótima propicia uma porcentagem de germinação máxima em menor espaço de tempo, enquanto as temperaturas máximas e mínimas são pontos em que as sementes germinam muito pouco (MAYER e POLJAKOFF-MAYBER, 1989).

De maneira geral, temperaturas sub-ótimas reduzem a velocidade de germinação, resultando em alteração da uniformidade de emergência, provavelmente em razão do aumento do tempo de exposição ao ataque de patógenos; por outro lado, temperaturas supra-ótimas aumentam a velocidade de germinação, embora somente as sementes mais vigorosas consigam germinar (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

A relação entre germinação e temperatura está frequentemente associada às temperaturas a que as plantas ficam expostas durante a fase de crescimento (BASKIN e BASKIN, 1988; 1992; TEKETAY, 1998; VILLALOBOS e PELÁEZ, 2001). A temperatura influencia a velocidade e a porcentagem de germinação, especialmente por alterar a velocidade de absorção de água, modificar a velocidade das reações químicas que irão mobilizar ou degradar as reservas armazenadas, interferir na síntese de várias substâncias para o crescimento das plântulas (BEWLEY e BLACK, 1994), ou provocar alterações na membrana plasmática (THOMPSON, 1974; HENDRICKS e TAYLORSON, 1976).

A temperatura ótima para a germinação varia de acordo com as espécies, sendo esta definida geneticamente e, também, em função das condições fisiológicas das sementes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). A temperatura ótima para as sementes da maioria das espécies está situada entre 15 e 30°C, a máxima varia entre 30 e 40°C, podendo a mínima aproximar-se do ponto de congelamento (COPELAND e McDONALD, 1995). Para Borges e Rena (1993) a faixa ótima de temperatura para germinação de sementes de espécies de regiões tropicais está entre 20 e 30°C.

Assim, o grau de exigência das sementes em relação a temperatura pode variar de acordo com a espécie, como observado por Swagel et al. (1997) para sementes de *Ficus aurea* Nutt., em que a faixa de temperatura para a germinação situou-se entre 15 e 35°C, com temperatura ótima entre 25 e 30°C. Porém, acima de 35°C não ocorreu germinação. Para sementes de *Pterogyne nitens* Tul., Nassif e Perez (2000) constataram limite mínimo de temperatura entre 12 e 15°C, máximo entre 39 e 42°C e faixa ótima de germinação entre 18 e 30°C. A faixa ótima de temperatura para sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson foi de 25 a 35°C, enquanto a temperatura alternada de 20-30°C não foi favorável à germinação (MACHADO et al., 2002). Já temperatura ótima para germinação de sementes de *Cecropia glaziovi* Snethlage foi de 30°C (GODOI e TAKAKI, 2005).

As temperaturas constantes de 25 ou 30°C, independentemente do regime de luz (escuro constante, fotoperíodo de 8h luz e 16h escuro e luz constante) promoveram maior velocidade de germinação e reduziram o tempo médio de germinação das sementes de *Copaifera langsdorfii* Desf (GUERRA et al., 2006). Para *Calophyllum brasiliensis* Camb.

as temperaturas ótimas para a germinação de suas sementes situaram-se na faixa de 25 a 30°C constante e 20-30°C alternada (FERREIRA et al., 2007). A faixa temperatura entre 20 e 25°C foi a mais adequada para a germinação das sementes de *Erythrina verna* Vell., independentemente do fator luz (DEMUNER et al., 2008).

A temperatura mínima, a faixa de temperatura ideal e a temperatura máxima para germinação de sementes de *Erythroxyllum ligustrinum* DC. foram entre 10 e 15°C, 25 e 30°C e 40 e 45°C, respectivamente (SILVA et al., 2008). Para sementes de *Poecilanthus parviflorus* Benth. Valadares e Paula (2008) recomendaram as temperaturas de 25 ou 30°C constantes ou 25-35°C alternada.

O teste de germinação para as sementes de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan deve ser conduzido na temperatura de 25°C (MONDO et al., 2008). A faixa ótima de temperatura para germinação de sementes de *Casearia sylvestris* Swartz procedentes de Itirapina-SP e Ibiporã-PR situou-se entre 27 e 30°C (IMATOMI et al., 2009), enquanto a germinação das sementes de *Campomanesia adamantium* Camb. não foi influenciada pelas temperaturas de 20-30, 18 e 30°C (SCALON et al., 2009).

A faixa ótima de temperatura para a germinação das sementes de *Erythrina variegata* L., com base na velocidade e no tempo médio de germinação, situou-se entre 32 e 34°C e, com base na porcentagem de germinação, a temperatura ótima foi de 34°C (MATHEUS e LOPES, 2009).

Luz

Embora a luz não seja considerada um fator imprescindível para que o processo germinativo se realize em sementes não dormentes, a sua presença pode contribuir para atenuar problemas causados pelo baixo potencial de água do solo e os efeitos de temperaturas superiores a ótima (MARCOS FILHO, 2005). A sensibilidade das sementes a luz é bastante variável de acordo com a espécie, havendo sementes cuja germinação é influenciada positiva ou negativamente e aquelas indiferentes (BORGES e RENA, 1993). Ainda segundo os mesmos autores, a ativação das sementes pela luz está ligada a um sistema de pigmentos denominado fitocromo, que se encontra em todas as plantas superiores, que ao absorver luz num determinado comprimento de onda, muda de estrutura bioquímica e permite, ou não, a resposta fotomorfogenética. Taiz e Zeiger (2009) relataram que aparentemente, o fitocromo está sempre associado ao funcionamento das membranas biológicas, regulando, provavelmente, sua permeabilidade

e controlando dessa maneira, o fluxo de inúmeras substâncias dentro das células e entre elas.

O fitocromo é o pigmento receptor responsável pela captação de sinais luminosos que podem ou não desencadear a germinação das sementes, de modo que a ação desse pigmento depende do tipo de radiação incidente, pois luz com alta relação vermelho/vermelho-extremo (V/VE) pode induzi-lo a assumir a forma ativa (FVe), promovendo a germinação de sementes fotossensíveis, enquanto luz com baixa relação V/VE pode levá-lo a assumir a forma inativa (FV), impedido a germinação (VIDAVER, 1980; BRYANT, 1985; VÁZQUEZ-YANES e OROZCO-SEGOVIA, 1990).

A sensibilidade da semente ao efeito da luz varia de acordo com a qualidade, a intensidade luminosa e tempo de irradiação, bem como com o período e temperatura de embebição (TOOLE, 1973; LABOURIAU, 1983). Nesse sentido, Oliveira et al. (2003) observaram que a temperatura de 20-30°C, em condição de luz alternada promoveu maior germinação de sementes armazenadas de *Senna multijuga* (Rich.) Irwin et Barn., enquanto para as sementes dormentes a germinação foi favorecida tanto pela luz contínua como a alternada e não houve efeito diferenciado na utilização das temperaturas de 25 ou 20-30°C. Para *Aspidosperma polyneuron* M. Arg. Sakita et al. (2007) constataram maior porcentagem de germinação sob luz vermelha, à temperatura de 20°C.

As sementes, de acordo com sua resposta à presença de luz são classificadas em fotoblásticas positivas, beneficiadas pela luz, fotoblásticas negativas, prejudicadas e, fotoblásticas neutras ou não fotoblásticas (MAYER e POLJAKOFF-MAYBER, 1989; VÁZQUEZ-YANES e OROZCO-SEGOVIA, 1993). A sensibilidade das sementes à luz e à temperatura está associada ao grupo ecológico ao qual a espécie pertence. São vários os critérios utilizados para separar as espécies florestais tropicais em grupos ecológicos (KAGEYAMA e VIANA, 1991). As sementes das espécies do grupo das pioneiras germinam em condições de alta iluminação, com valores elevados do quociente vermelho/vermelho-extremo e/ou altas temperaturas (VÁZQUEZ-YANES e SMITH, 1982); o grupo das espécies secundárias ou de clareiras pequenas, tem condições de germinar à sombra da mata, muitas vezes formando banco de plântulas sob o dossel florestal e, as espécies do grupo clímax germinam, crescem e se desenvolvem à sombra do dossel, não necessitando de clareiras antes da fase reprodutiva secundária (KAGEYAMA e VIANA, 1991).

As sementes da maioria das plantas cultivadas germinam tanto na presença como na ausência de luz, embora sementes não fotoblásticas possam exigir a presença de luz quando mantidas sob condições ambientais desfavoráveis (VILLIERS, 1972; Mayer e

POLJAKOFF-MAYBER, 1989). Em geral, a luz é necessária para a germinação de sementes pequenas (BEWLEY e BLACK, 1994; ROSA e FERREIRA, 2001), cujas espécies estão associadas a ambientes abertos (BASKIN e BASKIN, 1971) ou perturbados (FENNER, 1995).

Para sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. submetidas a diferentes qualidades de luz (escuro, presença das luzes branca, vermelha e vermelha-extrema) Araújo Neto et al. (2002) observaram que o melhor comportamento germinativo ocorreu sob luzes branca e vermelha, enquanto a luz vermelha-extrema e a ausência de luz inibiram a germinação das sementes. A porcentagem de germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. não foi afetada pelos diferentes fotoperíodos testados sob luz branca, mas fotoperíodo igual ou superior a quatro horas favoreceu o desenvolvimento inicial das plântulas, sendo que a germinação não foi afetada pela luz com baixa relação vermelho/vermelho-extremo, mas, na ausência de luz, as sementes germinaram em menores porcentagem e velocidade (ARAÚJO NETO et al., 2003). No entanto, uma pequena estimulação da germinação de sementes de *Jacaranda mimosifolia* (D. Don) pela luz foi observada por Socolowski e Takaki (2004).

As sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl. e *Tabebuia roseo-alba* (Ridl) são indiferentes à luz, com a faixa de temperatura ótima entre 20 e 30°C (SANTOS et al., 2005). A semente de *Guatteria gomeziana* A. St. Hil. comportou-se como uma fotoblástica neutra, uma vez que germinou tanto no escuro quanto em comprimento de ondas vermelho extremo e vermelho, podendo, desta forma, ser sugerido que esta espécie pertença ao grupo sucessional das oportunistas (GONÇALVES et al., 2006).

As temperaturas constantes de 20 e 25°C, combinadas com escuro constante e luz/escuro e, as temperaturas constante de 30°C e alternada de 20-35°C, combinadas com a alternância de luz/escuro foram as condições mais favoráveis à germinação das sementes de *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel (AMARO et al., 2006). As sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (FERRAZ-GRANDE e TAKAKI, 2006), *Guatteria gomeziana* A.St. Hil. (GONÇALVES et al., 2006), *Caesalpinia leiostachya* (Benth.) Ducke (BIRUEL et al., 2007), *Senna siamea* (Lam.) H.S. Irwin e Barneby (DUTRA et al., 2007), *Calophyllum brasiliensis* Camb. (FERREIRA et al., 2007), *Cedrela odorata* L. (PASSOS et al., 2008), *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. var. K-72 (OLIVEIRA, 2008) e cv. Cunningham (OLIVEIRA, 2009) e *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. (REGO et al., 2009) são indiferentes à luz.

A presença de luz beneficiou a formação de plântulas normais de *Heliocarpus popayanensis* L., embora as sementes não sejam fotoblásticas positivas (BRANCALION et al., 2008). Na faixa de 10 a 25°C, as sementes de *Plantago ovata* Forsk. comportaram-se como fotoblásticas neutras, enquanto a 30°C, como fotoblásticas positivas preferenciais (SOUSA et al., 2008). O comportamento das sementes de *Plantago tomentosa* Lam. foi fotoblástico positivo, independente da temperatura testada (15, 20, 25, 30 e 35°C constantes e, 15-25 e 20-30°C alternadas) (DOUSSEAU et al., 2008). As sementes de *Murdannia nudiflora* (L.) Brenans foram classificadas por Ferraresi et al. (2009) como fotoblásticas positivas.

Estresse Hídrico

A germinação de sementes é um processo que requer água e calor, e, dependendo da espécie, são necessários também outros fatores, tais como oxigênio e luz (BEWLEY e BLACK, 1994). Entre os fatores que influenciam o processo germinativo, a água é, sem dúvida, o mais importante, pois quando removida abaixo do limite suportado pela célula pode promover o aumento da concentração dos solutos, a alteração do pH da solução intracelular, a aceleração de reações degenerativas, a desnaturação de proteínas e a perda da integridade das membranas (SUN e LEOPOLD, 1997). Dessa forma, a redução do potencial hídrico do meio influencia a absorção de água pelas sementes, podendo inviabilizar a seqüência de eventos do processo germinativo (BANSAL et al., 1980; MIKUSINSK, 1987) ou atuar diminuindo a velocidade e a porcentagem de germinação das sementes, sendo que, para cada espécie, existe um valor de potencial hídrico abaixo do qual a germinação não ocorre (ADEGBUYI et al., 1981).

A água é o fator iniciante da germinação, de forma que está envolvida direta e indiretamente em todas as etapas do metabolismo germinativo, onde sua participação é decisiva nas reações enzimáticas, na solubilização e transporte de metabólitos, como reagente na digestão hidrolítica de tecidos de reserva da semente; assim, potenciais osmóticos muito negativos retardam e diminuem a porcentagem de germinação (BRADFORD, 1995). Nesse sentido, as mudanças no potencial hídrico externo produz um efeito nas propriedades hidráulicas do tegumento da semente, sendo que, quanto mais baixo for esse potencial, menor será o teor de água no tegumento e, conseqüentemente, a difusibilidade deste para a água, o que retardará a absorção de

água pela semente e o início da atividade enzimática, atrasando o desenvolvimento meristemático e a emergência da radícula (HADAS, 1976).

Entre as diversas soluções usadas para simular condições de estresse hídrico, o polietileno glicol (PEG) e o manitol têm sido, comumente, utilizados como agentes osmóticos porque são compostos quimicamente inertes e não tóxicos, sendo que o polietileno glicol não penetra nas células devido ao seu alto peso molecular (HASEGAWA et al., 1984), enquanto Slavik (1974) considerou que o manitol, um álcool hexanídrico, pode penetrar nas sementes durante a germinação, demonstrando inclusive fitotoxicidade. Opinião semelhante foi relatada por Young e Galston (1983).

O PEG tem sido considerado como o soluto mais adequado pelo fato de possuir elevado peso molecular; não ser tóxico; não penetrar nas células; não ser eletrolítico, o qual é encontrado com peso molecular diferente (4000, 6000, 8000, 12000 e 20000), sendo o 6000 o mais utilizado (PEREZ et al., 2001). Porém, Heydecker e Coolbear (1977) mencionaram que o PEG pode reduzir a disponibilidade de oxigênio e que, muitas vezes, pode ser limitante à germinação.

Alguns trabalhos têm sido conduzidos utilizando soluções com diferentes potenciais osmóticos para umedecer substratos, normalmente papel-toalha, onde as sementes são colocadas para germinar, procurando simular condições de baixa disponibilidade de água no solo (ÁVILA et al., 2007). Esses trabalhos visam simplificar as condições complexas observadas nas avaliações em campo ou em casa-de-vegetação (SANTOS et al., 1992).

As sementes de *Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn. germinaram até o potencial de -0,1 MPa, enquanto que as de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit só tiveram sua germinação reduzida em potencial osmótico de -0,4 MPa de solução de PEG 6000 (BORGES et al., 1997). As sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng) Taubert são resistentes ao estresse hídrico simulado, com limite de tolerância de -1,2 MPa e -1,4 MPa sob 24 e 27°C, respectivamente, tanto com o uso de PEG como de manitol; já para as sementes mantidas a 30°C, o limite máximo de tolerância foi de -1,0 MPa quando se utilizou solução de PEG e -1,2 MPa com o uso de manitol (PEREZ et al., 1998).

Soluções de PEG 6000 com potenciais hídricos entre -0,4 e -0,5 MPa inibiram a germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. (FONSECA e PEREZ, 1999). No entanto, nos estudos de Souza Filho (2000) a germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit ocorreu em potenciais de até -1,2 MPa, embora tenha sido reduzida com o aumento das concentrações das soluções de PEG 6000.

As sementes de *Senna spectabilis* (DC.) Irwin et Barn. variedade *excelsa* (Schrad.) Irwin et Barn. sob estresse hídrico induzido com PEG 6000 expressaram limite máximo de

germinabilidade a -0,7 MPa, não sendo considerado um limite elevado de tolerância, em comparação com outras espécies lenhosas (JELLER e PEREZ, 2001). A porcentagem e velocidade de germinação de sementes de *Peltophorum dubium* Spreng (Taubert) reduziram com o aumento da intensidade do estresse hídrico simulado com soluções de PEG 6000 (BOTELHO e PEREZ, 2001).

O aumento da concentração de polietileno glicol no meio germinativo acarretou decréscimo na porcentagem e na velocidade de germinação das sementes de *Adenantha pavonina* L., em que se constatou que para aquelas colocadas para germinar a 25 e 30°C o limite máximo de tolerância às soluções de PEG foi de -0,4 MPa (FONSECA e PEREZ, 2003).

As sementes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart.) Standl. são sensíveis à deficiência hídrica, pois ocorreu redução acentuada da germinação em potenciais osmóticos menores que -0,4 MPa de PEG 6000 (MARQUES et al., 2004). A tolerância de sementes de *Chorisia speciosa* St. Hil. foi menor sob estresse hídrico simulado com PEG 6000 em relação ao simulado com manitol, sendo que o limite máximo de tolerância à seca situou-se entre -0,6 e -0,7 MPa de PEG 6000, e entre -1,4 e -1,6 MPa de manitol (FANTI e PEREZ, 2004).

A deficiência hídrica simulada por soluções de PEG 6000 afetou negativamente as sementes de *Ateleia glazioviana* Baill, com redução na porcentagem e velocidade de germinação, sendo que os potenciais abaixo de -0,4 MPa foram considerados críticos à germinação (ROSA et al., 2005). Para *Cnidosculus juercifolius* Pax & K. Hoffm o desempenho germinativo das sementes foi afetado somente a partir de -0,5 MPa, enquanto a velocidade de germinação foi reduzida a partir de -0,3 MPa, de forma que o limite de tolerância ao estresse hídrico, simulado com o PEG 6000 foi observado entre -0,7 e -0,9 MPa (SILVA et al., 2005).

A porcentagem de germinação de sementes de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret foi reduzida de 95% para 63 e 53% quando submetidas a soluções de PEG 6000 nos potenciais osmóticos entre -0,9 e -1,2 MPa, respectivamente (BAKKE et al., 2006). As concentrações de PEG 6000, a partir de -0,8 MPa impediram a absorção de água pelas sementes de *Anadenanthera colubrina* (Velloso) Brenan, prejudicando a germinação, enquanto que a velocidade de germinação foi reduzida a partir do potencial -0,6 MPa (REGO et al., 2007).

O potencial osmótico de -0,3 MPa simulado com PEG 6000 inibiu completamente a germinação de sementes de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (BRAGA et al., 2008). A redução na disponibilidade hídrica diminuiu a germinação das sementes e a

formação de plântulas de *Amburana acreana* (Ducke) A. C. Sm., sendo os limites de concentração osmótica para que a germinação ocorresse na faixa de zero a -1,0 MPa e, para formação de plântulas, de zero a -0,4 MPa (BELLO et al., 2008).

Estresse Salino

Estima-se que aproximadamente um terço das terras do planeta seja árida ou semi-árida, sendo que cerca da metade dessa área é afetada pela salinização (SERRATO VALENTI et al., 1991; CAVALCANTE e PEREZ, 1995). No Brasil, essas áreas estão situadas principalmente no semi-árido da região Nordeste (FREIRE, 2000). A baixa precipitação e a alta evaporação nas regiões áridas e semi-áridas são fatores que contribuem para a ocorrência de solos salinos e sódicos, sendo que nessas condições os sais não são lixiviados, acumulando-se no solo e na água em quantidades prejudiciais ao crescimento normal das plantas (FAGERIA e GHEYI, 1997).

