



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL
CAMPUS DE PATOS – PB**

**ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS DA GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE ARAPIRACA (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.)**

Romário Bezerra e Silva

Engenheiro Florestal

Patos – Paraíba – Brasil

2008



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL
CAMPUS DE PATOS - PB**



**ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS DA GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE ARAPIRACA (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.)**

Romário Bezerra e Silva

Orientador: Prof. Dr. Antonio Lucineudo de Oliveira Freire

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos/PB, para a obtenção do Grau de Engenheiro Florestal.

Patos – Paraíba – Brasil

2008



Biblioteca Setorial do CDSA. Junho de 2022.

Sumé - PB

FICHA CATALOGADA NA BIBLIOTECA SETORIAL DO CAMPUS DE
PATOS - UFCG

S586a
2008

Silva, Romário Bezerra.

Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de arapiraca
(*Acacia farnesiana* (L.) Wild.)/ Romário Bezerra Silva - Patos -
PB: CSTR/UFCG, 2008.

21p. il.

Orientador (a): Antonio Lucineudo de Oliveira Freire.

Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Centro de
Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina
Grande.

1 – Fisiologia Vegetal. I - Título

CDU: 581.1



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL
CAMPUS DE PATOS – PB



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS DA GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE ARAPIRACA (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.)**

AUTOR: ROMÁRIO BEZERRA E SILVA

**ORIENTADOR: Prof. Dr. ANTONIO LUCINEUDO DE OLIVEIRA
FREIRE**

Monografia aprovada como parte das exigências para à obtenção do Grau de Engenheiro Florestal pela Comissão Examinadora composta por:

Prof. Dr. ANTONIO LUCINEUDO DE OLIVEIRA FREIRE (UAEF/UFCG)
Orientador

Profa. M. Sc. SÉFORA GIL GOMES DE FARIAS (UATA/UFCG)
1º Examinador

Profa. Dra. IVONETE ALVES BAKKE (UAEF/UFCG)
2º Examinador

Patos (PB), 28 de novembro de 2008

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	ix
SUMMARY	x
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1. A temperatura e a germinação de sementes.....	03
2.2. Os estresses hídrico e salino e seus efeitos na germinação de sementes.	05
3. MATERIAL E MÉTODOS	08
3.1. Generalidades.....	08
3.2. Experimento I – Efeitos da temperatura na germinação.....	09
3.3. Experimento II – Efeitos dos estresses hídrico e salino na germinação.....	09
3.4. Parâmetros avaliados.....	10
3.4.1. Porcentagem de germinação.....	10
3.4.2. Índice de Velocidade de Germinação (IVG).....	10
3.5. Análises estatísticas.....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4.1. Efeitos da temperatura na germinação.....	12
4.2. Efeitos dos estresses hídrico e salino na germinação.....	13
5. CONCLUSÕES	17
6. REFERÊNCIAS	18

BIOGRAFIA DO AUTOR

ROMÁRIO BEZERRA E SILVA – Nasceu em 04 de outubro de 1985, no município de Pombal/PB. Em 2000 concluiu o Ensino Fundamental, na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Arruda Câmara, Pombal/PB. Em 2003 concluiu o Ensino Médio, na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Arruda Câmara. Em 2008 concluiu o curso de Engenharia Florestal, pela Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos/PB, onde foi bolsista remunerado do Programa de Iniciação Científica (PIBIC), por um período de dois anos na área de Fisiologia Vegetal.

Aos meus pais,

José da Silva Filho e Maria do Socorro Bezerra Sousa e Silva

As minhas irmãs

Raissa Maritein Bezerra e Silva e Roaga Bezerra e Silva

A minha namorada

Séfora Gil Gomes de Farias

DEDICO

A minha avó

Margarida Bezerra

As minhas tias

Maria de Fátima e Lúcia de Fátima

Ao meu padrinho

Francisco Gomes de Freitas

A minha cunhada

Sara Gil Gomes de Farias

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus;

A minha família, que sempre contribuiu para minha educação;

A minha namorada Séfora Gil Gomes de Farias;

Aos meus primos Aléssio, Acélio e Fernando;

Ao professor Antonio Lucineudo de Oliveira Freire, pela amizade e orientação nesta monografia;

Aos membros da Banca Examinadora, Prof.^a Dr.^a Ivonete Bakke e Prof.^a M.Sc. Séfora Gil Gomes de Farias, pela disponibilidade da participação e pelas valiosas contribuições;

Aos meus amigos de república Diego, Válber, Wladmir, Abel, Clécio, Tibério, Andrey, Alberto, Thiago, Júnior, por estarmos juntos durante a caminhada acadêmica;

Aos colegas de curso, principalmente a turma 2004.1 (Osilene, Roberta, Pedro, Carla, Shyrlei, Daniel, Gilmar), José Aminthas e Allyson;

As secretárias da UAEF, Ednalva e Ivanice.