A salinização do solo afeta negativamente a germinação, o estande das plantas, o desenvolvimento vegetativo das culturas, a produtividade e, nos casos mais graves, causa a morte das plântulas (SILVA e PRUSKI, 1997). A alta concentração de sais é um fator de estresse para as plantas, pois reduz o potencial osmótico, retendo água, além da ação dos íons sobre o protoplasma, pois a água é osmoticamente retida em solução salina, de forma que o aumento da concentração de sais a torna cada vez menos disponível para as plantas (RIBEIRO et al., 2001). Com o aumento da salinidade, ocorre a diminuição do potencial osmótico do solo, dificultando a absorção de água pelas raízes (AMORIM et al., 2002).

Em solos de regiões tropicais, a água subterrânea é a principal fonte de suprimento hídrico para as espécies florestais e está sujeita à salinização freqüente, causada pela alta força evaporativa do ar, que leva à saída de água da superfície do solo, tornando-a mais salinizada do que nas camadas mais profundas. Sais contendo sódio, cálcio e magnésio são os mais comuns e os elevados níveis de salinização afetam o potencial hídrico do solo, pH e a atividade microbiana (PEREZ e JARDIM, 2005). Em geral, as sementes estão em ambiente mais salinizado do que as plântulas estabelecidas, cujas raízes podem usar a porção menos salinizada do perfil do solo (AGBOOLA, 1998).

As plantas com baixa tolerância à salinidade nos vários estádios de desenvolvimento, incluindo a germinação, são denominadas glicófitas e as mais tolerantes, halófitas, sendo que uma característica importante das halófitas é que suas

sementes permanecem dormentes, sem perda de viabilidade, em altas concentrações salinas, e depois, germinam prontamente quando a concentração de sal é reduzida. (MAYER e POLJAKOFF-MAYBER, 1989). Ungar (1991) também relataram que as plantas tolerantes a elevadas concentrações de sal são classificadas como halófitas, as quais são capazes de acumular uma grande quantidade de Na^+ e Cl^- , sendo que a maioria das glicófitas não germina em meio com concentrações superiores a 1,5% de NaCl (UNGAR, 1978), provavelmente por que nestas plantas, os sais, além do efeito osmótico provocam o efeito tóxico.

Em geral, tanto as plantas halófitas como as glicófitas respondem de maneira semelhante ao estresse salino, ou seja, a porcentagem e a velocidade de germinação são inversamente proporcionais ao aumento da salinidade, variando apenas o limite máximo de tolerância ao sal, sendo que as halófitas altamente tolerantes conseguem germinar em meio com até 8 % de NaCl, enquanto as halófitas pouco tolerantes têm sua germinação inibida em meio com apenas 1 a 2 % de NaCl (UNGAR, 1995).

A resistência à salinidade foi descrita como a habilidade de evitar, por meio de uma regulação salina, que excessivas quantidades de sal provenientes do substrato alcancem o protoplasma e também, de tolerar os efeitos tóxicos e osmóticos associados ao aumento da concentração de sais (LARCHER, 2000). O aumento da concentração de compostos como prolina, polióis e açúcares serve para manter o potencial osmótico da célula compatível com a manutenção da estabilidade de algumas macromoléculas, proporcionando redução na perda de atividade enzimática ou da integridade da membrana, que ocorrem quando existe estresse hídrico ou salino (FREIRE, 2000).

A germinação de sementes de *Prosopis juliflora* (Sw) DC. não foi inibida pela presença de sais até a concentração osmótica de -0,3 MPa; no entanto, a partir de -0,6 MPa de NaCl foi reduzida significativamente (PEREZ e TAMBELINI, 1995). A porcentagem e a velocidade de germinação de sementes de *Bauhinia forficata* Link decresceram à medida que se aumentou a concentração de NaCl, sendo que a 300 mM a germinação foi totalmente inibida (FANTI e PEREZ, 1996).

O limite de tolerância ao estresse salino em sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. foi baixo, cerca de 300-330 mM (CAVALCANTE e PEREZ, 1995). O aumento da salinidade nas soluções de NaCl e CaCl_2 produziu um decréscimo na porcentagem e velocidade de germinação de sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (JELLER e PEREZ, 1997) e *Adenantha pavonina* L., podendo estas espécies ser incluídas na categoria de glicófitas, com moderada tolerância à salinidade (FANTI e PEREZ, 1998).

O aumento da concentração salina no meio germinativo acarretou decréscimo na porcentagem e velocidade de germinação das sementes de *Anadenanthera pavonina* L., sendo que para as sementes incubadas a 25 e 30 °C os limites máximos de tolerância ficaram entre -1,2 e -1,3 MPa, para os sais KCl e CaCl₂, e entre -1,4 e -1,5 MPa, para o sal NaCl (FONSECA e PEREZ, 1999). Os autores acrescentaram ainda que os limites máximos de tolerância das sementes incubadas a 35 °C foram bastante reduzidos.

O estresse salino foi um fator inibidor da germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) Wit, uma vez que reduziu o percentual de germinação bastante com o aumento das concentrações salinas de NaCl; mesmo assim, em concentrações de 300 mM as sementes foram capazes de germinar (SOUZA FILHO, 2000).

A diminuição do potencial osmótico das soluções de NaCl levou a um decréscimo no sincronismo, na velocidade e porcentagem de germinação de sementes de *Senna spectabilis* (DC.) Irwin et Barn. variedade *excelsa* (Schrad.) Irwin et Barn., com germinação totalmente suprimida a -1,6 MPa (JELLER e PEREZ, 2001).

O limite máximo de tolerância (-1,0 e -1,2 MPa) ao estresse salino foi o mesmo para todos os sais avaliados, de forma que a *Chorisia speciosa* St. Hil. pode ser classificada como glicófita, com moderada tolerância aos sais NaCl, KCl e CaCl₂ (FANTI e PEREZ, 2004).

O estresse salino promovido pelo NaCl até o potencial de -0,4 MPa não afetou o processo germinativo de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr. (HENICKA et al., 2006). A espécie *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) foi classificada como glicófita, ou seja, pouco tolerante aos sais NaCl e CaCl₂ (BRAGA et al., 2008).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGBUYI, E.; COOPER, S.R.; DON, R. Osmotic priming of some herbage grass seed using polyethyleneglycol (PEG). **Seed Science and Technology**, Zürich, v.9, n.3, p.867-78, 1981.

AGBOOLA, D.A. Effect of saline solutions and salt stress on seed germination of some tropical forest tree species. **Revista de Biologia Tropical**, San José, v.46, n.4, p.1109-1115, 1998.

AMARO, M.S.; MEDEIROS FILHO, S.; GUIMARÃES, R.M.; TEÓFILO, E.M. Influência da temperatura e regime de luz na germinação de sementes de janaguba (*Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.3, p.450-457, 2006.

AMORIM, J.R.A.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; AZEVEDO, N.C. Efeito da salinidade e modo de aplicação da água de irrigação no crescimento e produção de alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.2, p.167-176, 2002.

ARAÚJO NETO, J.C.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M.; RODRIGUES, T.J.D. Temperaturas cardeais e efeito da luz na germinação de sementes de mutamba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.3, p.460-465, 2002.

ARAÚJO NETO, J.C.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.26, n.2, p.249-256, 2003.

ÁVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; FAGLIARI, J.R.; SANTOS, J.L. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.1, p.98-106, 2007.

BAKKE, I.A.; FREIRE, A.L.O.; BAKKE, O.A.; ANDRADE, A.P.; BRUNO, R.L.A. Water and sodium chloride effects on *Mimosa Tenuiflora* (Willd.) Poiret seed germination. **Caatinga**, Mossoró, v.19, n.3, p.261-267, 2006.

BANSAL, R.P.; BHATI, P.R.; SEN, D.N. Differential specificity in water inhibition of Indian arid zone. **Biologia Plantarum**, Praha, v.22, n.2, p.327-331, 1980.

BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. The possible ecological significance of the light requirement for germination in *Cyperus inflexus*. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, local, v.98, n.1, p.25-33, 1971.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. Germination ecophysiology of herbaceous plant species in a temperate region. **American Journal of Botany**, Baltimore, v.75, n.2, p.286-305, 1988.

BELLO, E.P.B.C.S.; ALBUQUERQUE, M.C.F. GUIMARÃES, S.C.; MENDONÇA, E.A.F. Germinação de sementes de *Amburana acreana* (Ducke) A. C. Sm. submetidas a diferentes condições de temperatura e de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.30, n.3, p.16-24, 2008.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BIRUEL, R.P.; AGUIAR, I.B.; PAULA, R.C. Germinação de sementes de pau-ferro submetidas a diferentes condições de armazenamento, escarificação química, temperatura e luz. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.3, p.134-141, 2007.

BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUEZ, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (ed.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.83-135.

BORGES, E.E.L.; BORGES, R.C.G.; PAULA, N.F. Efeito da temperatura e do estresse hídrico na germinação de sementes de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn. e de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.19, n.2, p.155-158, 1997.

BOTELHO, B.A.; PEREZ, S.C.J.G.A. Estresse hídrico e reguladores de crescimento na germinação de sementes de canafístula. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.1, p.43-49, 2001.

BRADFORD, K.J. Water relations in seed germination. In: KIGEL, J.; GALILI, J. **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. 853p.

BRAGA, M.P.S., CESARO, A.S.; LIMA, G.P.; GONÇALVES, A.A. Germinação de sementes de pinho-cuiabano sob deficiência hídrica com diferentes agentes osmóticos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.36, n.78, p.157-163, 2008.

BRANCALION, P.H.S.; NOVENBRE, A.D.L.C.; RODRIGUES, R.R.; CHAMMA, H.M.C.P. Efeito da luz e de diferentes temperaturas na germinação de sementes de *Heliocarpus popayanensis* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.2, p.225-232, 2008.

BRYANT, J.A. **Fisiologia da semente**. EPU: São Paulo, 1985. 86p.

CABRAL, E.L.; BARBOSA, D.C.A.; SIMABUKURO, E.A. Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.17, n.4, p.609-617, 2003.

CAMPOS, I.S.; ASSUNÇÃO, M.V. Efeitos do cloreto de sódio na germinação e vigor de plântulas de arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.6, p.837-843, 1990

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. FUNEP: Jaboticabal, 2000. 588p.

CAVALCANTE, A.M.B.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos dos estresse hídrico e salino sobre a germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.2, p.281-289, 1995.

COPELAND, L.O.; MAcDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology**. 3.ed. New York: Chapman & Hall, 1995. 409p.

CRUZ, G.L. **Dicionário de plantas úteis do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1982. 600p.

DEMUNER, V.G.; ADAMI, C.; MAURI, J.; DALCOLMO, S.; HEBLING, S.A. Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Erythrina verna* (Leguminosae, Papilionoideae). **Boletim do Museu Biológico Mello Leitão** (Nova Série.), Santa Tereza, n.24, p.101-110, 2008.

DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A.A.; ARANTES, L.O.; OLIVEIRA, D.M.; NERY, F.C. Germinação de sementes de tanchagem (*Plantago tomentosa* Lam.): influência da temperatura, luz e substrato. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.2, p.438-443, 2008.

DUTRA, A.S.; MEDEIROS FILHO, S.; TEÓFILO, E.M.; DINIZ, F.O. Germinação de sementes de *Senna siamea* (Lam.) H.S. Irwin e Barneby - Caesalpinoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.1, p.160-164, 2007.

FAGERIA, N.K.; GHEYI, H.R. Melhoramento genético das culturas e seleção de cultivares. In.: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. (Ed.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, 1997. p.363-383.

FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos de estresse hídrico e salino na germinação de *Bauhinia forficata* Link. **Revista Ceres**, Viçosa, v.43, n.249, p.654-662, 1996.

FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos do estresse hídrico, salino e térmico no processo germinativo de sementes de *Adenanthera pavovina* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.20, n.1, p.167-177, 1998.

FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresse hídrico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.9, p.903-909, 2004.

FENNER, M. Ecology of seed banks In: KIGEL, J.; GALILI, G. (eds.). **Seed development and germination**. New York: Academic Press. 1995. p.507-543.

FERRARESI, D.A.; YAMASHITA, O.M.; CARVALHO, M.A.C. Superação da dormência e qualidade de luz na germinação de sementes de *Murdannia nudiflora* (L.) Brenans. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.31, n.4, p.126-132, 2009.

FERRAZ-GRANDE, F.G.A.; TAKAKI, M. Efeitos da luz, temperatura e estresse de água na germinação de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Caesalpinoideae). **Bragantia**, Campinas, v.65, n.1, p.37-42, 2006.

FERREIRA, L.G.R.; REBOUÇAS, M.A.A. Influência da hidratação/desidratação de sementes de algodão na superação dos efeitos da salinidade na germinação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.4, p.609-615, 1992.

FERREIRA, C.A.R.; FIGLIOLIA, M.B.; ROBERTO, L.P.C. Ecofisiologia da germinação de sementes de *Calophyllum brasiliensis* Camb. **Instituto Florestal Série Registro**, São Paulo, n.31, p.173-178, 2007.

FONSECA, S.C.L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito de sais e da temperatura na germinação de sementes de olho-de-dragão (*Anadenanthera pavonina* L. - Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.21, n.2, p.70-77, 1999.

FONSECA, S.C.L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Ação do polietileno glicol na germinação de sementes de *Adenanthera pavonina* L. e o uso de poliaminas na atenuação do estresse hídrico sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.25, n.1, p.1-6, 2003.

FREIRE, A.L.O. **Fixação do nitrogênio, crescimento e nutrição mineral de leucena sob condições de salinidade**. 2000. 92f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

GODOI, S.; TAKAKI, M. Efeito da temperatura e a participação do fitocromo no controle da germinação de sementes de embaúba. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.27, n.2, p.87-90, 2005.

GONÇALVES, F.G.; GOMES, S.S.; GUILHERME, A.L. Efeito da luz na germinação de sementes de *Guatteria gomeziana* (*Unonopsis lindmanii* R. E. FR.). **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v.4, n.8, 2006.

GUERRA, M.E.C.; MEDEIROS FILHO, S.; TEÓFILO, E.M. Efeito da temperatura e da luz nas sementes de *Copaifera langsdorfii* Desf. **Caatinga**, Mossoró, v.19, n.1, p.39-43, 2006.

HADAS, A. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potential in osmotic solutions. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.27, n.98, p.480-489, 1976.

HASEGAWA, P.M.; BRESSAN, R.A.; HANDA, S.; HANDA, A.K. Cellular mechanisms of tolerance to water stress. **HortScience**, Alexandria, v.19, n.3, p.371-377, 1984.

HENDRICKS, S.B.; TAYLORSON, R.B. Variation in germination and amino acid leakage of seed with temperature related to membrane phase change. **Plant Physiology**, Lancaster, v.58, n.1, p.7-11, 1976.

HENICKA, G.S.; BRAGA, L.F.; SOUSA, M.P.; CARVALHO, M.A.C. Germinação de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel.) J.F. Macbr.: temperatura, fotoblastismo e estresse salino. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.4, n.1, p.37-46, 2006.

HEYDECKER, W.; COOLBEAR, P.S. Seed treatments for improved performance: survey and attempted prognosis. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.5, n.2, p.353-425, 1977.

IBAMA. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçada de extinção**. Portaria n°.37-N de 3 de abril de 1992. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: janeiro 2009.

IMATOMI, M.; PEREZ, S.C.J.G.A.; FERREIRA, A.G. Caracterização e comportamento germinativo de sementes de *Casearia sylvestris* swartz (Salicaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.31, n.2, p.36-47, 2009.

JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito da salinidade e da semeadura em diferentes profundidades na viabilidade e no vigor de *Copaifera langsdorffii* Desf - Caesalpiniaceae. **Revista Brasileira de Semente**, Brasília, v.19, n.2, p.218-224, 1997.

JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos dos estresses hídrico e salino e da ação de giberelina em sementes de *Senna spectabilis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.1, p.93-104, 2001.

KAGEYAMA, P.Y.; VIANA, V.M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: Simpósio brasileiro sobre tecnologia de sementes florestais, 2., 1989, Atibaia. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Florestal, 1991. p.197-215.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da OEA, 1983. 174p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Trad. de C.H.B.A. Prado. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

LOPES, J.C.; PEREIRA, M.D. Germinação de sementes de cubiu em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.27, n.2, p.146-150, 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4.ed. Nova Odessa: Plantarum, v.1, 2002. 368p.

MACHADO, C.F.; OLIVEIRA, J.A.; DAVIDE, A.C.; GUIMARÃES, R.M. Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson). **Cerne**, Lavras, v.8, n.2, p.17-25, 2002.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARQUES, M.A.; RODRIGUES, T.J.D.; VALERI, S.V.; MALHEIROS, E.B. Comportamento germinativo de sementes de ipê amarelo [(*Tabebuia chrysotricha* (Mart.) Standl.) secadas em câmara seca, armazenadas em diferentes ambientes e submetidas a sete níveis de potencial osmótico. **Científica**, Jaboticabal, v.32, n.2, p.127-133, 2004.

MATHEUS, M.T.; LOPES, J.C. Temperaturas cardinais para a germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.31, n.3, p.115-122, 2009.

MAYER, A.C.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. London: PergamonPress, 1989. 270p.

MIKUSINSK, O.M. Testes de embebição e germinação em sementes de *Ipomoea aristolochiaefolia*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.3, p.103-108, 1987.

MONDO, V.H.V.; BRANCALION, P.H.S.; CICERO, S.M.; NOVENBRE, A.D.L.C; DOURADO NETO, D. Teste de germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.30, n.2, p.177-183, 2008.

NASSIF, S.M.L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos da temperatura na germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.22, n.1, p.1-6, 2000.

OLIVEIRA, L.M.; FERREIRA, R.A.; CARVALHO, M.L.M. Germinação de sementes de *Senna multijuga* (Rich.) Irwin et Barn., sob diferentes condições de radiação luminosa e temperaturas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.34, n.2, p.213-218, 2003.

OLIVEIRA, A.B. Germinação de sementes de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.), var. K-72. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.8, n.2, p.166-172, 2008.

OLIVEIRA, A.B. Influência de tratamentos pré-germinativos, temperatura e luminosidade na germinação de sementes de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.), cv. Cunningham. **Caatinga**, Mossoró, v.22, n.2, p.132-138, 2009.

PASSOS, M.A.A.; SILVA, F.J.B.C.; SILVA, E.C.A.; PESSOA, M.M.L.; SANTOS, R.C. Luz, substrato e temperatura na germinação de sementes de cedro-vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.2, p.281-284, 2008.

PEREZ, S.C.J.G.A.; TAMBELINI, M. Efeito do estresse salino e hídrico e do envelhecimento precoce na germinação de algarobeira (*Prosopis juliflora*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.11, p.1289-1295, 1995.

PEREZ, S.C.J.G.A.; NASSIF, S.M.L. Efeitos do envelhecimento precoce, polietilenoglicol e substratos na viabilidade e vigor de sementes de algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.12, p.2055-2064, 1998.

PEREZ, S.C.J.G.A.; FANTI, S.C.; CASALI, C.A. Influência da luz na germinação de sementes de canafístula submetidas ao estresse hídrico. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.3, p.155-166, 2001.

PEREZ, S.C.J.G.A.; JARDIM, M.M. Viabilidade e vigor de sementes de paineira após armazenamento, condicionamento e estresses salino e térmico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.6, p.587-593, 2005.

REGO, S.S.; FERREIRA, M.M.; NOGUEIRA, A.C.; GROSSI, F. Influência de potenciais osmóticos na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Veloso) Brenan (angico-branco) - Mimosaceae. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, supl. 2, p.549-551, 2007.

REGO, S.S.; NOGUEIRA, A.C.; KUNIYOSHI, Y.S.; SANTOS, A.F. Germinação de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. em diferentes substratos e condições de temperaturas, luz e umidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.31, n.2, p.212-220, 2009.

RIBEIRO, M.C.C.; MARQUES, B.M.; AMARRO FILHO, J. Efeito da salinidade na germinação de sementes de quatro cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.23, n.1, p.281-284, 2001.

ROSA, L.S.; FELIPPI, M.; NOGUEIRA, A.C.; GROSSI, F. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmótico e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* Baill (timbó). **Cerne**, Lavras, v.11, n.3, p.306-314, 2005.

ROSA, S.G.T.; FERREIRA, A.G. Germinação de sementes de plantas medicinais lenhosas. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.15, n.2, p.147-154, 2001.

SAKITA, A.E.N.; SILVA, A.; PAULA, R.C. Germinação de sementes de *Aspidosperma polyneuron* M. Arg. (peroba-rosa) sob diferentes condições de qualidades de luz e temperatura. **Instituto Florestal Série Registros**, São Paulo, n.31, p.203-207, 2007.

SANTOS, V.L.M.; CALIL, A.C.; RUIZ, H.A.; ALVARENGA, E.M. Efeito do estresse hídrico e salino na germinação e vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, n.2, p.189-194, 1992.

SANTOS, D.L.; SUGAHARA, V.Y.; TAKAKI, M. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl. E *Tabebuia roseo-alba* (Ridl) Sand - Bignoniaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.1, p.87-92, 2005.

SCALON, S.P.Q; LIMA, A.A.; SCALON FILHO, H.; VIEIRA, M.C. Germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Campomanesia adamantium* Camb.: efeito da lavagem, temperatura e de bioestimulantes. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.31, n.2, p.96-103, 2009.

SERRATO VALENTI, G.; FERRO, M.; FERRARO, D.; RIVEROS, F. Anatomical changes in *Prosopis tamarugo* Phil. seedlings growing at different levels of NaCl salinity. **Annals of Botany**, v.68, p.47-53, 1991.

SILVA, D.; PRUSKI, F.F. **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Brasília: MMA/SBH/ABEAS, 1997. 252p.

SILVA, L.M.M.; AGUIAR, I.B.; MORAIS, D.L.; VIÉGAS, R.A. Estresse hídrico e condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de *Cnidocolus juercifolius*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.1, p.66-72, 2005.

SILVA, B.M.S.; CESARINO, F.; SADER, R.; LIMA, J.D. Germinação e armazenamento de sementes de coca (*Erythroxylum ligustrinum* DC. - Erythroxylaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.30, n.3, p.25-29, 2008.

SLAVIK, B. **Methods of studying plant water relations**. New York: Springer-Verlag, 1974. 449p.

SOCOLOWSKI, F.; TAKAKI, M. Germination of *Jacaranda mimosifolia* (D. Don - Bignoniaceae) seeds: effects of light, temperature and water stress. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.47, n.5, p.785-792, 2004.

SOUZA FILHO, A.P.S. Influência da temperatura, luz e estresses osmótico e salino na germinação de sementes de *Leucaena leucocephala*. **Pasturas Tropicais**, Cali, v.22, n.2, p.47-53, 2000.

SOUSA, M.P.; BRAGA, L.F.; BRAGA, J.F.; DELACHIAVE, M.E.A. Germinação de sementes de *Plantago ovata* Forsk. (Plantaginaceae): temperatura e fotoblastismo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.1, p.51-57, 2008.

SUN, W.Q.; LEOPOLD, A.C. Cytoplasmic vitrification and survival of anhydrobiotic organisms. **Comparative Biochemistry and Physiology**, London, v.117A, n.3, p.327-333, 1997.

SWAGEL, E.N.; BERNHARD, A.V.H.; ELLMORE, G.S. Substrate water potential constraints on germination of the strangler fig *Ficus aurea* (Moraceae). **American Journal of Botany**, Baltimore, v.84, n.5, p.716-722, 1997.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 820p.

TAKAKI, M. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.13, n.1, p.103-107, 2001.

TEKETAY, D. Germination of *Acacia origena*, *A. pilispina* and *Pterolobium stellatum* in response to different pre-sowing seed treatments, temperature and light. **Journal of Arid Environments**, London, v.38, n.4, p.551-560, 1998.

THOMAS, H. Control mechanisms in the resting seeds. In: ROBERTS, E.H. (Ed.) **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, 1974. p.360-396.

THOMPSON, P.A. Effects of fluctuating temperature on germination. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.25, n.1, p.164-175, 1974.

TOOLE, V.K. Effects of light, temperature and their interaction on the germination of seeds. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.21, n.1, p.339-396, 1973.

TORRES, S.B.; VIERA, E.L.; MARCOS-FILHO, J. Efeitos do estresse hídrico na germinação e no desenvolvimento de plântulas de pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.21, n.2, p.59-63, 1999.

UNGAR, I.A. Halophyte seed germination. **The Botanical Review**, Lancaster, v.44, n.2, p.233-264, 1978.

UNGAR, I.A. **Ecophysiology of vascular halophytes**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1991. 209p.

UNGAR, I.A., Seed germination and seed-bank ecology of halophytes. In: Kigel, J., Galili, G. (Eds.), **Seed Development and Germination**. Marcel Dekker Inc., New York, p.599-629. 1995.

VALADARES, J.; PAULA, R.C. Temperaturas para germinação de sementes de *Poecilanthe parviflora* Bentham (Fabaceae - Faboideae). **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.30, n.2, p.164-170, 2008.

VÁZQUEZ-YANES, C.; SMITH, H. Phytochrome control of seed germination in the tropical rain forest pioneer trees *Cecropia obtusifolia* and *Piper auritum* and its ecological significance. **New Phytologist**, London, v.92, n.4, p.477-485, 1982.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Ecological significance of light controlled seed germination in two contrasting tropical habitats. **Oecologia**, Berlim, v.83, n.2, p.171-175, 1990.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rain forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Stanford, v.24, n.1, p.69-87, 1993.

VIDAVER, W. Light and seed germination. In: KHAN, A.A. (ed.). **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination**. New York: North-Holland Publishing Company, 1980. p.181-192.

VILLALOBOS, A.E.; PELÁEZ, D.V. Influences of temperature and water stress on germination and establishment of *Prosopis caldenia* Burk. **Journal of Arid Environments**, London, v.49, n.2, p.321-328, 2001.

VILLIERS, T.A. Seed dormancy. In: KOZLOWSKI, T.T. (ed.). **Seed Biology**. v.2, New York: Academic Press, 1972. p.219-281.

YOUNG, N.D.; GALSTON, A.W. Putrescine and acid stress: induction of arginine decarboxylase activity and putrescine accumulation by low pH. **Plant Physiology**, Lancaster, v.71, n.4, p.767-771, 1983.

**GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Crataeva tapia* L. EM DIFERENTES
TEMPERATURAS E REGIMES DE LUZ**

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Crataeva tapia* L. EM DIFERENTES TEMPERATURAS E REGIMES DE LUZ

RESUMO

O comportamento germinativo das sementes de diferentes espécies varia em função da temperatura e luminosidade, o que pode fornecer informações de interesse biológico, ecológico e da tecnologia de sementes, pois muito pouco se conhece com relação às exigências de sementes de espécies tropicais quanto aos diversos fatores envolvidos na germinação. Por isso, o trabalho foi realizado com o objetivo de se avaliar o efeito de diferentes temperaturas e condições de luminosidade sobre a germinação e o vigor das sementes de *Crataeva tapia* L. No Laboratório de Análise de Sementes (LAS), do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (CCA - UFPB), em Areia - PB foram avaliadas a influência das temperaturas de 25, 30 e 35°C constantes e 20-30°C alternada, sob regimes de luz branca (sem papel celofane), verde (com papel celofane verde), vermelha (com papel celofane vermelho), vermelha-distante (com duas folhas de papel celofane vermelho intercaladas por duas folhas azuis) e ausência de luz (com plástico preto), adotando-se o delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 4 x 5 (temperaturas e regimes de luz), em quatro repetições de 25 sementes cada. Características analisadas: porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação e índice de velocidade de germinação, assim como o comprimento e massa seca das plântulas. As sementes germinam em todos os regimes de luz, sendo que na temperatura alternada de 20-30°C, e na constante de 30°C obteve-se os maiores resultados de primeira contagem, índice de velocidade, comprimento e conteúdo de massa seca de plântulas. As sementes da espécie estudada não são sensíveis aos diferentes regimes de luz aplicados sob diferentes temperaturas.

Palavras-chave: trapiá; sementes florestais; fitocromo; medicinal; análise de sementes.

GERMINATION AND VIGOR OF *Crataeva tapia* L. SEEDS IN DIFFERENT TEMPERATURES AND LIGHT REGIMES

ABSTRACT

The germination behavior of seeds of different species varies on function of the temperature and luminosity, which can provide information of biological and ecological interest, because very little is known with respect the requirements of seeds of tropical species as the various factors involved in germination, so that the work was carried out with objective of evaluate the effect of different temperatures and light conditions on germination and vigor of *Crataeva tapia* L. seed. To determine the best temperature and photoblastism evaluated at temperatures of 25, 30 and 35°C constant and 20-30°C alternated under conditions of white, green, red, far red light and darkness (dark), adopting a design entirely randomized with treatments distributed on factorial 4 x 5 (temperatures and light regimes), in four replications of 25 seeds. The light intensity was produced by four lamps 20W, fixed internally on the door of germination and light qualities were obtained by covering with cellophane, rolls of paper on which the seeds were sown. To obtain the white light no cellophane was placed on the rolls, the green light to the rolls were covered with green cellophane paper. The red light was obtained by covering the rolls with two red cellophane paper and far red light were used two red cellophane paper and more two blue cellophane paper, while the absence of light was obtained by covering the rolls with black plastic. The variables analyzed were the percentage, first count and germination speed index, as well as the length and dry mass of seedlings. The seeds germinated in all light conditions, being that on temperature of 20-30°C alternate, following of the temperature of 30°C constant the results of the first count, speed index, length and dry mass of seedlings were best. Seed germination of the species studied is not sensitive to different light regimes applied under different temperatures.

Key words: trapiá; forest seeds; phytochrome; germination; seed analysis.

1. INTRODUÇÃO

Crataeva tapia L. é uma planta da família Capparidaceae, sendo chamada popularmente de cabaceira, cabaceira do pantanal, porém é mais conhecida como trapiá, a qual mede de 5-12 metros de altura, com caule glabro e pardacento, folhas pecioladas, alternas, compostas de 8 folíolos oblongo-eléticos e glabos. As flores são brancas em forma de cachos, seus frutos são redondos, medindo cerca de 4 cm, lisos, de cor amarela quando maduros, os quais possuem polpa branca que envolve as sementes, são comestíveis e muito apreciados pela fauna. Suas sementes são oleaginosas, de cor marrom clara, medindo cerca de 1 cm. A árvore é dotada de uma copa arredondada e densa, sendo recomendada para a arborização e recomposição de áreas degradadas, cuja madeira é empregada para obras internas em construção, forros, caixotaria e confecção de canoas, na medicina popular as cascas são usadas como tônico, estomáquico, antidiarréico, febrífugo e o fruto no combate as infecções do trato respiratório (LORENZI, 2002).

Em ambientes naturais as sementes podem ser encontradas sob diferentes regimes de luz e de temperatura, as quais podem variar de acordo com a estrutura do dossel (LINDIG-CISNEIROS e ZEDLER, 2001). Assim, o conhecimento do comportamento germinativo das sementes é fundamental para a utilização de espécies florestais nativas na restauração de áreas degradadas, de forma que constitui providência essencial para proteger as espécies contra a ameaça de extinção (LABOURIAU, 1983), para a recomposição da paisagem (ARAÚJO NETO et al., 2003) e para a conservação da biodiversidade (CABRAL et al., 2003). Dessa forma, o entendimento do comportamento das sementes é de fundamental importância, pois várias destas espécies nativas são potencialmente utilizadas para essas finalidades (VÁSQUES-YANES e OROZCO-SEGOVIA, 1993; GOMES e FERNANDES, 2002).

A germinação é uma sequência de eventos fisiológicos influenciada por fatores externos e internos às sementes, sendo que cada fator pode atuar por si ou em interação com os demais (KRAMER e KOZLOWSKI, 1972). Entre os fatores internos estão os hormônios e substâncias inibidoras não hormonais e a dormência tegumentar; enquanto os externos que mais influenciam são umidade, temperatura, luz e oxigênio (BORGES e RENA, 1993). Para os fatores temperatura e luz podem ocorrer interações, Labouriau (1983) relatou que a presença de luz, para muitas espécies, favorece a germinação das sementes, designando-se esse efeito como fotoblástico positivo; em outras espécies, o

comportamento germinativo das sementes é melhor na ausência do que na presença de luz, o que se designa como fotoblastismo negativo.

As sementes expressam capacidade germinativa em limites bem definidos de temperatura, característicos para cada espécie (BEWLEY e BLACK, 1994). Portanto, é de interesse ecofisiológico a determinação das temperaturas mínima, ótima e máxima, sendo que a temperatura ótima propicia uma porcentagem de germinação máxima em menor espaço de tempo, enquanto as temperaturas máxima e mínima são pontos em que as sementes germinam muito pouco ou não germinam (MAYER e POLJAKOFF-MAYBER, 1989). As temperaturas máximas aumentam a velocidade de germinação, mas somente as sementes mais vigorosas conseguem germinar, determinando assim uma redução na porcentagem de germinação; temperaturas mínimas reduzem a velocidade de germinação e alteram a uniformidade de emergência provavelmente devido ao aumento do tempo de exposição das sementes ao ataque de patógenos (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Com relação ao comportamento germinativo de sementes sensíveis à luz existe algumas que germinam somente após rápida exposição à luz, outras que necessitam de período amplo de exposição, em outras a germinação é desencadeada somente no escuro (VIDAVER, 1980) e ainda há sementes indiferentes à luz (VÁZQUEZ-YANES e OROZCO-SEGOVIA, 1991).

A resposta à luz está associada ao fitocromo, que é o pigmento receptor responsável pela captação de sinais luminosos que podem ou não desencadear a germinação das sementes, de forma que a ação desse pigmento depende do tipo de radiação incidente, pois luz com alta relação vermelho/vermelho-extremo (V/VE) pode induzi-lo a assumir a forma ativa (FVe), promovendo a germinação de sementes fotossensíveis, enquanto luz com baixa relação V/VE pode levá-lo a assumir a forma inativa (FV), impedido a germinação (VIDAVER, 1980; BRYANT, 1985; VÁZQUEZ-YANES e OROZCO-SEGOVIA, 1990).

A luz não constituiu um fator limitante a germinação de sementes de algumas espécies como a *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, uma vez que as mesmas germinaram na presença e ausência de luz (SOUZA FILHO, 2000). Os maiores percentuais de germinação dos aquênios de *Baccharis dracunculifolia* D.C. foram obtidos sob temperatura de 15 e 20°C na presença e na ausência de luz (GOMES e FERNANDES, 2002). As sementes de *Aspidosperma polyneuron*. M. Arg. germinaram nos regimes de luz branca e vermelha-distante, sob as temperaturas constantes de 25 e 30°C e alternada de 20-30°C (SAKITA et al., 2007). Na faixa de 10 a 25°C, as sementes

de *Plantago ovata* Forsk. comportaram-se como fotoblásticas neutras, enquanto a 30°C, como fotoblásticas positivas preferenciais (SOUZA et al, 2008).

Estudos referentes a influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. indicaram que as mesmas foram classificadas como fotoblásticas negativas preferenciais (SILVA et al., 2002). Enquanto as sementes de *Marcetia taxifolia* (A. St.-Hil.) D.C. foram classificaram como fotoblásticas positivas, uma vez que responderam positivamente ao estímulo luminoso (SILVEIRA et al., 2004). As sementes de *Salvia splendens* Sellow comportaram-se como indiferentes à luz, embora tenham apresentado melhor percentagem de germinação na luz vermelha extrema e na ausência de luz, mas também foram capazes de germinar na luz branca e vermelha (MENEZES et al., 2004).

Comportamento semelhante foi observado em sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl. e *Tabebuia roseo-alba* (Ridl) Sand, as quais foram classificados Santos et al. (2005) como indiferentes a luz. As sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel.) J. F. Macbr. foram consideradas fotoblásticas neutras e germinaram melhor na temperatura de 25°C (HENICKA et al., 2006). Os maiores valores de porcentagem, velocidade de germinação e comprimento de plântulas de *Solanum sessiliflorum* Dunal foram obtidos quando utilizou-se os regimes de luz vermelha e vermelha extrema (STEFANELLO et al., 2008).

Devido a importância da espécie e da carência de informações sobre a tecnologia de suas sementes, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a germinação e o vigor de sementes de *Crataeva tapia* em diferentes regimes de luz e temperaturas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS), pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (CCA - UFPB), em Areia - PB.

2.2. Colheita e beneficiamento das sementes

As sementes de *Crataeva tapia* utilizadas foram obtidas de frutos maduros, caracterizados pela coloração amarelada, os quais foram colhidos de 11 plantas matrizes, localizadas em Remígio - PB, no período de abril de 2009. Após a colheita os frutos foram levados para o LAS, onde foram abertos para retirada das sementes, que após passarem por um processo de fermentação por 48 horas para retirada do arilo e, após serem lavadas em água corrente foram colocadas para secar pelo mesmo período citado anteriormente, em condições do laboratório. Antes da instalação do experimento as sementes foram tratadas com o fungicida Captan[®], na concentração de 240g 10.000Kg⁻¹ de sementes, enquanto a água para umedecimento do substrato continha o bactericida nistatina, na concentração de 2 mL por litro de solução.

2.3. Temperaturas e luminosidade

O teste foi realizado em câmaras de germinação do tipo B.O.D. contendo lâmpadas (4 x 20 W) e ajustados às temperaturas constantes de 25, 30 e 35°C e alternada de 20-30 °C. Os regimes de luz estabelecidos na pesquisa foram luz branca, vermelha, vermelha-distante e verde, em regime de 8 horas com luz (período diurno) e 16 horas sem luz (período noturno) e escuro (ausência total de luz branca).

Na simulação das condições de luz foram confeccionados sacos com papel celofane, onde para a luz branca os rolos foram cobertos com duas folhas transparentes; para a luz vermelha os rolos foram cobertos com duas folhas vermelhas; para a luz vermelha-distante os rolos foram cobertos com duas folhas vermelhas, intercaladas com uma azul; para a cor verde os rolos foram cobertos com duas folhas verdes, enquanto que a ausência de luz foi obtida cobrindo-se os rolos com sacos plásticos pretos.

2.4. Características avaliadas

2.4.1. Teste de germinação

Para cada tratamento utilizaram-se 100 sementes, as quais foram divididas em quatro repetições com 25, sendo distribuídas sobre duas folhas de papel toalha, cobertas com uma terceira e organizadas em forma de rolo. O papel toalha foi umedecido com água destilada na quantidade equivalente a 3,0 vezes a massa do papel seco. As avaliações do número de sementes germinadas foram diárias, sob luz verde de segurança (LABOURIAU e COSTA, 1976), iniciando-se aos sete após sementeira e finalizando aos 11 dias, cujo critério utilizado nas avaliações foi o de plântulas normais, ou seja, quando haviam emitido a raiz e o hipocótilo.

2.4.2. Primeira contagem de germinação

A primeira contagem de germinação foi efetuada em conjunto com o teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas no sétimo dia após a sementeira.

2.4.3. Índice de velocidade de germinação (IVG)

O índice de velocidade de germinação foi determinado mediante contagens diárias do número de sementes germinadas, no mesmo horário, dos sete aos 11 dias após a sementeira, cujo índice foi calculado de acordo com a fórmula $IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$, proposta por Maguire (1962), em que: IVG = índice de velocidade de germinação, G_1 , G_2 e G_n = número de plântulas computadas na primeira, segunda e última contagem; N_1 , N_2 e N_n = número de dias da sementeira à primeira, segunda e última contagem.

2.4.4. Comprimento de plântulas

Após a contagem final do teste de germinação, as plântulas normais de cada tratamento e repetição foram medidas, da raiz até a parte aérea, das plântulas normais, com auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm plântula^{-1} .