Aos professores do Curso de Engenharia Florestal, que de forma positiva contribuíram para minha formação;

A todos aqueles que porventura tenha esquecido de citar seus nomes e que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho e em minha graduação, meus sinceros agradecimentos.

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Porcentagem de germinação e Índice de velocidade de Germinação (IVG) de sementes de arapiraca em função da temperatura.....	12
Tabela 2. Porcentagem de germinação de sementes de arapiraca em função de diferentes potenciais osmóticos de soluções de PEG-6000 e NaCl.....	13
Tabela 3. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de arapiraca em função de diferentes potenciais osmóticos de soluções de PEG-6000 e NaCl.....	14

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Arapiraca. Detalhe da árvore (A), do tronco (B), dos frutos (C) e das sementes (D).....	08

SILVA, Romário Bezerra. **Aspectos Ecofisiológicos da Germinação de Sementes de Arapiraca (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.)**. 2008. Monografia (Graduação) Curso de Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos-PB, 2008.

RESUMO - O processo de germinação é afetado por uma série de condições intrínsecas e extrínsecas, dentre as quais umidade, temperatura, luz e oxigênio. Estudos a respeito das necessidades ecofisiológicas para a germinação das espécies são importantes para o conhecimento da biologia das mesmas. Este estudo teve como objetivos determinar a temperatura ideal para a germinação de sementes de arapiraca, e verificar os efeitos dos estresses hídrico e salino na germinação dessas sementes. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande, Patos-PB. Testaram-se as temperaturas de 20, 25, 30 e 35 °C, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições, com 25 sementes por repetição. O substrato foi umedecido com 12 mL de água destilada. Foi avaliada também a germinação das sementes em soluções de Polietileno glicol (PEG-6000) e o cloreto de sódio (NaCl) em oito potenciais osmóticos (0, -0,3; -0,6; -0,9; -1,2; -1,5; -1,8 e -2,1 MPa), para simular estresses hídrico e salino, respectivamente. Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 2 x 8, em delineamento inteiramente casualizado, em quatro repetições de 25 sementes cada. As sementes de arapiraca apresentaram uma ampla faixa de temperatura para germinação, ficando esse valor entre 20 e 35 °C. Essa espécie demonstrou ser tolerante ao estresse hídrico, mas não ao estresse salino, durante a germinação.

Palavras-chave: Estresse hídrico, estresse salino, temperatura.

SILVA, Romário Bezerra. **Ecophysiologic aspects of Arapiraca (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.) seed germination**. 2008. Monography (Graduation) Forest Engineer Course. CSTR/UFCG, Patos-PB, 2008.

SUMMARY – The germination process is affected by a series of intrinsic and extrinsic conditions such as humidity, temperature, light and oxygen. Studies about the ecophysiologic needs for germination in species are important for the knowledge about their biology. This study had the objective of determining the ideal temperature for the arapiraca seed germination and verifying the effect of hydric and salt stresses in the germination of these seeds. The experiments were conducted in the Plant Physiology Laboratory in the Health and Rural Technology Center in the Federal University of Campina Grande, Patos (PB). Temperatures of 20, 25, 30 and 35 °C were tested, distributed in totally casualized delineation with 4 repetitions and 25 seeds each. The substrate was moistened with 12 mL of distilled water. The seed germination in solutions of Poly (ethylene-glycol) (PEG-6000) and Sodium Chloride (NaCl) in eight osmotic potentials (0, -0,3; -0,6; -0,9; -1,2; -1,5; -1,8 e -2,1 MPa) were evaluated to stimulate hydric and salt stresses, respectively. The treatments were distributed in 2x8 factorial scheme in a totally casualized delineation, in 4 repetitions of 25 seeds each. The arapiraca seeds presented a wide range of temperature for germination, varying from 20 to 35 °C. This species demonstrated to be tolerant to hydric stress during the germination, but not to the salt stress.

Keywords: Hydric stress, salt stress, temperature.

1. INTRODUÇÃO

O processo de germinação é afetado por uma série de condições intrínsecas e extrínsecas, dentre as quais umidade, temperatura, luz e oxigênio. Entretanto, o conjunto é essencial para que o processo se realize normalmente, e a ausência de uma delas impede a germinação da semente. A habilidade de uma semente germinar sob amplo limite de condições é definida como a manifestação de seu vigor, dependendo, entre outros fatores, das condições ambientais encontradas no local onde foi semeada.

Estudos a respeito das relações hídricas são importantes para o conhecimento da biologia das sementes. A habilidade de tolerar a dessecação apresentada pelas sementes ortodoxas, podendo sobreviver durante longos períodos sob condições adversas, tem sido o mecanismo adaptativo que permite a distribuição de plantas em climas hostis (BRADFORD, 1995).

As variações da temperatura afetam não apenas o total de germinação, como também a velocidade e a uniformidade do processo. Desta forma são necessários conhecimentos referentes aos efeitos das diferentes temperaturas e às possíveis oscilações que possam ocorrer nesse período, com a finalidade de determinar valores máximos e mínimos, acima e abaixo dos quais a germinação não ocorre.