2.4.5. Massa seca de plântulas

As mesmas plântulas da avaliação anterior foram colocadas em sacos de papel Kraft e levadas à estufa regulada a 65°C, até atingir peso constante (48 horas) e, decorrido esse período, as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g, sendo os resultados expressos em g/plântula.

2.5. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao caso, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5 x 4 (regimes de luz e temperaturas), em quatro repetições de 25 sementes cada. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os regimes de luz e as temperaturas houve interação significativa para todas as variáveis avaliadas. Pelos resultados da Tabela 1, referentes a interação observou-se que as maiores porcentagens de germinação obtidas aos 11 dias após sementeira na combinação entre as temperaturas de 20-30°C e luz vermelha e branca, bem como a 30°C sob luz vermelha distante e escuro.

Com relação aos efeitos dos regimes de luz em cada temperatura verificou-se que na temperatura de 25°C as maiores porcentagens de germinação ocorreram sob regime de luz vermelha e escuro; na temperatura de 30°C foi sob luz vermelha-distante e escuro, a 35°C as maiores porcentagens de germinação foram sob luz branca e escuro, enquanto na temperatura de 20-30°C obtiveram-se os maiores percentuais de germinação, quando as sementes foram submetidas a luz branca e vermelha, enquanto ocorreu a menor germinação no escuro contínuo (Tabela 1).

Tabela 1. Germinação (%) de sementes de *Crataeva tapia* L. submetidas a diferentes regimes de luz e temperaturas.

Regimes de luz	Temperaturas (°C)			
	25	30	35	20-30
Branca	42 cD	86 bB	79 aC	95 aA
Verde	75 bC	78 cB	58 bD	93 bA
Vermelha	87 aB	88 bB	52 cC	96 aA
Vermelha-distante	76 bB	94 aA	28 dC	92 bA
Escuro	86 aB	94 aA	81 aC	84 cB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Na temperatura alternada de 20-30°C constatou-se o melhor desempenho das sementes de *C. tapia*, de acordo com Oliveira et al. (1989) o uso de temperaturas alternadas, por simularem o ambiente natural de florestas, onde as flutuações de temperaturas ocorrem, principalmente, pela abertura de clareiras, estimulam a germinação de espécies pioneiras.

As temperaturas mais baixas, em geral, prolongam o período de germinação, devido à redução da atividade das enzimas envolvidas no metabolismo (AMARAL e PAULILO, 1992), enquanto temperaturas mais elevadas causam efluxo de aminoácidos durante a germinação (HENDRICKS e TAYLORSON, (1976), provocando diminuição do

suprimento de aminoácidos livres, da síntese protéica e das reações anabólicas, podendo desnaturar proteínas e alterar a permeabilidade das membranas (RILEY, 1981), de forma a influenciar a capacidade germinativa das sementes. Tais relatos podem servir de base para se explicar as menores porcentagens de germinação obtidas nas temperaturas mais baixas e altas.

Resultados semelhantes foram obtidos por Araújo Neto et al. (2002) quando observaram que o uso de temperaturas elevadas (entre 35 e 45°C) provocaram redução na germinação de sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. No entanto, Menezes et al. (2004) constataram que os maiores percentuais de germinação de sementes de *Salvia splendens* Sellow foram obtidos na temperatura de 20 e 25°C, na luz vermelha-extrema.

De forma semelhante ao observado no presente trabalho, algumas sementes de espécies florestais são indiferentes ao regime de luz, a exemplo de *Guatteria gomeziana* A. St. - Hil (GONÇALVES et al., 2006), de *Aspidosperma polyneuron* Muell. Arg. (SAKITA et al., 2007), de *Erythrina verna* Velloso (DEMUNER et al., 2008).

Sementes de diversas espécies florestais têm sido indiferentes a luz, a exemplo de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) (HEBLING, 1997), *Bauhinia forficata* Linck. (ROSA e FERREIRA, 2001), *Myracrodruon urundeuva* Fr. All (SILVA et al., 2002), *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms. (BARROS et al., 2005), *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.), *Tabebuia chrysotricha*, *Tabebuia roseo Alba* (SANTOS et al., 2005) e *Caesalpinia peltophoroides* Benth (FERRAZ-GRANDE e TAKAKI, 2006).

Na primeira contagem de germinação das sementes de *C. tapia*, identificada aos sete dias após a semeadura, verificou-se interação significativa, onde os maiores percentuais de germinação ocorreram na temperatura de 20-30°C no regime de luz branca e na temperatura de 30°C no escuro (Tabela 2). Quanto aos fatores luz dentro de cada temperatura constatou-se que na temperatura de 25°C o maior vigor foi expressado sob luz vermelha, na temperatura de 30°C no escuro, enquanto nas temperaturas de 35 e 20-30°C destacou-se a luz branca. Referindo-se a temperatura, Carvalho e Nakagawa (2000) afirmaram que a germinação ocorre dentro de determinados limites. Dentro desses, existe uma temperatura na qual o processo ocorre com maior eficiência.

O teste de primeira contagem, indiretamente avalia a velocidade de germinação, pois a maior porcentagem de germinação na primeira contagem significa que umas sementes germinaram mais rapidamente que as demais (NAKAGAWA, 1999).

As variações de temperatura afetam a velocidade, a porcentagem e a uniformidade de germinação. Portanto, a temperatura ótima é aquela que possibilita a combinação mais eficiente entre a porcentagem e velocidade de germinação (MARCOS FILHO, 2005). Em

sementes de *Leucaena leucocephala* Lam. o menor vigor, determinado pela primeira contagem de germinação ocorreu sob temperatura de 35°C na ausência de luz (OLIVEIRA, 2008).

Tabela 2. Primeira contagem de germinação de sementes de *Crataeva tapia* L. submetidas a diferentes regimes de luz e temperaturas.

Regimes de luz	Temperaturas (°C)			
	25	30	35	20-30
Branca	0 cD	39 cB	16 aC	68 aA
Verde	1 cC	36 dB	0 cC	64 bA
Vermelha	37 aB	28 eC	1 cD	52 dA
Vermelha-distante	16 bC	52 bA	0 cD	49 eB
Escuro	0 cD	66 aA	12 bC	55 cB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Os dados referentes ao índice de velocidade de germinação de sementes de *C. tapia* estão na Tabela 3, se verifica que na temperatura de 20-30°C os maiores índices de velocidade de germinação ocorreram quando foram utilizados todos os regimes de luz, exceto o escuro contínuo. Assim como a 30°C no regime de luz vermelha-distante e escuro contínuo as sementes germinaram mais rápido.

Tabela 3. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Crataeva tapia* L. submetidas a diferentes regimes de luz e temperaturas.

Regimes de luz	Temperaturas (°C)			
	25	30	35	20-30
Branca	0,57 dD	2,80 bB	2,00 aC	3,16 aA
Verde	1,93 bC	2,68 cB	0,50 bD	3,10 aA
Vermelha	2,28 aC	2,66 cB	0,54 bD	3,12 aA
Vermelha-distante	2,27 aB	3,14 aA	0,49 cC	3,15 aA
Escuro	1,35 cD	3,09 aA	1,99 aC	2,74 bB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Para as sementes de *Pimpinella anisum* L., tanto na presença quanto na ausência de luz os maiores índices de velocidade de germinação ocorreram nas temperaturas de

20 e 25°C (STEFANELLO, 2005)). Para *Solanum sessiliflorum* Dunal a luz vermelha e vermelha-extrema na temperatura de 25°C proporcionaram os maiores índices de velocidade de germinação (STEFANELLO et al., 2008).

O desenvolvimento inicial das plântulas de *C. tapia* avaliado pelo seu comprimento (Tabela 4), foi maior na combinação da temperatura de 30°C, em regime de luz vermelha-distante e a 20-30°C com o regime de luz branca. Na temperatura de 35°C, independente do regime de luz avaliado, o desenvolvimento das plântulas não foi adequado, comprovando ser uma temperatura crítica para germinação das sementes desta espécie. Para os efeitos dos regimes de luz em cada temperatura verificou-se que os maiores comprimentos de plântulas foram atingidos quando as sementes foram submetidas a temperatura de 25°C sob luz vermelha-distante e vermelha, 30°C no regime de luz vermelha-distante, bem como a 35 e 20-30°C sob luz branca.

Tabela 4. Comprimento de plântulas de *Crataeva tapia* L. oriundas de sementes submetidas a diferentes regimes de luz e temperaturas.

Regimes de luz	Temperaturas (°C)			
	25	30	35	20-30
Branca	8,19 bC	9,66 bB	4,03 aD	10,69 aA
Verde	8,23 bC	9,38 bA	3,41 bD	8,88 bA
Vermelha	8,88 aD	9,91 bA	2,64 dC	7,36 dC
Vermelha-distante	9,27 aB	11,38 aA	2,38 dD	8,17 cC
Escuro	7,61 cB	9,63 bA	3,04 cC	7,64 dB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

A variabilidade de respostas quanto ao requerimento de temperatura é um reflexo de adaptação das espécies ao ambiente de ocorrência (THOMPSON, 1970), conforme observado em plântulas de *Anetum graveolens* L. e *Pimpinella anisum* L. sendo obtidos os maiores comprimentos de plântulas a 20 e 25°C sob regime de luz branca (STEFANELLO, 2005). Para *Solanum sessiliflorum* Dunal a luz vermelha e vermelha-extrema na temperatura de 25°C proporcionaram os maiores comprimentos de plântulas (STEFANELLO et al., 2008).

O maior conteúdo de massa seca das plântulas de *C. tapia* foi encontrado naquelas oriundas das sementes submetidas à temperatura de 20-30°C no regime de luz vermelha, bem como na temperatura de 30°C sob regime de luz vermelha-distante e escuro contínuo (Tabela 5). Considerando os efeitos dos tipos de luz em cada

temperatura, quando as sementes foram submetidas as temperaturas de 25 e 20-30°C e luz vermelha, 30°C sob luz vermelha-distante e escura, assim como na temperatura de 35°C no escuro (Tabela 5), originaram plântulas com maior massa seca.

Tabela 5. Massa seca de plântulas de sementes de *Crataeva tapia* L. oriundas de sementes submetidas a diferentes regimes de luz e temperaturas.

Regimes de luz	Temperaturas (°C)			
	25	30	35	20-30
Branca	0,119 cC	0,360 bA	0,151 bB	0,372 cA
Verde	0,234 bC	0,358 bB	0,085 cD	0,387 bA
Vermelha	0,282 aC	0,358 bB	0,076 cD	0,443 aA
Vermelha-distante	0,224 bC	0,421 aA	0,034 dD	0,336 dB
Escuro	0,222 bC	0,405 aA	0,216 aC	0,313 dB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Para sementes de *Salvia splendens* Sellow os maiores conteúdos de massa seca foram obtidos na temperatura 20°C sob regime de luz branca (MENEZES et al., 2004), no entanto, a luz não influenciou o conteúdo de massa seca de plântulas de *Bowdichia virgilioides* Kunth (ALBUQUERQUE e GUIMARÃES, 2007).

O maior conteúdo de massa seca obtido nos tratamentos citados pode ser explicado pelo fornecimento das condições necessárias à germinação porque as sementes originam plântulas com maior taxa de crescimento, em função da maior capacidade de transformação e suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento e maior incorporação destes pelo eixo embrionário (DAN et al., 1987; NAKAGAWA, 1999). Além disso, Vázquez-Yanes e Orozco-Segovia (1984) comentaram que as sementes aptas a responderem às flutuações térmicas possuem mecanismos enzimáticos que funcionam a diferentes temperaturas, de maneira que a germinação é desencadeada apenas quando ocorre variação.

4. CONCLUSÕES

As sementes de *Crataeva tapia* L. germinam em todas as condições de luz, sendo classificadas como fotoblásticas neutras;

A temperatura alternada de 20-30°C, seguida da temperatura constante 30°C, podem ser recomendadas para testes de germinação e vigor de sementes de *C. tapia*.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, K.S.; GUIMARAES, R.M. Comportamento fisiológico de sementes de *Bowdichia virilioides* Kunth. sob diferentes temperaturas e condições de luz. **Cerne**, Lavras, v.13, n.1, p.64-70, 2007.

AMARAL, L.I.V.; PAULILO, M.T.S. Efeito da luz, temperatura, reguladores de crescimento e nitrato de potássio na germinação de *Miconia cinnamomifolia* (DC) Naudim. **Insula**, Florianópolis, v.21, p.59-86, 1992.

ARAÚJO NETO, J.C.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.26, n.2, p.249-256, 2003.

ARAÚJO NETO, J.C.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M.; RODRIGUES, T.J.D. Temperaturas cardinais e efeito da luz na germinação de sementes de mutamba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.3, p.460-465, 2002.

BARROS, S.S.U.; SILVA, A.; AGUIAR, I.B. Germinação de sementes de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (pau-d'álho) sob diferentes condições de temperatura, luz e umidade do substrato. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.28, n.4, p.727-733, 2005.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. Plenum Press, New York, 1994. 445p.

BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.M.C.; FIGLIOLIA, M.B. (Coords.). **Sementes florestais tropicais**, Brasília: ABRATES, 1993. cap.3-6, p.83-135.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 398p.

BRYANT, J.A. **Fisiologia da semente**. EPU, São Paulo. 1985.

CABRAL, E.L.; BARBOSA, D.C.A.; SIMABUKURO, E.A. Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.17, n.4, p.609-617, 2003.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

DAN, E.L.; MELLO, V.D.C.; WETZEL, C.T.; POPINIGIS, F.; ZONTA, E.P. Transferência de matéria seca como modo de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.3, p.45-55, 1987.

DEMUNER, V.G.; ADAMI, C.; MAURI, J.; DALCOLMO, S.; HEBLING, S.A. Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Erythrina verna* (Leguminosae, Papilionoideae). **Museu de Biologia Professor Mello Leitão**, Santa Teresa, n.24, p.101-110, 2008.

FERRAZ-GRANDE, F.G.A.; TAKAKI, M. Efeitos da luz, temperatura e estresse de água na germinação de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Caesalpinoideae). **Bragantia**, Campinas, v.65, n.1, p.37-42, 2006.

GOMES, V. FEMANDES, G.W. Germinação de sementes de *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.16, n.4, p. 421-427, 2002.

GONÇALVES, F.G.; GOMES, S.S.; GUILHERME, A.L. Efeito da luz na germinação de sementes de *Guatteria gomeziana* (*Unonopsis lindmanii* R. E. FR.) **Revista científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v.4, n.8, 2006.

HENDRICKS, S.B.; TAYLORSON, R.B. Variation in germination and amino acid leakage of seed with temperature related to membrane phase change. **Plant Physiology**, Palo Alto, v.58, n.1, p.7-11, 1976.

HENICKA, G. S.; BRAGA, L. F.; SOUSA, M. P.; CARVALHO, M. A. C. Germinação de sementes de *Apuleia leiocarpa* (VOGEL.) J. F. MACBR.: temperatura, fotoblastismo e estresse salino. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.4, n.1, p.37-46, 2006.

KRAMER, P.J. KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745 p.

LABOURIAU, L.G. **A germinação de sementes**. Washington: OEA. 1983. 174p.

LABOURIAU, L.G.; COSTA, J.A.F. **Objetivos e instalações básicas de um laboratório de fisiologia vegetal**. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 1976. 59p.

LINDIG-CISNEIROS, R.; ZEDLER, J. Effects of light on seed germination in *Aphalaris arundinaceae* L. (reed canary grass) **Plant Ecology**, Austrália, v.155, p.75-78, 2001.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 368p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madson, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4.ed. Great Britain: Pergamon Press, 1989. 270p.

MENEZES, N.L.; FRANZIN, S.M.; ROVERSI, T.; NUNES, E.P. Germinação de sementes de *Salvia splendens* Sellow em diferentes temperaturas e qualidade de luz. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.26, n.1, p.32-37, 2004.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plantulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANCA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: Abrates, 1999. p.2.1-2.24.

OLIVEIRA, A.B. Germinação de sementes de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.), var. K-72. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.8, n.2, p.166-172, 2008.

OROZCO-SEGOVIA, A.; VÁZQUEZ-YANES, C. Los sentidos de las plantas: la sensibilidad de las semillas a la luz. **Ciencia**, Santo Domingo, v.43, n.4, p.399-411, 1992.

RILEY, G.J.P. Effects of high temperature on protein synthesis during germination of maize (*Zea mays* L.). **Planta**, Berlim, v.15, n.1, p.75-80, 1981.

ROSA, S.G.T.; FERREIRA, A.G. Germinação de sementes de plantas medicinais lenhosas. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.15, n.2, p.147-154, 2001.

SAKITA, A.E.N.; SILVA, A.; PAULA, R.C. Germinação de sementes de *Aspidosperma polyneuron* M. Arg. (peroba-rosa) sob diferentes condições de qualidades de luz e temperatura. **Instituto Florestal Série Registros**, São Paulo, n.31, p.203-207, 2007.

SANTOS, D.L.; SUGAHARA, V.Y.; TAKAKI, M. Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich, *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl. e *Tabebuia roseo alba* (Ridl) Sand - Bignoniaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.1, p.87-92, 2005.

SILVA, L.M.M.; RODRIGUES, T.J.D.; AGUIAR, I.B. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.6, p.691-697, 2002.

SILVEIRA, F.A.O.; NEGREIROS, D. FERNANDES, G.W. Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Marcetia taxifolia* (A. St.-Hil.) DC. (Melastomataceae). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.8, n.4, p.847-851, 2004.

SOUSA, M.P.; BRAGA, L.F.; BRAGA, J.F.; DELACHIAVE, M.E.A. Germinação de sementes de *Plantago ovata* Forsk. (Plantaginaceae): temperatura e fotoblastismo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.1, p.51-57, 2008.

SOUZA FILHO, A.P.S. Influência da temperatura, luz e estresses osmótico e salino na germinação de sementes de *Leucaena leucocephala*. **Pasturas Tropicais**, Cali, v.22, n.2, p.47-53, 2000.

STEFANELLO, R. **Efeito da luz, temperatura e estresse hídrico no potencial fisiológico de sementes de anis, funcho e endro**. 2005. 56f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

STEFANELLO, S.; CHRISTOFFOLI, P.; FRANTZ, G.; ROCHA, A.C.S.; SILVA, J.M.; STEFANELLO, R.; SCHUELTER, A.R. Germinação de sementes armazenadas de cubiu sob diferentes condições de luz. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.3, p.363-367, 2008.

THOMPSON, P.A. Characterization of the germination response to temperature of species and ecotypes. **Nature**, London, n.225, p.827-831, 1970.

THOMPSON, P.A. Effects of fluctuating temperature on germination. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.25, n.1, p.164-175, 1974.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Fisiología ecológica de las semillas de árboles de la selva tropical: um reflejo de su ambiente. **Ciencia**, Santo Domingo, n.35, p.191-201, 1984.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Ecological significance of light controlled seed germination in two contrasting tropical habitats. **Oecologia**, Berlim, v.83, n.2, p.171-175, 1990.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Seed viability, longevity and dormancy in a tropical rain forest. In Figliolia, M.B.(ed.). **Anais do II Simpósio Brasileiro sobre Tecnologia de Sementes Florestais**. Instituto Florestal, São Paulo, p. 175-196. 1991.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rain forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Washington (Stanford), v.24, n.1, p.69-87, 1993.

VIDAVER, W. Light and seed germination. In: KHAN, A.A. (ed.). **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination**. New York: North-Holland Publishing Company, 1980. p.181-192.

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Crataeva tapia* L. SUBMETIDAS AO ESTRESSE HÍDRICO SOB DIFERENTES TEMPERATURAS

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Crataeva tapia* L. SUBMETIDAS AO ESTRESSE HÍDRICO SOB DIFERENTES TEMPERATURAS

RESUMO

Crataeva tapia L., popularmente denominada de trapiá, tapia ou cabaceira é uma espécie florestal pertencente à família Capparidaceae, que é bastante utilizada como ornamental, frutífera e na medicina popular. Objetivou-se com o trabalho determinar o efeito do estresse hídrico sob diferentes temperaturas na germinação e vigor das sementes de *C. tapia*. Sementes dessa espécie foram submetidas a diferentes potenciais osmóticos, induzidos por manitol: 0 (controle); -0,1; -0,3; -0,5; -0,7 e -0,9 MPa e colocadas para germinar a 25, 30 e 35°C. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 6 x 3 (potenciais osmóticos e temperaturas), com quatro repetições de 25 sementes cada. Avaliou-se a porcentagem, primeira contagem e índice de velocidade de germinação, o comprimento e a massa seca de plântulas. Observou-se que na temperatura de 30°C a germinação e o vigor das sementes de *C. tapia* são pouco afetadas pelo estresse hídrico, enquanto nas temperaturas de 25 e 35°C a germinação e vigor das sementes foram reduzidas drasticamente em função do estresse hídrico. As sementes de *Crataeva tapia* L. são tolerantes ao estresse hídrico, pois germinam em potenciais de -0,9 MPa.

Palavras-chave: trapiá; sementes florestais; potencial osmótico; medicinal; manitol.

GERMINATION AND VIGOR OF *Crataeva tapia* L. SEEDS SUBMITTED TO WATER STRESS UNDER DIFFERENT TEMPERATURES

ABSTRACT

Crataeva tapia L., popularly known as trapiá, tapia or calabash is a forest species in the family Caparidaceae, which is widely used as ornamental, fruitful and in popular medicine. Given the importance of species the work was objective determine the effect of water stress at different temperatures on the germination and vigor of *C. tapia* seeds. Seeds of this species were submitted to different osmotic potentials, induced by mannitol: 0 (control); -0,1; -0,3; -0,5; -0,7 and -0,9 MPa and putted to germinate at 25, 30 and 35°C. The experimental design was entirely randomized with treatments distributed in a factorial 6 x 3 (osmotic potential and temperature) in four replicates of 25 seeds. It evaluated the percentage, the first count and germination speed index and the length and dry mass of seedlings. Thus it was observed that temperature of 30°C the germination and vigor o *C. tapia* seeds are little affected by water stress, while at temperatures of 25 and 35°C the germination and vigor reduced drastically in function of water stress. Thus reveals that *Crataeva tapia* L. seeds are tolerant to water stress, because the germination occur in potential of -0,9 MPa.

Key words: trapiá; forest seeds; osmotic potential; medicinal; mannitol.

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Crataeva tapia* L., vulgarmente conhecida como trapiá, tapia, cabaceira-do-pantanal e pau-d'alho ou cabaceira é uma espécie florestal pertencente à família Capparidaceae, dotada de uma copa arredondada e densa, sendo recomendada para a arborização e recomposição de áreas degradadas. Os frutos são comestíveis, ingeridos apenas como refresco e bebida vinosa e, a madeira é empregada para obras internas em construção, forros, caixotaria e confecção de canoas (LORENZI, 2002). As flores são apícolas, os frutos são muito apreciados pela fauna e a árvore possui também atributos ornamentais que a tornam recomendável para arborização paisagística (PRATISSOLI et al., 2007). Os frutos, cascas e folhas são considerados de valor medicinal, sendo usadas como tônico, estomáquico, antidisentérico, febrífugo e o fruto no combate das infecções do trato respiratório (CRUZ, 1982).

O período de germinação e estabelecimento das plântulas arbóreas é importante para a sobrevivência das espécies florestais, principalmente nos locais onde a disponibilidade de água está limitada durante um período do ano (ROSA et al., 2005). Dentre os fatores externos que interferem no processo germinativo, a hidratação da semente pode ser considerada como o mais importante, pois a água é essencial para que ocorra a maioria dos processos bioquímicos e fisiológicos, que resultam na protrusão da raiz primária e subsequente crescimento da plântula (BRAY, 1995).

O estresse hídrico geralmente atua diminuindo a velocidade e a porcentagem de germinação das sementes, em que para cada espécie existe um valor de potencial hídrico no solo, abaixo do qual a germinação não ocorre (ADEGBUYI et al., 1981), sendo verificado também a existência de grande variação de resposta ao estresse entre as espécies, desde aquelas muito sensíveis até as mais resistentes (BEWLEY e BLACK, 1985). Além disso, tem-se observado que a baixa disponibilidade de água traz outras consequências ao desenvolvimento das plântulas, como por exemplo a redução no crescimento, ocasionada pela diminuição da expansão e do alongamento celular, devido ao decréscimo da turgescência (YASSEEN e ALOMARY, 1994). Por outro lado, o excesso de umidade geralmente provoca decréscimo na germinação, uma vez que impede a penetração do oxigênio e reduz todo o processo metabólico resultante (BORGES e RENA, 1993).

Uma das técnicas utilizadas em laboratório para simular condições de baixa umidade no substrato tem sido o uso de soluções aquosas com diferentes potenciais osmóticos (HARDEGREE e EMMERICH, 1994), podendo provocar atraso no processo

germinativo ou diminuição na porcentagem final de germinação. Na simulação de estresse hídrico diversos compostos químicos têm sido utilizados, dentre eles o manitol, com a finalidade de simular condições padronizadas de estresse hídrico para seleção de espécies mais tolerantes (MACHADO NETO et al., 2006). Este composto tem sido comumente utilizado como agente osmótico para simular condições de déficit hídrico por ser quimicamente inerte e não tóxico (ÁVILA et al., 2007).

A temperatura em que ocorre a germinação das sementes é outro fator que tem influência sobre o referido processo, tanto sob o aspecto da germinação total como da velocidade em que a mesma ocorre, pois a temperatura interfere na dinâmica da absorção de água, nos limites e velocidade das reações bioquímicas, além dos processos fisiológicos que determinam todo o processo germinativo (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; MARCOS FILHO, 2005).

Algumas pesquisas simulando o efeito do estresse hídrico na germinação e no vigor de sementes de espécies florestais têm sido desenvolvidas, a exemplo daquelas com sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., as quais demonstraram resistência ao estresse hídrico simulado com PEG e manitol, com limite máximo de tolerância variando de -1,4 MPa a -1,6 MPa (PEREZ et al., 2001). As sementes de *Adenantha pavonina* L. germinaram até o potencial osmótico de -0,4 MPa, implicando um limite de tolerância entre -0,4 e -0,5 MPa (FONSECA e PEREZ, 2003).

Estudos realizados com *Chorisia speciosa* St. Hil. indicaram que o decréscimo dos níveis de potencial osmótico das soluções de PEG 6000, manitol e de sais (NaCl, KCl e CaCl₂) no meio germinativo provocou redução da viabilidade e vigor de suas sementes (FANTI e PEREZ, 2004). Em sementes de *Cnidoculus juercifolius* Pax & K. Hoffm a porcentagem e velocidade de germinação também reduziram em condição de estresse hídrico simulado com PEG 6000 (SILVA et al., 2005). Potenciais abaixo de -0,5 MPa foram considerados críticos à germinação de sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth (SILVA et al., 2001) e de -0,4 MPa para *Ateleia glazioviana* Baill (ROSA et al., 2005). As concentrações de PEG 6000 a partir de -0,8 MPa impediram a absorção de água pelas sementes de *Anadenanthera colubrina* (Velloso) Brenan. (REGO et al., 2007).

A diminuição do potencial hídrico do meio pode retardar ou reduzir a porcentagem de germinação de sementes de muitas espécies vegetais, uma vez que interfere na embebição e no alongamento celular do embrião (POPINIGIS, 1985). Desta forma a capacidade das sementes de algumas espécies em germinar sob condições de estresse hídrico confere vantagens ecológicas em relação a outras que são sensíveis à seca.

Desta forma, o objetivo da pesquisa foi conhecer o comportamento germinativo das sementes de *Crataeva tapia*, submetidas a diferentes potenciais hídricos e regimes de temperatura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local de condução do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS), do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (CCA - UFPB), em Areia - PB, com frutos de *Crataeva tapia* colhidos em 11 matrizes em de abril de 2009, no município de Remígio - PB.

2.2. Colheita e beneficiamento das sementes

As sementes de *Crataeva tapia* utilizadas foram obtidas de frutos maduros, caracterizados pela coloração amarelada, os quais foram colhidos de 11 plantas matrizes, localizadas em Remígio - PB, no período de abril de 2009. Após a colheita os frutos foram levados para o LAS, onde foram abertos para retirada das sementes, que após passarem por um processo de fermentação por 48 horas para retirada do arilo e, após serem lavadas em água corrente foram colocadas para secar pelo mesmo período citado anteriormente, em condições do laboratório. Antes da instalação do experimento as sementes foram tratadas com o fungicida Captan[®], na concentração de 240g 10.000Kg⁻¹ de sementes, enquanto a água para umedecimento do substrato continha o bactericida nistatina, na concentração de 2 mL por litro de solução.

2.3. Tratamentos

As concentrações de manitol utilizadas para obtenção dos níveis de potencial osmótico de -0,1; -0,3; -0,5; -0,7 e -0,9 MPa foram calculadas pela fórmula de Van't Hoff (HILLEL, 1971), ou seja: $\psi_{os} = - RTC$, em que: ψ_{os} = potencial osmótico (atm); C = concentração (mol L⁻¹); T = temperatura (K^o); R = constante geral dos gases perfeitos (0,082 atm L⁻¹ mol⁻¹ K⁻¹).

Além desses potenciais, o nível zero (0,0) foi utilizado como testemunha (controle), constando apenas de água destilada para umedecer o substrato. As temperaturas utilizadas foram 25, 30 e 35 °C constantes.

2.4. Variáveis avaliadas

2.4.1. Teste de germinação

Para cada tratamento utilizou-se 100 sementes, divididas em quatro repetições com 25, as quais foram distribuídas sobre duas folhas de papel toalha, cobertas com uma terceira e organizadas em forma de rolo. O papel toalha foi umedecido com as soluções de manitol supracitadas, com a quantidade equivalente a 3,0 vezes a massa do papel seco, sem adição posterior de água ou solução, além do tratamento com água destilada, representando a testemunha, na mesma quantidade citada anteriormente.

Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes, de 0,04 mm de espessura, com a finalidade de evitar a perda de água por evaporação. O teste de germinação foi conduzido em germinadores tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) regulados para os regimes de temperaturas constantes de 25, 30 e 35°C, com fotoperíodo de oito horas, utilizando lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W). As avaliações foram efetuadas diariamente, dos sete aos 11 dias após a instalação do teste, quando o experimento foi encerrado. O critério utilizado nas avaliações, ou seja, quando haviam emitido a raiz e o hipocótilo.

2.4.2. Primeira contagem de germinação

A primeira contagem de germinação foi efetuada em conjunto com o teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas no sétimo dia após a semeadura.

2.4.3. Índice de velocidade de germinação

O índice de velocidade de germinação foi determinado mediante contagens diárias do número de sementes germinadas, no mesmo horário, dos sete aos 11 dias após a semeadura, cujo índice foi calculado de acordo com a fórmula $IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$, proposta por Maguire (1962), em que: *IVG* = índice de velocidade de germinação, G_1 , G_2 e G_n = número de plântulas computadas na primeira, segunda e última contagem; N_1 , N_2 e N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

2.4.4. Comprimento de plântulas

Após a contagem final do teste de germinação, as plântulas normais de cada tratamento e repetição foram medidas da raiz até a parte aérea, com auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm/plântula.

2.4.5. Massa seca de plântulas

As mesmas plântulas da avaliação anterior foram colocadas em sacos de papel Kraft e levadas à estufa regulada a 65°C até atingir peso constante (48 horas) e, decorrido esse período, as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g, sendo os resultados expressos em g plântula⁻¹.

2.5. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 6 x 3 (potências osmóticas x temperaturas), em quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e de regressão polinomial, onde se selecionou o modelo significativo de maior ordem (R^2), com resultados possíveis de serem explicados, empregando-se a equação que melhor se ajustou aos dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A germinação das sementes de *C. tapia* foi afetada pelos potenciais hídricos utilizados, tendo-se constatado que a porcentagem de germinação foi reduzida significativamente a partir do potencial hídrico de -0,3 MPa, sendo que na temperatura de 30°C esta redução foi menos acentuada chegando a 80% no potencial de -0,9 MPa e nas temperaturas de 25 e 35°C as sementes tiveram sua capacidade germinativa mais afetada, atingindo 20% de germinação no potencial de -0,9 MPa (Figura 1).

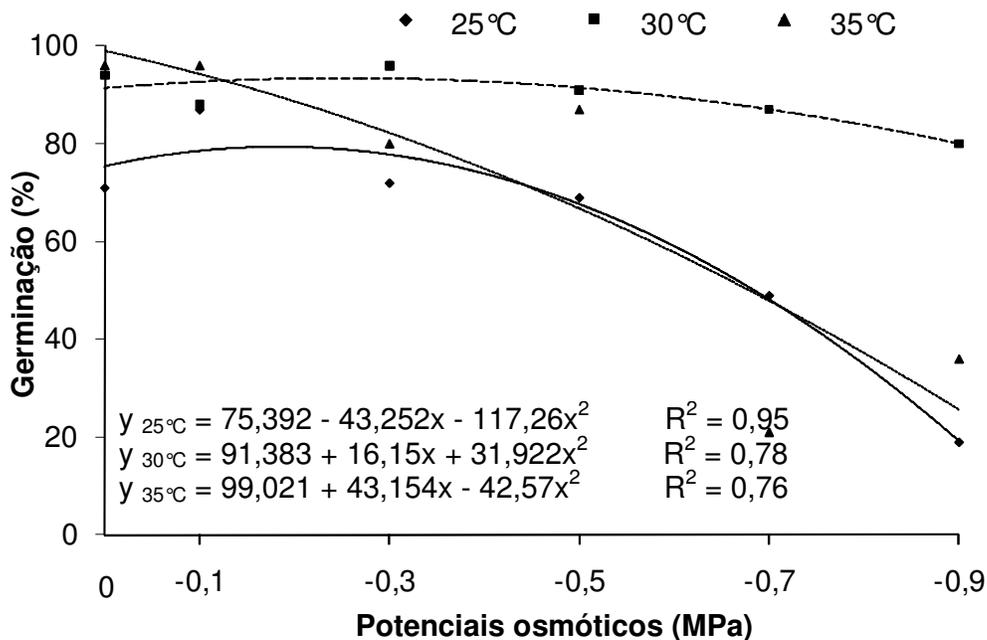


Figura 1. Germinação de sementes de *Crataeva tapia* L. submetidas a estresse hídrico sob diferentes temperaturas.

O baixo desempenho das sementes em potenciais mais negativos ficou mais evidente quando as sementes foram submetidas a temperaturas extremas (25 e 35°C), nas quais se têm o processo de germinação afetado, comprovando a exigência de uma temperatura ideal, em torno de 30°C, para germinação de sementes de *C. tapia*. De acordo com Bradford (1990), a restrição hídrica diminui a velocidade dos processos metabólicos, atrasando ou reduzindo a porcentagem de germinação de sementes de muitas espécies, interferindo na embebição e no alongamento celular do embrião. Além disso, a diminuição do potencial hídrico do meio influencia a absorção de água, comprometendo também a absorção de O₂ pelas sementes (BANSAL et al., 1980).

A germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit foi menor que 50% em potenciais inferiores à -0,6 MPa de manitol (CAVALCANTE, 1993), enquanto que sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. não germinaram em soluções com potenciais menores que -0,6 MPa (ZPEVAK, 1994). Na simulação de estresse hídrico em sementes de *Pterogyne nitens* Tull., verificou-se que o potencial de -1,0 MPa em solução de PEG foi o limite para germinação, enquanto que em soluções com manitol, as sementes germinaram até -2,4 MPa (NASSIF e PEREZ 1997). Tambelini e Perez (1998), estudando os efeitos do estresse hídrico simulado com PEG 6000 ou manitol na germinação de sementes de *Stryphnodendron polyphyllum* Mart., verificaram redução significativa na germinação a partir de -0,9 MPa para manitol e a partir de -0,5 MPa para o PEG 6000.

Em sementes de *Senna spectabilis* (D.C.) Irwin e Barneby, Jeller e Perez (2001) registraram ausência de germinação em potencial de -0,8 MPa. A germinação das sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (BOTELHO e PEREZ, 2001), *Adenantha pavonina* L. (FONSECA e PEREZ, 2003) e de *Ateleia glazioviana* Baill (ROSA et al., 2005) foi sensível ao estresse hídrico simulado com PEG, uma vez que a germinação foi reduzida em potenciais mais negativos. A germinação sementes de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) foi inibida completamente a partir de -0,3 MPa em soluções de PEG 6000 (BRAGA et al., 2008).

A porcentagem de germinação de sementes de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) decresceu significativamente a partir do potencial de -0,1 MPa em soluções de PEG 6000 (BRAGA et al., 2008). O limite para germinação das sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. situou-se entre -0,6 e -0,9 MPa (LIMA e TORRES, 2009).

Foi possível observar redução acentuada no vigor, determinado pela primeira contagem de germinação das sementes de *C. tapia*, causada pelo decréscimo dos níveis de potencial osmótico das soluções de manitol (Figura 2). As respostas das sementes à condição de estresse hídrico imposto pelo manitol nas diferentes temperaturas testadas foram diferenciadas, constatando-se maior vigor quando as sementes foram submetidas às temperaturas constantes de 30 e 35°C com porcentagens de germinação na primeira contagem de 87 e 75% respectivamente, na ausência de estresse hídrico. Enquanto, na temperatura de 25°C as sementes atingiram 63% de germinação, constatando-se o mais baixo desempenho quando submetida às mesmas condições de estresse.

Ocorreram reduções significativas no vigor a partir do potencial -0,3 MPa, sendo menos acentuada na temperatura de 30°C, ao passo que nas temperaturas de 25 e 35°C

este potencial foi prejudicial para o vigor das sementes, sendo o desempenho totalmente inibido no potencial de -0,9 MPa (Figura 2).

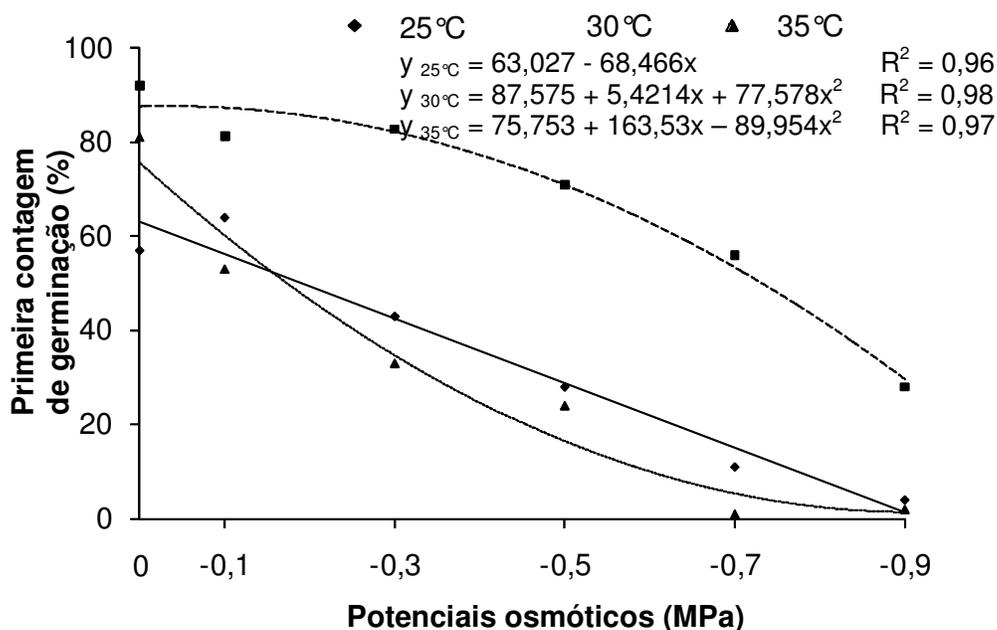


Figura 2. Primeira contagem de germinação de sementes de *Crataeva tapia* L. submetidas a estresse hídrico sob diferentes temperaturas.