Nos últimos anos tem se intensificado o interesse na propagação de espécies florestais nativas, devido à ênfase atual nos problemas ambientais, ressaltando-se a necessidade de recuperação de áreas e recomposição da paisagem. Entretanto, não há conhecimento disponível para o manejo e análise das sementes na maioria dessas espécies, de modo a fornecer dados que possam caracterizar seus atributos físicos e fisiológicos. Há, também, a necessidade de se obter informações básicas sobre a germinação, cultivo e potencialidade dessas espécies nativas, visando sua utilização para os mais diversos fins.

Ao processo intenso e contínuo de exploração e devastação de matas nativas, que resulta no extermínio de várias espécies com potencial para múltiplos usos, soma-se a carência de informações sobre as espécies nativas tropicais, o que dificulta a adoção de práticas conservacionistas ou de recuperação de áreas degradadas por saís.

Informações sobre as necessidades ecofisiológicas da germinação das espécies são importantes, uma vez que a germinação é o primeiro processo a ser

afetado por condições adversas, e o sucesso do estabelecimento das espécies depende da habilidade das plântulas superarem essas condições e se estabelecer em qualquer área.

São numerosas as informações a respeito das necessidades ecofisiológicas para a germinação de sementes agrícolas e espécies florestais exploradas em grande escala. No entanto, pouco se sabe sobre essas necessidades ecofisiológicas da germinação das espécies da caatinga e, no que se refere à espécie arapiraca, essas informações são inexistentes na literatura. Para os trabalhos de recuperação de áreas degradadas, é necessário que se conheça o comportamento das espécies a serem empregadas em relação às condições de solo e clima da área a ser recuperada. Muitas vezes são empregadas espécies que não se adaptam às condições climáticas e/ou de solo da região simplesmente por não se conhecer as necessidades ecofisiológicas das espécies utilizadas nesses programas de recuperação.

A arapiraca (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.), pertencente à família *Leguminosae*, é uma árvore com altura média de 4 a 7 m, com copa larga e baixa, de 15 a 35 cm de diâmetro e tronco curto e tortuoso. Planta decídua, heliófita, seletiva xerófila, pioneira, característica e exclusiva de formações secundárias de terrenos secos e pedregosos. É utilizada para construções civis, dormentes, lenha, carvão, moirões e pode ser utilizada para paisagismo em geral (LORENZI, 1998).

Sendo assim, este trabalho teve como objetivos:

- a) Conhecer as necessidades térmicas da germinação de sementes de arapiraca, estabelecendo a temperatura ideal para experimentos de germinação;
- b) Verificar os efeitos dos estresses hídrico e salino no processo germinativo dessas sementes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A temperatura e a germinação de sementes

As sementes constituem a via de propagação mais empregada na implantação de plantios. A busca de conhecimentos sobre as condições ótimas para os testes de germinação das sementes, principalmente dando ênfase aos efeitos da temperatura desempenha papel fundamental dentro da pesquisa científica e fornece informações valiosas sobre a propagação das espécies.

Qualquer fator ambiental que ocorra em valores extremos pode causar um estresse biológico. Assim, altas temperaturas também podem ter consequências drásticas para as sementes, não somente porque a germinação pode não ocorrer, mas também porque a semente pode progressivamente perder sua habilidade de germinar em temperaturas mais baixas (HEYDECKER, 1973).

A temperatura é de extrema importância para a germinação de sementes, influenciando tanto a percentagem final de germinação, como também a velocidade do processo (BRAGA *et al.*, 1999). Influencia ainda a absorção de água pela semente e as reações bioquímicas que regulam o metabolismo necessário para iniciar o processo de germinação (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Os estresses produzidos por altas temperaturas podem levar à inibição térmica, à dormência térmica ou à perda de viabilidade. O primeiro caso refere-se às sementes que não geminam em altas temperaturas, mas o fazem quando transferidas para temperaturas ótimas; o segundo caso, à uma dormência induzida por altas temperaturas, que só é superada por tratamentos especiais antes de serem transferidas para baixas temperaturas (PEREZ & MORAES, 1991).

Os trabalhos realizados com espécies arbóreas nativas do Brasil, testando os dois regimes de temperatura, mostraram que dentro da faixa citada anteriormente (20 a 30°C), as sementes que germinam bem em temperatura constante apresentam também bom desempenho germinativo em temperatura alternada. Esse comportamento foi constatado por Silva *et al.* (2002) com sementes de *Myracrodruon urundeuva*. Outras espécies, contudo, requerem temperatura alternada de 20-30 °C para que ocorra boa germinação, como verificaram Silva & Aguiar (2004) para sementes de *Cnidoscylus phyllacanthus*.

A qualidade das sementes tem influência na germinação, havendo modificação nas exigências dos lotes quanto à melhor temperatura a ser usada (POPINIGIS, 1985). Quanto à influência da temperatura na absorção de água, verificou-se que a embebição é mais rápida a 30 °C do que a 20 °C (BURCH & DELOUCHE, 1959).