Para Perez e Fanti (1998) a intensidade da resposta ao estresse hídrico é variável entre as sementes de diferentes espécies, as quais se comportam de maneira diferenciada à condição de estresse induzida pela redução no potencial osmótico da solução. A redução acentuada da germinação das sementes em maiores concentrações de manitol pode ser atribuída, basicamente, à redução da quantidade de água absorvida pelas sementes, uma vez que não foram constatadas na literatura, informações sobre possíveis efeitos tóxicos provocados por esse agente osmótico. Campos e Assunção (1990) relataram que reduções no vigor de sementes submetidas a estresse hídrico podem ser atribuídas à aparente inibição da síntese e/ou à atividade das enzimas hidrolíticas necessárias à germinação, com o aumento da concentração das soluções osmóticas.

De forma semelhante ao que ocorreu na germinação e no vigor determinado pela primeira contagem de germinação, o índice de velocidade de germinação das sementes foi, também, bastante afetado pelo decréscimo dos níveis de potencial osmótico das soluções de manitol (Figura 3). Os maiores índices (2,94 e 2,88) foram registrados nas

sementes submetidas a temperaturas de 35 e 30°C, respectivamente, no tratamento controle, enquanto que na temperatura de 25°C obteve-se o menor índice no mesmo potencial, confirmando assim a maior resistência das sementes ao estresse hídrico quando submetida a temperatura 30°C. No potencial de -0,9 MPa houve redução mais drástica no vigor das sementes submetidas as temperaturas de 25 e 35°C (Figura 3).

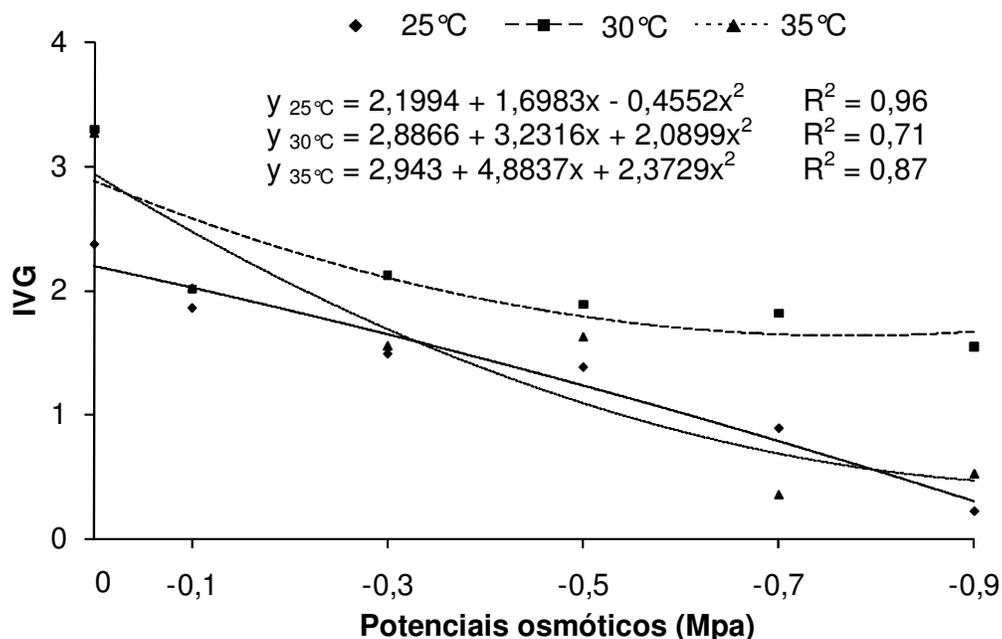


Figura 3. Índice de velocidade de germinação de sementes de *Crataeva tapia* L. submetidas a estresse hídrico sob diferentes temperaturas.

O estresse hídrico pode reduzir tanto a porcentagem quanto a velocidade de germinação (PEREZ e FANTI, 1998) e, para as sementes de *C. tapia* verificou-se que à medida em que se aumentou o potencial osmótico houve uma necessidade de mais tempo para as sementes intumescerem e germinarem, logo constatou-se uma menor velocidade de germinação. Bruni e Leopold (1992) atribuíram as reduções na velocidade de germinação, a provável perda de turgescência protoplasmática, a qual provoca distúrbios na fisiologia celular e danos nos sistemas de biomembranas.

Tanto a porcentagem quanto a velocidade de germinação foi menos afetada quando as sementes foram submetidas à temperatura de 30°C em todos os potenciais testados, o que proporcionou possivelmente, uma embebição mais rápida e, conseqüentemente, aceleração das reações metabólicas que ocorreram durante o processo de germinação das sementes nesta temperatura.

Em trabalhos realizados com sementes de diversas espécies como *Prosopis juliflora* Sw (PEREZ e FANTI, 1998), *Bowdichia virgilioides* Kunth. (SILVA et al., 2001), *Peltophorum dubium* Spreng (BOTHELHO e PEREZ, 2001), *Adenantha pavonina* L. (FONSECA e PEREZ, 2003), *Ateleia glazioviana* Baill (ROSA et al., 2005), *Myracrodruon urundeuva* All. (CARVALHO et al., 2007) e *Gliricidia sepium* Jacq. (FARIAS, 2008) constatou-se sempre redução na velocidade de germinação à medida que o potencial osmótico se tornou mais negativo (-0,4 e -0,5 MPa). Em sementes de *Foeniculum vulgare* Miller o potencial osmótico de -0,1 MPa promoveu reduções significativas na velocidade de germinação (STEFANELLO et al., 2006).

O comprimento das plântulas de *C. tapia* também foi afetado pelos diferentes potenciais osmóticos e temperaturas, de forma mais significativa e semelhante às avaliações das variáveis anteriores, pois houve decréscimo do comprimento das plântulas à medida que os potenciais se tornaram mais negativos (Figura 4). Na temperatura de 30°C foram obtidas plântulas com maior comprimento (14 cm) no tratamento controle, quando comparadas com aquelas que foram submetidas às temperaturas de 25 e 35°C submetidas às mesmas condições de estresse.

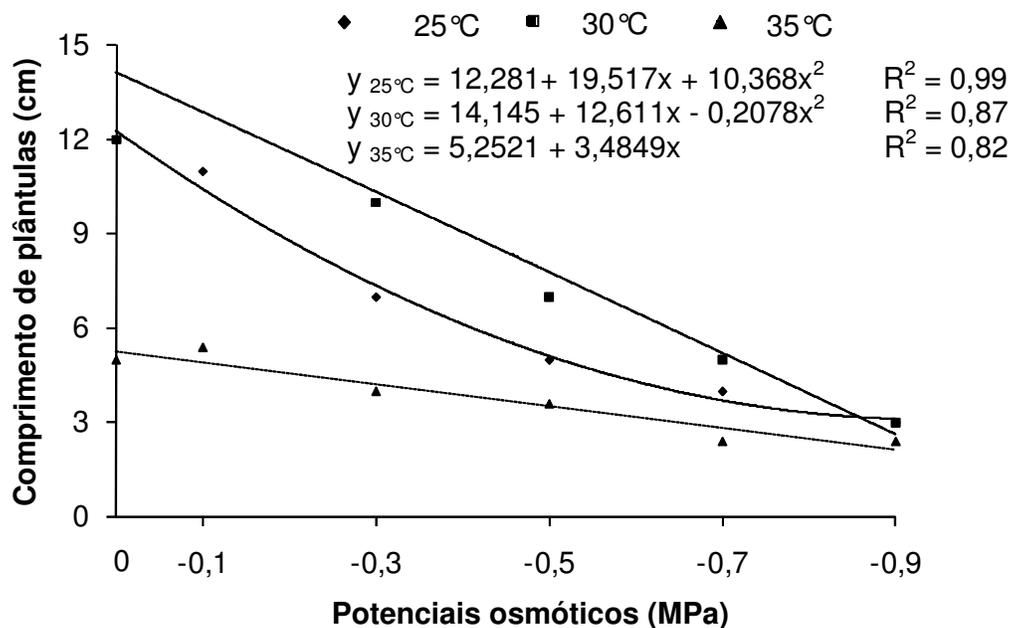


Figura 4. Comprimento de plântulas de *Crataeva tapia* L. oriundas de sementes submetidas a estresse sob diferentes temperaturas.

Observou-se na Figura 4 que o comprimento das plântulas foi mais afetado na temperatura de 35°C, independente dos potenciais osmóticos testados. A partir do

potencial de -0,5 MPa o estresse reduziu drasticamente o vigor das plântulas (comprimento) em todas as temperaturas avaliadas, com efeitos menores na temperatura de 30°C. Além de o estresse hídrico afetar a embebição, a velocidade e a porcentagem de germinação das sementes, o primeiro efeito mensurável da baixa disponibilidade de água é a redução no crescimento das plântulas, causada pela diminuição da expansão celular (KRAMER, 1974; TAIZ e ZEIGER, 2004). Segundo Dell'Aquila (1992), reduções no comprimento de plântulas se deve a mudanças na turgescência celular em função da diminuição da síntese de proteínas em condições de déficit hídrico.

Em *Myracrodruon urundeuva* All. as sementes submetidas ao potencial de -0,6 MPa originaram plântulas com menor comprimento (CARVALHO et al., 2007). As plântulas *Zizyphus joazeiro* Mart. tiveram sua altura significativamente reduzida a partir do potencial osmótico de -0,3 MPa (PEG 6000) (LIMA e TORRES, 2009).

O conteúdo de massa seca das plântulas de *C. tapia* foi influenciado pelos diferentes potenciais hídricos e pelas temperaturas (Figura 5). No tratamento controle o conteúdo de massa seca das plântulas foi de 0,501g plântula⁻¹ na temperatura de 25°C, de 0,655g na temperatura de 30°C e de 0,313g plântula⁻¹ na temperatura de 35°C, a partir daí a massa seca reduziu drasticamente, sendo mais acentuada na temperatura de 25 e 30°C (Figura 5).

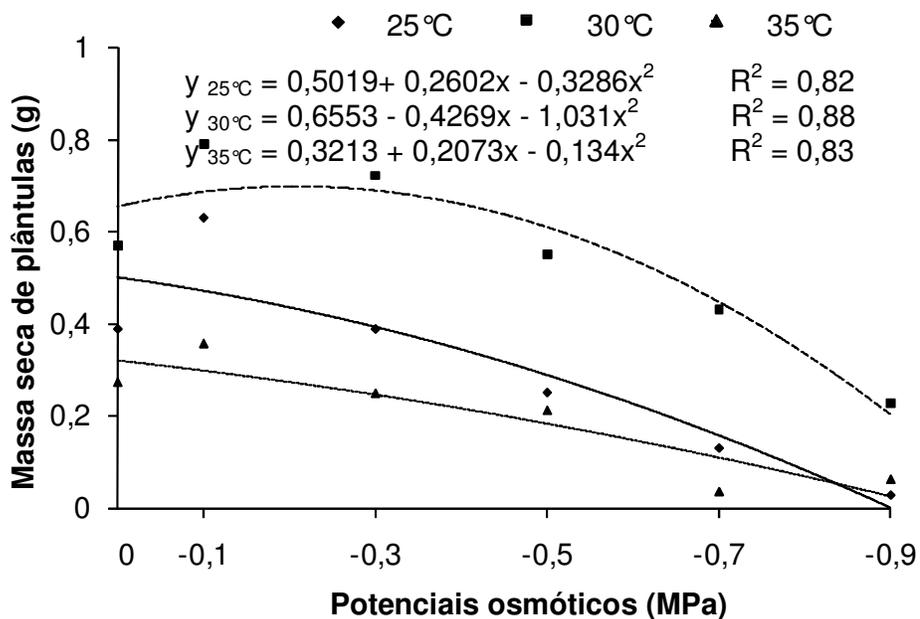


Figura 5. Massa seca de plântulas de *Crataeva tapia* L. oriundas de sementes submetidas a estresse hídrico sob diferentes temperaturas.

A baixa disponibilidade de água atua reduzindo a velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos e, desta forma constatou-se menor desenvolvimento das plântulas de *C. tapia* nessas condições de estresse, resultando em menor comprimento de plântulas e menor acúmulo de massa seca. Bewley e Black (1994) relataram que a redução da massa seca de plântulas em função da restrição hídrica ocorre devido à dificuldade de hidrólise e mobilização das reservas da semente.

Em sementes *Foeniculum vulgare* Miller a diminuição do potencial osmótico promoveu reduções significativas na massa seca das plântulas (STEFANELLO et al., 2006). Para as plântulas de *Myracrodruon urundeuva* All. originadas de sementes submetidas a potencial osmótico a partir de -0,6 MPa Carvalho et al. (2007) verificaram decréscimo na biomassa seca.

Os resultados obtidos com o estresse hídrico em sementes de *C. tapia* têm importância ecológica, pois demonstram que as sementes desta espécie não possuem exigências especiais de água para a sua germinação, principalmente nas fases iniciais do seu ciclo de vida. Este alto limite de tolerância ao estresse hídrico confere a *C. tapia* um caráter adaptativo, propiciando elevada capacidade de estabelecimento de suas plântulas em áreas onde as mais sensíveis à seca não são capazes de sobreviver.

4. CONCLUSÕES

As sementes de *Crataeva tapia* L. são tolerantes ao estresse hídrico até -0,3 MPa;

Na temperatura de 30°C a germinação e o vigor das sementes são pouco afetados pelo estresse hídrico, sendo que o vigor das plântulas resultantes foi drasticamente reduzido;

A germinação e o vigor das sementes de *C. tapia* sofrem mais reduções em função do estresse hídrico nas temperaturas de 25 e 35°C.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGBUYI, E.; COOPER, S.R.; DON, R. Osmotic priming of some herbage grass seed using polyethyleneglycol (PEG). **Seed Science and Technology**, Zürich, v.9, n.3, p.867-878, 1981.

ÁVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; FAGLIARI, J.R.; SANTOS, J.L. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.1, p.98-106, 2007.

BANSAL, R.P.; BHATI, P.R.; SEN, D.N. Differential specificity in water inhibition of Indian arid zone. **Biologia Plantarum**, Praha, v.22, n.2, p.327-331, 1980.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 367p. 1985.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 445p. 1994.

BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUEZ, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (ed.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES. p.83-135. 1993.

BOTELHO, B.A.; PEREZ, S.C.J.G.A. Estresse hídrico e reguladores de crescimento na germinação de sementes de canafístula. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.1, p.43-49, 2001.

BRADFORD, K.J. Water relations analysis of seed germination rates. **Plant Physiology**, Lancaster, v.94, n.3, p.840-849, 1990.

BRAGA, L.F.; SOUSA, M.P.; CESARO, A.S.; LIMA, G.P.P.; GONÇALVES, A.N. Germinação de sementes de pinho-cuiabano sob deficiência hídrica com diferentes agentes osmóticos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.36, n.78, p.157-163, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 398p.

BRAY, C.M. Biochemical processes during the osmopriming of seeds. In: KIGEL, J.; GALILI, G. **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker. p.767-89. 1995.

BRUNI, F.B.; LEOPOLD, A.C. Cytoplasmic glass formation in maize embryos. **Seed Science Research**, New York, v.2, n.4, p.251-253, 1992.

CAMPOS, I.S.; ASSUNÇÃO, M.V. Efeitos do cloreto de sódio na germinação e vigor de plântulas de arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.6, p.837-843, 1990.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. FUNEP: Jaboticabal, 2000. 588p.

CARVALHO, D.M.; VIRGENS, I.O.; TEIXEIRA, N.C.; FERNADEZ, L.G.; CASTRO, R.D.; LOUREIRO, M.B. Avaliação do efeito do estresse hídrico na germinação e vigor de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, 23 a 28 de Setembro, Caxambu - MG, 2007.

CAVALCANTE, A.M.B. **Germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit**. 1993. 92f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Ambiente) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

CRUZ, G.L. **Dicionário de plantas úteis do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1982. 600p.

DELL'AQUILA, A. Water uptake and protein synthesis in germinating wheat embryos under osmotic stress of polyethylene glycol. **Annals of Botany**, Camberra, v.69, n.2, p.167-171, 1992.

FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.9, p.903-909, 2004.

FARIAS, S.G.G. **Estresse osmótico na germinação, crescimento e nutrição mineral da gliricídia (*Gliricidia sepium* Jacq. Walp.)**. 2008. 49f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos.

FONSECA, S.C.L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Ação do polietileno glicol na germinação de sementes de *Adenanthera pavonina* L. e o uso de poliaminas na atenuação do estresse hídrico sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.25, n.1, p.1-6, 2003.

HARDEGREE, S.P.; EMMERICH, W.E. Seed germination in response to polyethylene glycol solution. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.22, n.1, p.1-7, 1994.

HILLEL, D. **Soil and water: physical principles and processes**. New York: Academic Press, 1971. 288p.

JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos dos estresses hídrico e salino e da ação de giberelina em sementes de *Senna spectabilis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.1, p.93-104, 2001.

KRAMER, P.J. Fifty years of progress in water relations research. **Plant Physiology**, Lancaster, v.54, n.4, p.463-471, 1974.

LIMA, B.G.; TORRES, S.B. Estresses hídrico e salino na germinação de sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.4, p.93-99, 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4.ed. Nova Odessa: Plantarum, v.1, 2002. 368p.

MACHADO NETO, N.B.; CUSTÓDIO, C.C.; COSTA, P.R.; DONÁ, F.L. Deficiência hídrica induzida por diferentes agentes osmóticos na germinação e vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.1, p.142-148, 2006.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

NASSIF, M.L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul. - Fabaceae - Caesalpinoideae) submetidas a diferentes condições de estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.19, n.2, p.142-149, 1997.

PEREZ, S.C.J.G.A.; FANTI, S.C. Efeitos do estresse hídrico, salino e térmico no processo germinativo de sementes de *Adenanthera pavonina* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.20, n.1, p.167-177, 1998.

PEREZ, S.C.J.G.A.; FANTI, S.C.; CASALI, C.A. Influência da luz na germinação de sementes de canafístula submetidas ao estresse hídrico. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.3, p.155-156, 2001.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN. 1985. 289p.

PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R.A.; DALVI, L.P.; COCHETO, J.G.; MELO D.F. Ocorrência de *Ascia monusteorseis* (Lepidoptera: Pieridae) danificando mudas de *Crataeva tapia*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.3, p.874-875, 2007.

REGO, S.S.; FERREIRA, M.M.; NOGUEIRA, A.C.; GROSSI, F. Influência de potenciais osmóticos na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Velloso) Brenan (angico-branco) - Mimosaceae. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, supl.2, p.549-551, 2007.

ROSA, L.S.; FELIPPI, M.; NOGUEIRA, A.C.; GROSSI, F. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* Baill (timbó). **Cerne**, Lavras, v.11, n.3, p.306-314, 2005.

SILVA, L.M.M.; AGUIAR, I.B.; MORAIS, D.L.; VIÉGAS, R.A. Estresse hídrico e condicionamento osmótico na qualidade fisiológica de sementes de *Cnidocolus juercifolius*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.1, p.66-72, 2005.

SILVA, L.M.M.; AGUIAR, I.B.; RODRIGUES, T.J.D. Seed germination of *Bowdichia virgilioides* Kunth, under water stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.1, p.115-118, 2001.

STEFANELLO, R.; GARCIA, D.C.; MENEZES, N.L.; MUNIZ M.F.B.; WRASSE, C.F. Efeito da luz, temperatura e estresse hídrico no potencial fisiológico de sementes de funcho. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.2, p.135-141, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed. 719p. 2004.

TAMBELINI, M.; PEREZ, S.C.J.G. Efeito do estresse hídrico simulado com PEG (6000) ou manitol na germinação de sementes de barbatimão (*Stryphonodendron polyphyllum* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.20, n.1, p.226-232, 1998.

YASSEEN, B.T.; ALOMARY, S.S. An analysis of the effects of water-stress on leaf growth and yield of 3 barley cultivars. **Irrigation Science**, New York, v.14, n.3, p.157-162, 1994.