Os limites extremos de temperatura de germinação fornecem informações de interesse biológico e ecológico, onde sementes de diferentes espécies apresentam faixas distintas de temperatura para a germinação (DAU & LABOURIAU, 1974; LABOURIAU & PACHECO, 1978). Dentro dessas faixas, pode ser considerada como temperatura ótima aquela na qual a mais alta porcentagem de germinação é obtida, dentro do menor espaço de tempo. Seriam consideradas ainda a mínima e a máxima, respectivamente, como a mais baixa e a mais alta temperatura onde não ocorre germinação (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989).

A temperatura exerce influência no processo germinativo, tanto por agir sobre a velocidade de absorção de água, como sobre as reações bioquímicas que determinam todo o processo; afetando, portanto, não só a porcentagem de germinação, como também a velocidade com que esse processo ocorre (BEWLEY & BLACK, 1994; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Enfocando a germinação como resultado de uma série de reações bioquímicas, observa-se a existência de estreita dependência da temperatura. Como em qualquer reação química, existe uma temperatura ótima na qual o processo se realiza mais rápida e eficientemente, variável entre as diferentes espécies (BEWLEY & BLACK, 1994).

A temperatura adequada para a germinação de sementes de espécies arbóreas vem sendo determinada por alguns pesquisadores. Como exemplo, foram definidas como ótimas para a germinação, a temperatura de 25 °C para as sementes de *Stevia rebaudiana* Bert (RANDI & FELIPPE, 1981), 30 e 35 °C para as sementes de *Prosopis juliflora* (PEREZ & MORAES, 1991) e 25 e 30 °C para sementes de *Mabea fistulifera* Mart. (LEAL FILHO & BORGES, 1992).

Estudando temperaturas limites para a germinação de sementes de três espécies leguminosas, Berganton & Perez (1992) verificaram que as sementes de *Dinizia excelsa* apresentaram inibição do processo germinativo entre 10 e 15 °C e entre 35 e 40 °C; para as espécies *Stryphnodendron pulcherrimum* e *Parkia pendula*,

o limite mínimo de germinação observado foi entre 10 e 15 °C e o máximo entre 40 e 45°C.

Pesquisando a influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de itaubarana (*Acosmium nitens* (Vog.) Yakovlev), espécie arbórea da Amazônia, Varela *et al.* (2005) observaram que a temperatura de 30 °C, juntamente com o substrato vermiculita, mostrou-se mais adequada para a germinação das sementes, pois além da alta taxa de germinação (97%), a velocidade do processo germinativo ocorreu com o tempo médio de aproximadamente 5 dias.

2.2 Os estresses hídrico e salino e seus efeitos na germinação de sementes

No processo de germinação das sementes, a primeira etapa na seqüência de eventos que culminam com a retomada do crescimento do embrião (emissão da radícula) é a embebição. Todas as sementes, exceto as dotadas de tegumento impermeável (sementes duras), embebem-se ou reidratam-se quando expostas à água. A absorção de água dá início a uma série de processos físicos, fisiológicos e bioquímicos no interior da semente, os quais, na ausência de outro fator limitante, resultam na emergência da plântula (POPINIGIS, 1985).

Vários fatores podem limitar a embebição, dentre eles estão a composição e permeabilidade do tegumento, a disponibilidade de água no ambiente, a área de contato solo-semente, a temperatura, a pressão hidrostática e a condição fisiológica da semente (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989; MIAN & NAFZIGER, 1994).

No que se refere à influência dos fatores ambientais sobre o desenvolvimento dos vegetais, o fator água tem sido muito estudado visando encontrar espécies ou variedades mais resistentes ao período de seca. Particularmente sobre o processo germinativo, ficou estabelecido que potenciais hídricos muito negativos, especialmente no início da embebição, influenciam a absorção de água pelas sementes, podendo inviabilizar a seqüência de eventos do processo germinativo (BANSAL *et al.*, 1980).

A disponibilidade e a velocidade do fluxo de água para a semente são determinadas pela diferença de potencial hídrico entre a semente e o solo (VILLELA *et al.*, 1991). A emergência da radícula ocorrerá somente se o conteúdo hídrico da semente exceder um valor crítico, que pode variar dependendo da composição e

proporções relativas entre o eixo embrionário e os tecidos de reserva (BRADFORD, 1986). A diminuição do potencial hídrico do meio pode retardar ou reduzir a velocidade de germinação em muitas espécies vegetais, por interferir na embebição (PRISCO & O'LEARY, 1970).

O estresse hídrico geralmente atua diminuindo a velocidade e a percentagem de germinação, sendo que para cada espécie existe um valor de potencial hídrico externo abaixo do qual a germinação não ocorre (ADEGBUYI *et al.*, 1981).

Em condições de laboratório, por conveniência, estudos com a finalidade de verificar os efeitos do estresse hídrico na germinação são realizados utilizando-se soluções de manitol e polietileno glicol, já que estes compostos são quimicamente inertes e não-tóxicos às sementes (THILL *et al.*, 1979).

O déficit hídrico altera a permeabilidade da membrana e as propriedades do tonoplasto, permitindo a interação entre proteínas citoplasmáticas e enzimas degradativas, ou, ainda, aumentando a degradação de proteínas por estimular a síntese de enzimas proteolíticas. Além disso, promove redução no armazenamento de ATP, desacoplamento de elétrons na fosforilação oxidativa e danos nas membranas celulares (KRAMER, 1974). O potencial hídrico do meio altera a difusibilidade da água para toda a semente, assim como causa inibição na respiração (HSIAO, 1973; BARRUETO CID, 1978), mas a resposta respiratória de plantas sob estresse hídrico limitado ainda é objeto de controvérsia (BELL *et al.*, 1977).

A tolerância ao estresse hídrico varia com a espécie vegetal estudada, desde pequenas reduções na percentagem de germinação até inibição total da germinação. *Triticum aestivum* apresentou decréscimo na percentagem de germinação a partir de -15,0 bar e inibição total a -21,0 bar (ASHRAF & ABUSHAKRA, 1978). *Cratylia floribunda* sofreu um atraso na germinação a -7,0 bar, e a -17,0 bar ocorreu inibição total (BARRUETO CID, 1978). Já em *Stylosanthes humilis*, redução significativa da germinação foi observada a -6,0 bar, mas a -18,0 bar algumas sementes ainda germinaram (DELACHIAVE, 1984). Thanos & Skordiles (1982) observaram, em estudos com *Pinus halepensis*, que ocorreu inibição total da germinação a -21,0 bar.

Em sementes de algarobeira (*Prosopis juliflora* D.C.), Perez & Moraes (1991) observaram que diminuição do potencial hídrico do meio de germinação causou decréscimo na percentagem e velocidade de germinação, e que a espécie

apresentou resistência ao estresse hídrico, já que a -19,0 bar algumas sementes ainda germinaram.

A salinidade é uma condição de solo que ocorre principalmente em regiões semi-áridas, onde a baixa pluviosidade não permite a lixiviação do excesso de sais da camada de solo explorada pelas culturas. Além do estresse hídrico, a salinidade é um problema cada vez maior para a agricultura, sendo que o aumento das áreas para fins de agricultura prejudica a vegetação nativa em consequência dos efeitos tóxicos e osmóticos dos sais na germinação e crescimento das plantas. Quanto aos mecanismos de adaptação à salinidade, muitos trabalhos têm sido feitos referentes à fisiologia da resistência das plantas a essa condição adversa do solo (CAMPOS & ASSUNÇÃO, 1990; FONSECA & PEREZ, 1999).

No que diz respeito à resposta ao estresse salino, tanto halófitas como glicófitas respondem de maneira similar ao aumento da intensidade do estresse, reduzindo o número total de sementes germinadas e a velocidade de germinação (PEREZ & TAMBELINI, 1995). A concentração salina que causa atraso e a redução no número de sementes germinadas depende da tolerância ao sal de cada espécie.

Um dos efeitos dos sais é a redução da porcentagem de germinação. A magnitude da redução desta variável, quando comparada ao controle, serve como um indicador da tolerância da espécie à salinidade. As sementes são especialmente vulneráveis aos efeitos da salinidade, observando-se inicialmente uma diminuição na absorção de água, modificando conseqüentemente o processo de embebição. Cavalcante & Perez (1995), verificaram que a germinabilidade e a velocidade de germinação foram inversamente proporcionais ao aumento da concentração de NaCl do meio, com supressão da germinação entre 300 e 330 mM de NaCl; além disso, a exposição das sementes ao estresse salino prolongado induziu dormência secundária nas sementes mais vigorosas.

Em sementes de soja, Santos *et al.* (1992) verificaram que os sais NaCl, Na₂SO₄ e CaCl₂ afetaram mais a germinação das sementes do que o manitol, sendo que nas maiores concentrações houve menor porcentagem de germinação, cujo efeito foi mais acentuado nas sementes de baixo vigor. Verificaram também que o número de plântulas anormais e de sementes não germinadas aumentou à medida em que houve aumento nas concentrações dos sais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Generalidades

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos (PB), de julho de 2007 a julho de 2008.

As sementes foram obtidas a partir de planta matriz localizada no Viveiro Florestal da UFCG, Campus de Patos (Figura 1). Inicialmente foi realizada uma triagem manual das sementes, no sentido de garantir maior uniformidade de tamanho, coloração e melhor estado de conservação das mesmas.