ZPEVAK, F.A. **Efeitos do ácido abscísico, potencial hídrico, temperatura e tratamentos para quebra de dormência na germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth.** 1994. 104f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

**ESTRESSE SALINO E TEMPERATURAS NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE
SEMENTES DE *Crataeva tapia* L.**

ESTRESSE SALINO E TEMPERATURAS NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Crataeva tapia* L.

RESUMO

Crataeva tapia L. é uma espécie florestal pertencente à família Caparidaceae, bastante utilizada como ornamental, frutífera e medicinal. Sabendo que a salinidade limita o crescimento de muitas espécies, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da salinidade sob diferentes temperaturas na germinação e vigor de sementes de *C. tapia*. As soluções salinas foram preparadas utilizando-se como soluto o cloreto de sódio (NaCl), nas concentrações: 0,0 (controle); 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹ diluídas em água destilada e deionizada. Posteriormente as sementes foram distribuídas no substrato e postas para germinar nas temperaturas de 25, 30, 35°C constantes e na temperatura de 20-30°C alternada. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com os os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5 x 4 (cinco níveis de salinidade e quatro temperaturas), em quatro repetições de 25 sementes. Avaliou-se a porcentagem, primeira contagem e índice de velocidade de germinação, bem como o comprimento e massa seca de plântulas. O aumento da concentração salina no substrato provoca redução na germinação e no vigor das sementes de *C. tapia*, especialmente na temperatura de 35°C. Na temperatura de 30°C a germinação e o vigor das sementes são menos afetados pelo estresse hídrico. A *Crataeva tapia* pode ser classificada como halófito, com elevada tolerância à salinidade (NaCl).

Palavras-chave: trapiá; espécie florestal; cloreto de sódio; análise de sementes.

SALT STRESS AND TEMPERATURES IN GERMINATION AND VIGOR OF *Crataeva tapia* L. SEEDS

ABSTRACT

Crataeva tapia L. is a forest species in the Caparidaceae family, enough used as ornamental, fruit and medicinal. Knowing that salinity limits the growth of many species, this study was to evaluate the effect of salinity at different temperatures on the germination and vigor of *C. tapia* seeds. Saline solutions were prepared using as the solute sodium chloride (NaCl), at concentrations of 0,0 (control); 1,5; 3,0; 4,5 and 6,0 dS m⁻¹ diluted in distilled and deionized water. Later the seeds were distributed in the substrate and germinated at 25, 30, 35°C constant and temperature of 20-30°C alternated. The experimental design was randomized, with treatments distributed in factorial 5 x 4 (five salinity levels and four temperatures), with four replications of 25 seeds. Was evaluated the percentage, the first count and germination speed index and the length and dry mass of seedlings. Increasing salt concentration in the substrate causes a reduction in germination and vigor of *C. tapia* seeds, especially in the temperature of 35°C. At temperature 30°C germination and vigor of seeds are less affected by water stress. The *Crataeva tapia* can be classified as a halophyte, with high tolerance to salt (Na Cl).

Key words: trapiá; forest specie; sodium chloride; seed analysis.

1. INTRODUÇÃO

Crataeva tapia é uma planta pertencente à família Caparidaceae, vulgarmente conhecida como trapiá, tapiá, cabaceira, cabaceira-do-pantanal e pau-d'alho, que ocorre desde Pernambuco até São Paulo e Minas Gerais, como também na mata pluvial Atlântica e no Pantanal Mato-Grossense. Suas flores têm importância apícola e os frutos são comestíveis e muito apreciados pela fauna. A espécie é utilizada na medicina popular, sendo as cascas usadas como tônico estomáquico, antidiarreico, febrífugo e o fruto usado no combate às infecções do trato respiratório. Sua madeira é empregada para obras internas em construção, forros, caixotaria e na confecção de canoas e, devido à arquitetura de sua copa possui atributos ornamentais, sendo recomendada para arborização e paisagismo, além de ser destinada ao reflorestamento para recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 2002).

A salinidade, tanto dos solos como das águas é uma das principais causas da redução de rendimento das culturas (FLOWERS, 2004), devido aos efeitos de natureza osmótica, tóxica ou nutricional (VIANA et al., 2004). No entanto, os efeitos dependem, ainda, de outros fatores, como espécie, cultivar, estágio fenológico, tipos de sais, intensidade e duração do estresse salino, manejo cultural e da irrigação, bem como condições edafoclimáticas (TESTER e DAVÉNPORT, 2003). Nesse sentido, a salinidade transforma solos produtivos em improdutivos, o que de certa forma reduz a biodiversidade local e limita o crescimento vegetativo e reprodutivo das plantas, mesmo em baixas concentrações salinas (SHANNON et al., 1994).

Os solos salinos e sódicos não são favoráveis para a germinação das sementes, principalmente em regiões áridas e semi-áridas (NASSIF e PEREZ, 1997), pois o alto teor de sais nos mesmos, especialmente cloreto de sódio pode inibir a germinação, não só devido à seca fisiológica, mais também por ocasionar uma redução do potencial hídrico e, ainda, aumentar a concentração de íons no embrião, ocasionando um efeito tóxico (PRISCO e O'LEARY, 1970). A inibição do crescimento das plantas ocasionada pela salinidade, segundo Tobe e Omasa (2000), se deve tanto ao efeito osmótico, como ao efeito tóxico, resultante da concentração de íons no protoplasma.

A tolerância das plantas aos sais é difícil de ser quantificada porque varia de acordo com fatores ambientais, tais como fertilidade, condições físicas e distribuição de sal no solo, métodos de irrigação, clima e fatores próprios das plantas, como estágio de crescimento e espécie (KOZLOWSKI e PALLARDY, 1997). O excesso de sais solúveis provoca redução do potencial hídrico do solo, induzindo uma menor capacidade de

absorção de água pelas plantas, onde esta redução do potencial hídrico, associada com os efeitos tóxicos dos sais interferem, inicialmente, no processo de absorção de água pelas sementes, o que influencia na germinação das sementes, no vigor das plântulas resultantes e, conseqüentemente, no desenvolvimento normal das plantas (REBOUÇAS, 1989). Esta redução do potencial hídrico associada com os efeitos tóxicos dos sais, além de interferir no processo de absorção de água pelas sementes, influencia na germinação (BEWLEY e BLACK, 1978).

Na determinação da tolerância das plantas ao estresse salino um dos métodos mais difundidos é a observação da capacidade germinativa das sementes nessas condições (LARCHER, 2000), pois a salinidade afeta negativamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas, onde seus efeitos dependem não só da espécie vegetal, mas também do tipo de sal existente no solo (PRISCO, 1980).

Outro fator ambiental que pode interferir na capacidade germinativa de sementes das espécies é a temperatura, cujos efeitos também podem ser avaliados a partir de mudanças ocasionadas na porcentagem e velocidade de germinação ao longo do tempo de incubação (FONSECA e PEREZ, 1999), pois a germinação ocorre em determinados limites de temperatura, dentro das quais existe uma temperatura em que o processo ocorre com maior eficiência (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Geralmente, três pontos críticos podem ser observados, quais sejam, temperatura mínima, máxima e ótima, que são aquelas em que abaixo e acima das quais não ocorre germinação e aquela em que o número máximo de sementes germina em um período de tempo mínimo, respectivamente (FLOSS, 2004). Segundo Marcos Filho (2005) as variações de temperatura afetam a velocidade, a porcentagem e a uniformidade de germinação. Portanto, a temperatura ótima é aquela que possibilita a combinação mais eficiente entre a porcentagem e a velocidade de germinação.

As temperaturas sub-ótimas reduzem a velocidade de germinação, em emergência desuniformidade, talvez em razão do aumento do tempo de exposição ao ataque de patógenos. Por outro lado, temperaturas supra-ótimas aumentam a velocidade de germinação, embora somente as sementes mais vigorosas consigam germinar (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Algumas pesquisas foram desenvolvidas com a finalidade de avaliar a influência da salinidade sobre a germinação e vigor de sementes, a exemplo do trabalho de Perez e Tambelini (1995), que avaliaram o efeito da salinidade no processo germinativo em sementes de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. e verificaram efeito prejudicial mais acentuado na velocidade do que na porcentagem de germinação. Para sementes *Adenanthera*

pavonina L. o limite máximo de tolerância ao sal CaCl_2 ficou entre -1,2 e -1,3 MPa, com porcentagem de germinação de 32% em potencial de -1,2 MPa e inibição total do processo germinativo a -1,3 MPa (FANTI e PEREZ, 1998).

Com relação à germinação das sementes *Anadenanthera pavonina* L. submetidas aos sais KCl, NaCl e CaCl_2 , Fonseca e Perez (1999) verificaram que o aumento da concentração salina no meio germinativo acarretou decréscimo da porcentagem e velocidade de germinação, que na temperatura de 25 e 30°C, o limite máximo de tolerância situou-se entre -1,2 e -1,3 MPa para os sais KCl e CaCl_2 e entre -1,4 e -1,5 MPa para o sal NaCl, enquanto sob temperatura de 35°C os limites máximos de tolerância foram bastante reduzidos. No entanto, Fanti e Perez (2004) não observaram decréscimos na porcentagem de germinação de sementes de *Chorisia speciosa* St. Hil. em presença dos sais NaCl e CaCl_2 até o potencial osmótico de -0,4 MPa, porém a partir de -0,6 MPa, reduções significativas na viabilidade foram registradas nos dois agentes osmóticos.

Diante do exposto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito da salinidade sob diferentes temperaturas, na germinação e vigor de sementes de *Crataeva tapia*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local de condução do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS), do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (CCA - UFPB), em Areia - PB, com frutos de *Crataeva tapia* colhidos em 11 matrizes em de abril de 2009, no município de Remígio - PB.

2.2. Colheita e beneficiamento das sementes

As sementes de *Crataeva tapia* utilizadas foram obtidas de frutos maduros, caracterizados pela coloração amarelada, os quais foram colhidos de 11 plantas matrizes, localizadas em Remígio - PB, no período de abril de 2009. Após a colheita os frutos foram levados para o LAS, onde foram abertos para retirada das sementes, que após passarem por um processo de fermentação por 48 horas para retirada do arilo e, após serem lavadas em água corrente foram colocadas para secar pelo mesmo período citado anteriormente, em condições do laboratório. Antes da instalação do experimento as sementes foram tratadas com o fungicida Captan[®], na concentração de 240g 10.000Kg⁻¹ de sementes, enquanto a água para umedecimento do substrato continha o bactericida nistatina, na concentração de 2 mL por litro de solução.

2.3. Preparo das soluções

Na simulação do estresse salino utilizou-se como soluto o cloreto de sódio (NaCl), nas concentrações: 0,0 (controle); 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹ diluídas em água destilada e deionizada, cujo valor da condutividade elétrica das soluções foi verificado com auxílio de um condutivímetro. No nível zero foi utilizada apenas água destilada para umedecer o substrato. Os valores de condutividade elétrica das soluções de cloreto de sódio foram obtidos pela expressão de Richards (1954), sendo $CS = \frac{0,001(CEs - CEan)Peq}{0,97}$, onde: CS = concentração (g L⁻¹); CEs = condutividade elétrica a 25°C da água da mistura (dS m⁻¹); CEan = condutividade elétrica da água utilizada (dS m⁻¹); Peq = peso equivalente do sal utilizado e 0,97 = porcentagem de pureza estimada do cloreto de sódio.

As quantidades de cloreto de sódio (NaCl g L⁻¹) utilizadas para o preparo das soluções salinas, para posterior umedecimento do substrato estão na Tabela 1.

Tabela 1. Quantidades de cloreto de sódio (NaCl) utilizadas para o preparo das soluções salinas.

CEa (dS m⁻¹)	NaCl (g L⁻¹)
0,004	0
1,500	0,59
3,000	1,18
4,500	1,77
6,000	2,36

2.4. Testes utilizados

2.4.1. Teste de germinação

O teste de germinação foi conduzido em germinadores tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) regulados para os regimes de temperaturas constantes de 25, 30 e 35°C e na temperatura alternada de 20-30°C, com fotoperíodo de oito horas, utilizando lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W). Para cada tratamento utilizou-se 100 sementes, divididas em quatro repetições de 25, as quais foram distribuídas sobre duas folhas de papel toalha umedecidas com as soluções salinas, com a quantidade equivalente a três vezes a massa do papel seco, e posteriormente cobertas com uma terceira e organizadas em forma de rolo. Para a testemunha utilizou-se apenas água destilada para umedecer o papel toalha na mesma quantidade citada anteriormente.

Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes, de 0,04 mm de espessura, para evitar a perda de água por evaporação. As avaliações foram efetuadas diariamente, dos sete aos 11 dias após a instalação do teste, quando o experimento foi encerrado. As contagens foram realizadas considerando-se como critério o de plântulas normais, ou seja, quando haviam emitido a raiz e o hipocótilo.

2.4.2. Primeira contagem de germinação

A primeira contagem de germinação foi efetuada em conjunto com o teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas no sétimo dia após a semeadura.

2.4.3. Índice de velocidade de germinação

O índice de velocidade de germinação foi determinado mediante contagens diárias do número de sementes germinadas, no mesmo horário, dos sete aos 11 dias, cujo índice foi calculado de acordo com a fórmula $IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$, proposta por Maguire (1962), em que: IVG = índice de velocidade de germinação, G_1 , G_2 e G_n = número de plântulas computadas na primeira, segunda e última contagem; N_1 , N_2 , e N_n = número de dias da sementeira à primeira, segunda e última contagem.

2.4.4. Comprimento de plântulas

Após a contagem final do teste de germinação, as plântulas normais de cada tratamento e repetição foram medidas da raiz até a parte aérea, com auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm plântula⁻¹.

2.4.5. Massa seca de plântulas

As mesmas plântulas da avaliação anterior foram colocadas em sacos de papel Kraft e levadas à estufa regulada a 65°C até atingir peso constante (48 horas) e, decorrido esse período, as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g, sendo os resultados expressos em g plântula⁻¹.

2.5. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5 x 4 (níveis de salinidade e temperaturas), com quatro repetições de 25 sementes cada. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão polinomial testando os modelos linear e quadrático, onde se selecionou o modelo significativo de maior ordem (R^2).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A germinação de sementes de *C. tapia* foi afetada pelos níveis de salinidade testados, em que se constatou que quando não houve estresse salino obtiveram-se os maiores percentuais de germinação (73, 100 e 96%) nas temperaturas de 25, 35 e 20-30°C, respectivamente. Na temperatura de 30°C os dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão polinomial, com um valor médio de 95%. A germinação foi reduzida significativamente a partir do nível de salinidade 3,0 dS m⁻¹, com porcentagens de 66% na temperatura de 25°C; 79 % na temperatura de 35°C e 71% na temperatura de 20-30°C, reduzindo para menos de 50% no nível de salinidade 6,0 dS m⁻¹ nas referidas temperaturas (Figura 1).

Este resultado pode ser explicado devido a influência da temperatura no processo germinativo, pois a temperatura mais baixa (25°C) pode ter reduzido o metabolismo das sementes, retardando assim a germinação, enquanto que a temperatura mais elevada (35°C) pode ter provocado desintegração das estruturas protéicas e, em conjunto com o efeito tóxico e a seca fisiológica causada pelos níveis de sais pode ter provocado redução na germinação das sementes.

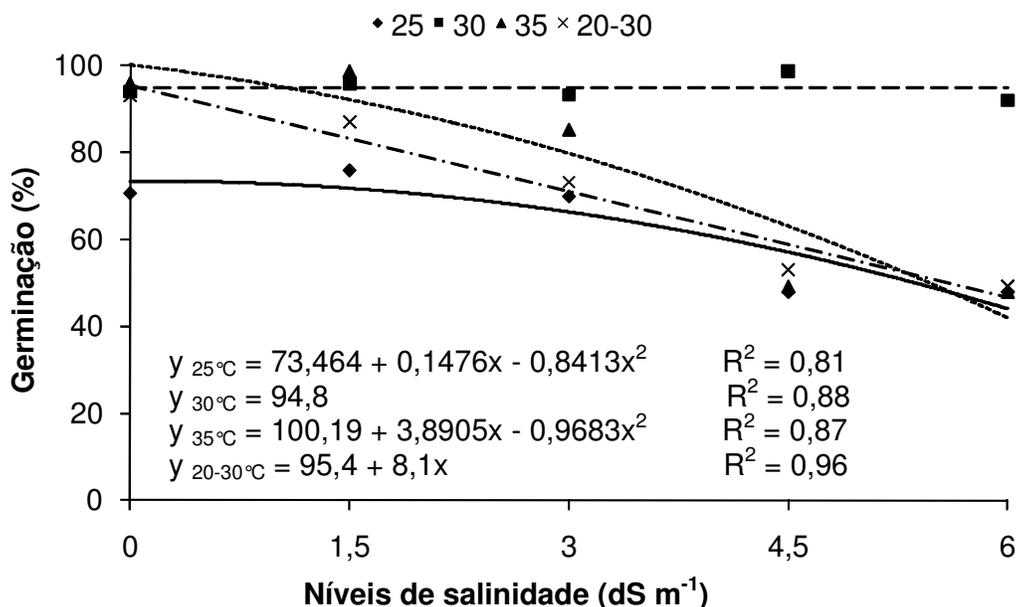


Figura 1. Germinação (%) de sementes de *Crataeva tapia* L. submetidas a estresse salino simulado com NaCl em diferentes temperaturas.

O comportamento da germinação pode ser explicado também pelo fato do excesso dos íons Na⁺ e Cl⁻, os quais tendem a causar intumescência protoplasmática, afetando a

atividade enzimática e resultando principalmente na produção inadequada de energia por distúrbios na cadeia respiratória (LARCHER, 1986). Pizarro (1976) afirmou que, com o aumento da concentração salina na solução do solo, ocorre um aumento da pressão osmótica e, logo a planta não absorve a água do solo, ocasionando distúrbios fisiológicos e morfológicos que dificultam a sobrevivência da planta ao estresse.

Trabalhando com sementes de *Anadenanthera pavonina* L. submetidas a diferentes potenciais osmóticos de NaCl a temperatura de 25°C, Fonseca e Perez (1999) observaram germinação das sementes até o potencial de -1,4 MPa. Para sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr. sob estresse salino simulado com NaCl até o potencial -0,4 MPa houve redução da porcentagem de germinação à medida que os potenciais se tornaram mais negativos (HENICKA et al., 2006). Comportamento diferente ocorreu em *Senna spectabilis* (DC) Irwin et Barn. (JELLER e PEREZ, 2001) e em *Chorisia speciosa* St. Hil. (FANTI e PEREZ, 2004), cuja germinação não reduziu significativamente até o potencial de -0,4 MPa.

Observou-se redução acentuada no vigor determinado pela primeira contagem de germinação das sementes de *C. tapia* submetidas a crescentes níveis de salinidade, com resposta diferenciada à condição de estresse salino imposta pelo NaCl nas diferentes temperaturas testadas (Figura 2).