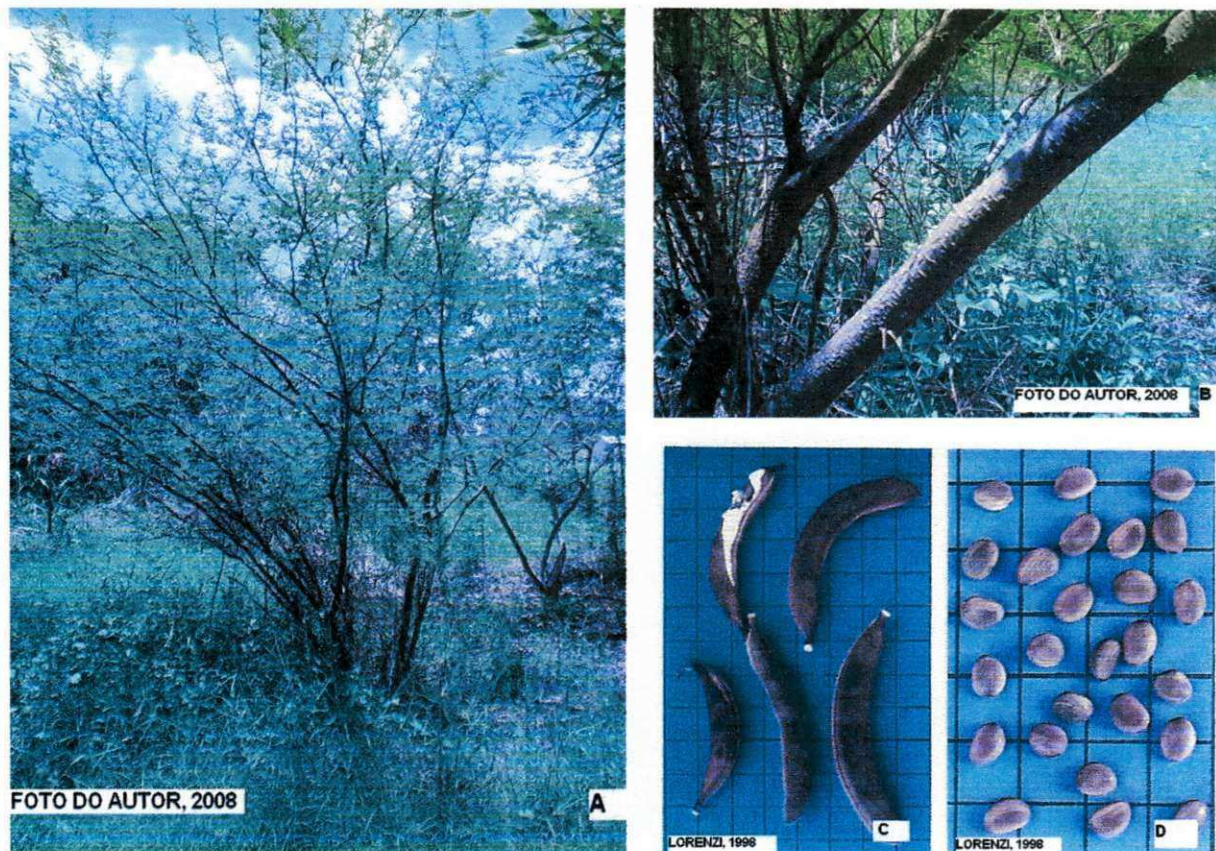


Figura 1. Arapiraca. Detalhe da árvore (A), do tronco (B), dos frutos (C) e das sementes (D).

As caixas gerbox e o substrato (papel germibox) utilizados nos experimentos foram submetidos à esterilização em autoclave. Para o preparo das soluções, foi utilizada água destilada, acrescida do fungicida Captan a 2% (p/v), para evitar o desenvolvimento de fungos, e de Nistatina (2%) (v/v), para prevenir o desenvolvimento de bactérias.

As sementes foram esterilizadas através da imersão em solução de hipoclorito de sódio (5%) durante dois minutos e depois lavadas com água destilada. Em seguida, quatro grupos de 25 sementes foram colocados em caixas gerbox, forradas com papel germibox, o qual foi umedecido com 12 mL da solução teste específica (água destilada, cloreto de sódio ou polietileno glicol-6000), de acordo com os tratamentos.

3.2 Experimentos I – Efeitos da temperatura na germinação

Após a esterilização, a lavagem e a distribuição das sementes nas caixas gerbox, as mesmas foram colocadas em germinador (tipo B.O.D.).

As temperaturas testadas foram 20, 25, 30 e 35 °C. O experimento foi distribuído em delineamento inteiramente casualizado e cada tratamento foi repetido quatro vezes, com 25 sementes por repetição. O substrato foi umedecido com 12 mL de água destilada.

3.3 Experimentos II – Efeitos dos estresses hídrico e salino na germinação

Após a determinação da temperatura adequada para a germinação das sementes, foi conduzido o segundo experimento, para a verificação dos efeitos dos estresses hídrico e salino na germinação das sementes.

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 2 x 8, com 4 repetições, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado. Foram testados os agentes osmóticos, o polietileno glicol 6000 (PEG) e cloreto de sódio (NaCl), em oito potenciais osmóticos (0, -0,3; -0,6; -0,9; -1,2; -1,5; -1,8 e -2,1 MPa).

As quantidades de PEG necessárias para se atingir os potenciais osmóticos acima foram calculadas de acordo com tabela citada por Villela *et al.* (1991). Para o

NaCl, a quantidade necessária foi calculada segundo a equação de Van't Hoff, citada por Salisbury & Ross (1992):

$$\Psi\pi = -i.C.R.T$$

onde:

$\Psi\pi$ = potencial osmótico (bar);

i = coeficiente isotônico;

C = concentração da solução, expressa em moles de solução por Kg de água;

R = constante universal dos gases ($0,0831 \text{ kg bar K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$);

T = temperatura ($^{\circ}\text{K}$).

3.4 Parâmetros avaliados

Diariamente foi realizada a contagem do número de sementes germinadas, e essa contagem foi encerrada quatro dias após ter sido observada a última germinação. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram extensão radicular maior ou igual a 2 mm. Após a contagem, as sementes germinadas eram descartadas.

A partir dos dados obtidos, foram calculadas a porcentagem e a velocidade de germinação.

3.4.1 Porcentagem de germinação

A porcentagem de germinação foi calculada de acordo com Fanti & Perez (1998):

$$G\% = A/N * 100$$

Onde:

A = N° de sementes germinadas

N = N° de sementes colocadas para germinar

3.4.2 Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

Para o cálculo da velocidade de germinação, foi utilizado o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) (MAGUIRE, 1962):

$$IVG = \sum (n_i/t_i)$$

Onde:

n_i = número de sementes germinadas no i-ésimo dia;

t_i = tempo, em dias, para germinação.

3.5. Análises estatísticas

Para a realização das análises estatísticas, os valores de porcentagem de germinação foram transformados em $\sqrt{\%}$, para diminuir a variabilidade entre os tratamentos. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, onde se utilizou o software ASSISTAT.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efeitos da temperatura na germinação

Não foi verificada diferença estatística entre as temperaturas quanto à porcentagem de germinação e o IVG (Tabela 1), mostrando que as sementes dessa espécie possuem uma ampla faixa de temperatura para germinação (20 a 35 °C).

Tabela 1. Porcentagem de germinação e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de arapiraca em função da temperatura.

Temperatura (°C)	Germinação (%)	IVG
20	84,00 a	5,28 a
25	82,00 a	5,12 a
30	81,00 a	5,06 a
35	77,00 a	4,80 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Esses resultados concordam com os obtidos por Ataíde *et al.* (2003) em sementes de pitaya vermelha (*Hylocerus undatus*), que observaram as maiores porcentagens de germinação em temperaturas entre 20 a 35°C. Adotou-se, então, a temperatura de 20 °C para a condução do experimento com os estresses hídrico e salino.

Em espécies tropicais, Leal Filho & Borges (1992) salientaram que pouco se conhece sobre as exigências das sementes quanto à temperatura para a germinação, principalmente para as espécies de vegetação secundária. As sementes apresentam comportamento variável em relação a esse fator, não havendo uma temperatura ótima e uniforme para todas as espécies; e a faixa de 20 a 30 °C tem sido adequada para grande número de espécies subtropicais e tropicais (BORGES & RENA, 1993). Em sementes de urucum (*Bixa orellana* L.), Gomes & Bruno (1992) observaram que as maiores porcentagens de germinação foram obtidas sob temperatura alternada de 20-35°C, em substrato rolo de papel.

Estudos sobre a influência da temperatura na germinação das sementes são essenciais para o entendimento dos aspectos ecofisiológicos e bioquímicos (LABOURIAU, 1983; BEWLEY & BLACK, 1994), sendo que a faixa de temperatura

ótima é aquela onde ocorre a germinação máxima no menor tempo médio (LABOURIAU, 1983). A temperatura de 20 °C para a germinação também foi considerada como a temperatura ideal por Ferreira *et al.* (2001) em várias espécies de *Asteraceae*, e por Ranieri *et al.* (2003), em sementes de *Lavoisiera cordata*.

4.2 Efeitos dos estresses hídrico e salino na germinação

No experimento com estresse hídrico e salino, verificou-se que houve interação significativa entre o agente osmótico e os potenciais osmóticos aplicados.

Não foi observada diferença significativa do PEG na germinação de sementes (Tabela 2) e no IVG (Tabela 3). As sementes de arapiraca demonstraram alta tolerância ao estresse hídrico nesse estágio do crescimento, pois mantiveram alta taxa de germinação (93%) em potenciais hídricos tão baixos como -2,1 MPa (Tabela 2). Percebe-se, então, que a redução na quantidade de água disponível para as sementes não foi suficiente para prejudicar a germinação das mesmas.

Tabela 2. Porcentagem de germinação de sementes de arapiraca em função de diferentes potenciais osmóticos de soluções de PEG-6000 e NaCl.