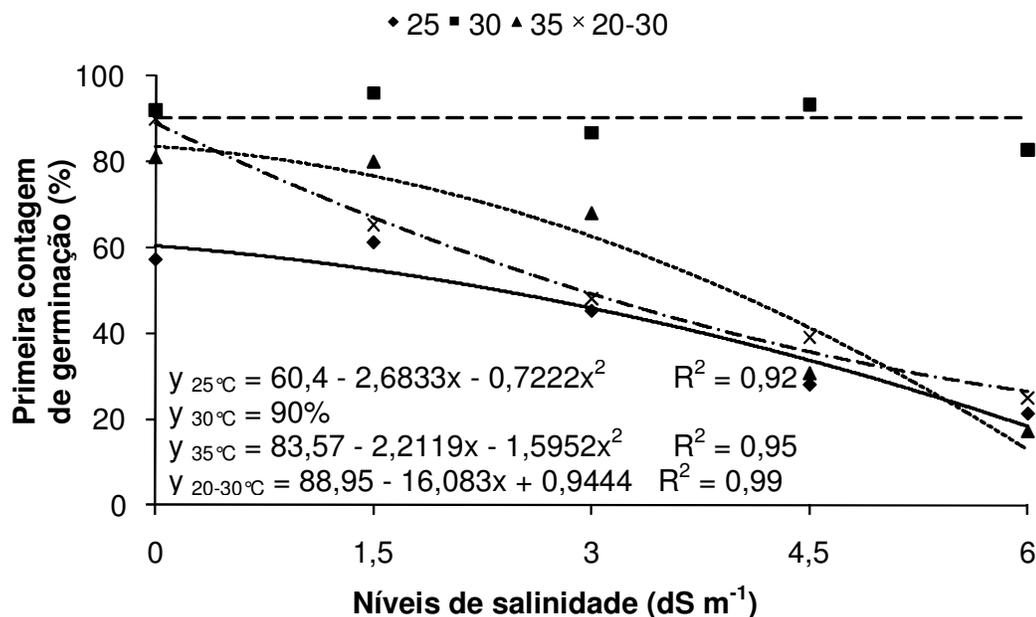


Figura 2. Primeira contagem de germinação (%) de sementes de *Crataeva tapia* L. submetida a estresse salino simulado com NaCl em diferentes temperaturas.

Os dados das sementes submetidas à temperatura de 30°C não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, obtendo-se uma média de 90%. Nas temperaturas de 35 e 20-30°C a germinação das sementes foi reduzida de 62 e 49% para 12 e 26%, respectivamente, quando a concentração salina aumentou de 0,0 para 6,0 dS m⁻¹, enquanto que na temperatura de 25°C constatou-se menor desempenho germinativo, com 60% de germinação no nível zero de salinidade, reduzindo para 18% na concentração mais elevada. Verifica-se ainda que além da salinidade ser prejudicial para as sementes esta temperatura (25°C) contribui para a redução da germinação.

A redução na porcentagem de germinação e o atraso no início do processo germinativo com o aumento do estresse salino podem estar relacionados com a seca fisiológica produzida, pois quando existe aumento da concentração de sais no meio germinativo, há uma diminuição do potencial osmótico e, conseqüentemente, uma redução do potencial hídrico. Esta redução pode afetar a cinética de absorção de água pelas sementes (efeito osmótico), como também elevar a níveis tóxicos a concentração de íons no embrião (efeito tóxico) (CRAMER et al., 1986; TOBE e OMASA, 2000).

De forma semelhante ao que ocorreu na germinação e na primeira contagem de germinação, o índice de velocidade de germinação das sementes foi bastante afetado pelo acréscimo dos níveis de salinidade das soluções de NaCl (Figura 3). Os maiores índices de velocidade de germinação ocorreram no nível zero de salinidade para as sementes incubadas nas temperaturas de 35 e 20-30°C com valores de 3,39 e 3,31, respectivamente, em seguida ocorreram reduções significativas para valores abaixo de 1,5, quando as sementes foram submetidas ao nível de salinidade de 6 dS m⁻¹ nas referidas temperaturas. Nas sementes incubadas na temperatura de 30°C, os dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, com um valor médio de 3,26, enquanto que na temperatura de 25°C o vigor das sementes foi mais afetado, com um valor médio de 2,43 no nível zero de salinidade.

O índice de velocidade de germinação foi eficiente na indicação dos efeitos negativos, tanto dos níveis de sais como das temperaturas, uma vez que aumentando as concentrações salinas a velocidade de germinação foi reduzida. Com relação às temperaturas observou-se que estas também prejudicaram a velocidade de germinação das sementes, sendo que a temperatura de 25 °C foi mais prejudicial para as sementes, independente dos níveis de sais utilizados.

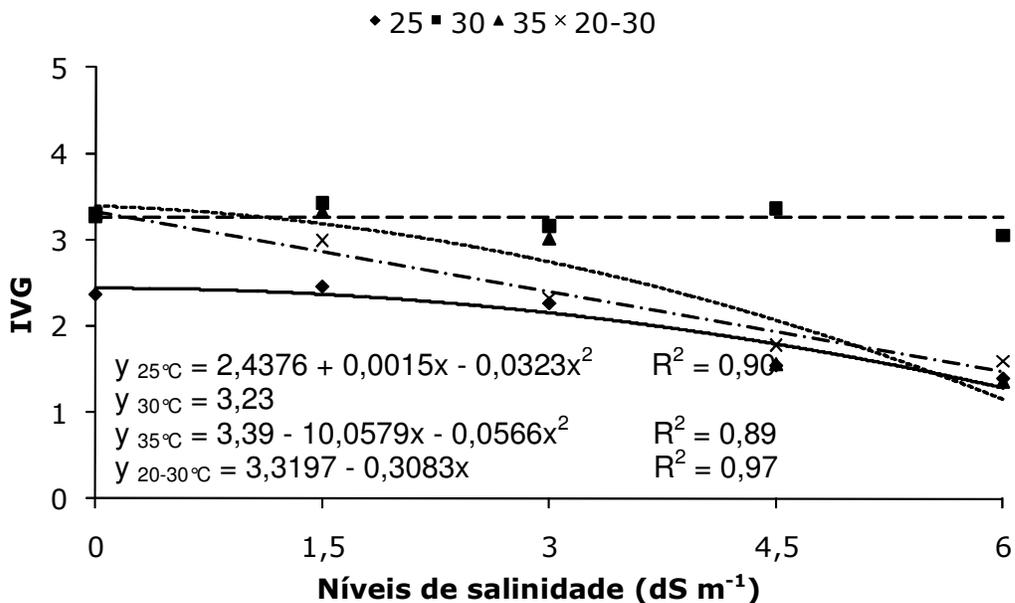


Figura 3. Índice de velocidade de germinação (%) de sementes de *Crataeva tapia* L. submetidas a estresse salino simulado com NaCl em diferentes temperaturas.

O efeito da salinidade no processo germinativo de sementes de *Prosopis juliflora* (Sw.) foi mais acentuado na velocidade do que na porcentagem de germinação (PEREZ e TAMBELINI, 1995). De forma semelhante, Jeller e Perez (1996) trabalhando com sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. submetidas ao estresse salino, constataram redução na velocidade de germinação com o aumento das concentrações de sais. Nassif e Perez (1997) também verificaram que a velocidade de germinação das sementes de *Pterogyne nitens* Tull submetidas ao estresse salino simulado foi mais afetada do que a porcentagem de germinação. Da mesma forma Oliveira et al. (2008) verificou que o índice de velocidade de germinação de *Stylosanthes capitata* Vog. foi afetado pelos níveis de salinidade aplicados, sendo o efeito mais intenso em salinidade a partir de 2,5 dS m⁻¹.

De modo similar ao que ocorreu nas variáveis anteriores, o comprimento de plântulas de *C. tapia* também foi afetado à medida que se aumentou os níveis de salinidade, nas diferentes temperaturas testadas (Figura 4). As sementes submetidas às temperaturas de 30 e 20-30°C no tratamento controle expressaram os maiores comprimentos de plântulas (12 e 13,5cm), respectivamente. Para as sementes submetidas à temperatura de 35°C, no tratamento controle houve redução no comprimentos de plântulas de 4,2 para 3,4cm, no nível de salinidade de 6,0 dS m⁻¹. Em todas as temperaturas avaliadas, a temperatura de 35°C foi a que proporcionou o menor

comprimento de plântulas, sendo esta prejudicial para o desenvolvimento das mesmas, independente das concentrações de sais utilizadas. Os dados da temperatura de 25°C não se ajustaram a nenhum modelo de regressão polinomial, com média de 7,9cm.

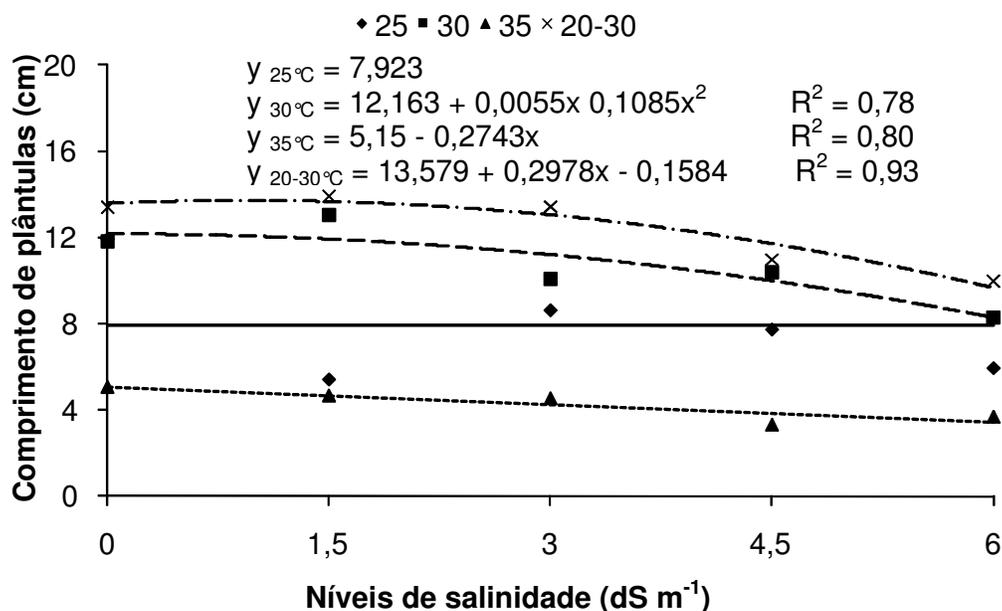


Figura 4. Comprimento de plântulas de *Crataeva tapia* L. oriundas de sementes submetidas a estresse salino simulado com NaCl em diferentes temperaturas.

As plântulas de *Triplaris americana* L. originadas de sementes submetidas a 35°C foram mais afetadas pelo estresse salino, cujo comprimento foi significativamente menor em relação aquelas submetidas às temperaturas de 25, 30 e 20-30°C demonstrando efeito negativo da alta temperatura, aliada ao estresse salino no desenvolvimento de plântulas (CRUZ, 2009).

O conteúdo de massa seca de plântulas de *C. tapia* também foi afetado, de forma mais significativa, pelos diferentes níveis de salinidade de NaCl e temperaturas (Figura 5), em que aquelas de 30 e 20-30°C foram responsáveis pelos maiores conteúdos de massa seca (0,58 e 0,72g planta⁻¹, respectivamente), quando comparadas às temperaturas de 25 e 35°C, ambas no tratamento controle. Em todas as temperaturas avaliadas, novamente a temperatura de 35°C foi a que proporcionou o menor conteúdo de massa seca (0,25g planta⁻¹) no tratamento controle (0,05g/planta) (Figura 5).

Esses resultados, provavelmente ocorreram devido à desestabilização do metabolismo nutricional das plântulas, pois levou a diminuição da produção da matéria seca (SOUZA et al., 2000). Também, à baixa disponibilidade de água, devido ao aumento

na concentração de sais, que dificulta a turgescência dos ápices e, assim impedem o seu crescimento. Este crescimento reduzido diminui o acúmulo de nutrientes na raiz e parte aérea e, conseqüentemente, a produção da matéria seca (SALISBURY e ROSS, 1991).

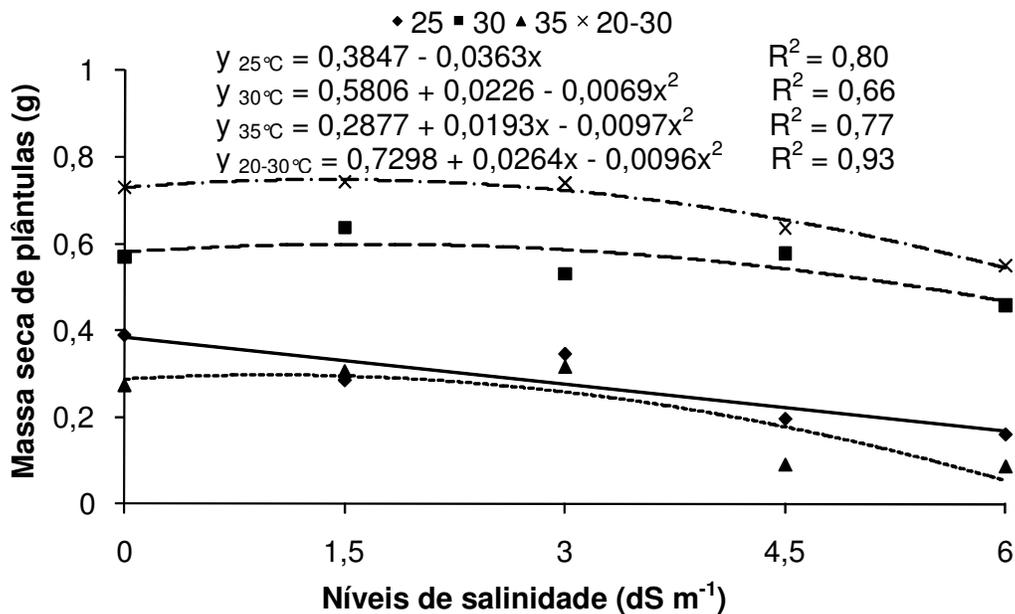


Figura 5. Massa seca de plântulas de *Crataeva tapia* L. oriundas de sementes submetidas a estresse salino simulado com NaCl em diferentes temperaturas.

Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2000), quando trabalharam com soluções nutritivas contendo NaCl, em *Myracrodruon urundeuva* Fr. All., a partir do primeiro nível (50 mol m⁻³) quando ocorreu redução significativa no conteúdo de massa seca. O mesmo comportamento ocorreu com *Copernicia prunifera* (Miller) H.E. Moore, onde a salinidade reduziu a massa seca (HOLANDA, 2006). Souza et al. (2007) trabalhando com sementes de *Physalis angulata* L., constatou que houve redução na produção da massa seca radicular e da parte aérea (caule e folhas) no primeiro nível de NaCl equivalente a 50 mM. Segundo Azevedo Neto e Tabosa (2000), essa redução ocorre pelo desvio da energia do crescimento para a manutenção, reduzindo assim os custos metabólicos de energia associada à adaptação a salinidade e redução no ganho de carbono.

4. CONCLUSÕES

O aumento da concentração salina no substrato reduz a germinação e o vigor das sementes de *Crataeva tapia*, especialmente na temperatura de 35°C;

Na temperatura de 30°C a germinação e o vigor das sementes são menos afetados pela salinidade;

O estresse salino ocasionado por NaCl até o potencial de 3,0 dS m⁻¹ não afeta o desempenho germinativo de sementes de *C. tapia*.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO NETO, A.D.; TABOSA, J.N. Estresse salino em plântulas de milho: parte I análise do crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.2, p.159-164, 2000.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds**: development, germination and growth. Berlim: Springer Verlag, 1978. v.1. 306p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília. Mapa/ACS, 2009. 399p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CRAMER, G.R.; LÄUCHLI, A.; EPSTEIN, E. Effects of NaCl and CaCl₂ on ion activities in complex nutrient solutions and root growth of cotton. **Plant Physiology**, Lancaster, v.81, n.3, p.792-797, 1986.

CRUZ, J.C.M. **Qualidade fisiológica de sementes de *Triplaris americana* L. submetidas ao estresse hídrico e salino em diferentes temperaturas**. 2009, 29f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade federal da Paraíba, Areia.

FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos do estresse hídrico, salino e térmico no processo germinativo de sementes de *Adenanthera pavonina* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.20, n.1, p.167-177, 1998.

FANTI, S.C.; GUALTIERI, S.C.J.; PEREZ, A. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.9, p.903-909, 2004.

FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo que está por trás do que se vê. Passo Fundo: UPF, 2004. 536p.

FLOWERS, T.J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.55, n.396, p.307-319, 2004.

FONSECA, S.C.L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeito de sais e da temperatura na germinação de sementes de olho-de-dragão (*Anadenanthera pavonina* L. - Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 21, n.2, p.70-77, 1999.

HENICKA, G.S.; BRAGA, L.F.; SOUSA, M.P.; CARVALHO, M.A.C. Germinação de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel.) J.F. Macbr.: temperatura, fotoblastismo e estresse salino. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.4, n.1, p.37-46, 2006.

HOLANDA, S.J.R. **Efeito da salinidade induzida no desenvolvimento e crescimento inicial de Carnaúba (*Copernicia prunifera* (Miller) H.E.Moore): suporte a estratégias de restauração em áreas salinizadas**. 2006. 75f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

JELLER, H. E PEREZ, S.C.J.G.A. Estresse salino no processo germinativo de sementes de copaíba. In: SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA, 8, São Carlos, 1996. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, PPG-ERN, 1996. p.290.

JELLER, H. **Efeitos de fatores ambientais e métodos artificiais para superação de dormência em sementes de *Cássia excelsa* Schrad**. 1997. 131f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Ambiente) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

KOZLOWSKI, T.T.; PALLARDY, S.G. **Physiology of woody plants**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1997. 427p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1986. 319p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 4.ed. v.1, 2002. 351p.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**, Madson, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

NASSIF, M.L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul. - Fabaceae - Caesalpinoideae) submetidas a diferentes condições de estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.19, n.2, p.142-149, 1997.

OLIVEIRA, F.A. MEDEIROS, J.F. OLIVEIRA, M.K.T. LIMA, C.J.G.S. GALVÃO, D.C. Efeito da água salina na germinação de *Stylosanthes capitata* Vogel. **Revista Verde**, Mossoró, v.3, n.1, p.77- 82, 2008.

PEREZ, S.C.J.G.A.; TAMBELINI, M. Efeito dos estresses salino e hídrico e do envelhecimento precoce na germinação de algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.11, p.1289-1295, 1995.

PIZZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos**. Fortaleza: SUDENE/DNOCs, 1976. 466p.

PRISCO, J.T. Alguns aspectos da fisiologia do estresse salino. **Revista Brasileira Botânica**, São Paulo, v.3, n.1, p.85-94, 1980.

PRISCO, J.F. O'LEARY, J.W. Osmotic and "toxic" effects of salinity on germination of *Phaseolus vulgaris* L. seeds. **Turrialba**, San Jose, v.20, n.2, 177-84, 1970.

RICHARDS, L.A. **Diagnóstico y rehabilitacion de suelos salinos y sádicos**. México: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. 1954, 172p. Manual de agricultura, 60.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**. Belmont: Wadsworth Publ. 1991. 682p.

SHANNON, M.C.; GRIEVE, C.M.; FRANCOIS, L.E. **Wholeplant response to salinity**. In: Plant-environment interactions. New York: Ed. R.E. Wilkinson, Marcel Dekker, 1994. p.199-244.

SILVA, F.A.M.; MELLONI, R.; MIRANDA, J.R.P.; CARVALHO, J.G. Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. **Cerne**, Lavras, v.6, n.1, p.52-59, 2000.

SOUSA, M.P.; BRAGA, L.F.; BRAGA, J.F.; SÁ, M.E.; MORAES, M.L.T. Influência da temperatura na germinação de sementes de sumaúma (*Ceiba pentandra* (Linn.) Gaertn. - Bombacaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.22, n.1, p.110-119, 2000.

SOUZA, N.K.R.; ALCÂNTARA JÚNIOR, J.P.; AMORIM, S.M.C. Efeito do estresse salino sobre a produção de fitomassa em *Physalis angulata* L. (Solanaceae). **Revista Acadêmica**, Curitiba, v.5, n.4, p.379-384, 2007.

TESTER, M.; DAVÉNPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, Oxford, v.19, n.5, p.503-527, 2003.

TOBE, K.; LI, X.; OMASA, K. Seed germination and radicle growth of a halophyte, *Kalidium caspicum* (Chenopodiaceae). **Annals of Botany**, Oxford, v.85, n.3, p.391-396, 2000.

VIANA, S.B.A.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; SOARES, F.A.L.; CARNEIRO, P.T. Índices morfofisiológicos e de produção de alface sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.1, p.23-30, 2004.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)