Ψ_w (MPa)	PEG-6000	NaCl
0	78 a A	84 a A
-0,3	84 a A	77 a A
-0,6	86 a A	85 a A
-0,9	76 a A	23 b B
-1,2	85 a A	17 b BC
-1,5	87 a A	0 b C
-1,8	94 a A	0 b C
-2,1	93 a A	0 b C

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Dentre os fatores que limitam a embebição da semente e posterior germinação está a disponibilidade de água no ambiente (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989; MIAN & NAFZIGER, 1994). Particularmente sobre o processo germinativo, Bansal *et al.* (1980) afirmaram que potenciais hídricos muito negativos,

especialmente no início da embebição, influenciam a absorção de água pelas sementes, podendo inviabilizar a seqüência de eventos do processo germinativo. No entanto, essa influência negativa do baixo potencial hídrico na germinação não foi observada nas sementes de arapiraca (Tabelas 2 e 3), evidenciando tolerância da espécie a essa condição adversa, durante a fase de germinação.

Tabela 3. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de arapiraca em função de diferentes potenciais osmóticos de soluções de PEG-6000 e NaCl.

Ψ_w (MPa)	PEG-6000	NaCl
0	4,87 a A	5,20 a A
-0,3	5,24 a A	4,25 b A
-0,6	5,36 a A	4,92 a A
-0,9	4,73 a A	0,87 b B
-1,2	5,04 a A	0,41 b B
-1,5	5,44 a A	0 b B
-1,8	5,56 a A	0 b B
-2,1	5,81 a A	0 b B

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Contrariamente aos resultados obtidos, vários trabalhos têm demonstrado redução na germinação de sementes de muitas espécies à proporção que se reduziu o potencial hídrico do substrato. E essa tolerância ao estresse hídrico varia com a espécie vegetal estudada, apresentando desde pequenas reduções até inibição total da germinação. *Triticum aestivum* apresentou decréscimo na percentagem de germinação a partir de -15,0 bar e inibição total a -21,0 bar (ASHRAF & ABU-SHAKRA, 1978). *Cratylia floribunda* revelou um atraso na germinação a -7,0 bar e a -17,0 bar ocorreu inibição total (BARRUETO CID, 1978). Já em *Stylosanthes humilis*, redução significativa da germinação foi observada a -6,0 bar, mas a -18,0 bar algumas sementes ainda germinaram (DELACHIAVE, 1984). Thanos & Skordiles (1982) observaram, em estudos com *Pinus halepensis*, que ocorreu inibição total da germinação a -21,0 bar.

Em sementes de algarobeira (*Prosopis juliflora*) Perez & Moraes (1991) observaram que diminuição do potencial hídrico do meio de germinação acarretou decréscimo na percentagem e velocidade de germinação, e que a espécie apresenta resistência ao estresse hídrico, já que a -19,0 bar algumas sementes ainda germinaram.

Quanto ao estresse salino, observou-se que diminuição do potencial osmótico proporcionado pelo aumento na quantidade de NaCl na solução causou redução gradativa na germinação das sementes (Tabela 2) e no IVG (Tabela 3), chegando-se a valores nulos na germinação em potenciais osmóticos inferiores a -1,2 MPa. Nota-se também que o NaCl foi mais prejudicial às sementes do que o PEG, mostrando a baixa tolerância da arapiraca à salinidade. Esse efeito mais prejudicial do NaCl na germinação pode ser um reflexo do efeito tóxico desse sal nas sementes, uma vez que elas podem não ter sido eficientes em impedir sua absorção. Como o PEG é um composto quimicamente inerte e não-tóxico às sementes, sua ação é puramente osmótica, impedindo a absorção de água pelas sementes (THILL *et al.*, 1979), enquanto que o NaCl pode exercer efeito tanto tóxico como osmótico, interferindo, dessa forma, no processo germinativo. A redução na absorção de água e a entrada de íons em quantidades suficientes para causar toxicidade às sementes são consideradas por Ferreira & Rebouças (1992) como as principais causas da inibição da germinação de sementes em condições de salinidade.

Redução na germinação em virtude do aumento na salinidade do substrato foi verificada por vários pesquisadores. Cavalcante & Perez (1995) observaram que a germinabilidade e a velocidade de germinação foram inversamente proporcionais ao aumento da concentração de NaCl do meio, com supressão da germinação entre 300 e 330 mM de NaCl; além disso, a exposição das sementes ao estresse salino prolongado induziu dormência secundária nas sementes mais vigorosas.

Estudando os efeitos de potenciais hídricos e osmóticos na germinação de sementes de jurema-preta, através do uso do PEG e NaCl, Bakke *et al.* (2006) mostraram que essa espécie da caatinga apresentou baixa tolerância ao estresse causado pelo NaCl, sendo classificada como glicófito, e que reduções nos potenciais osmóticos e hídricos causaram reduções tanto na germinação das sementes, como no índice de velocidade de germinação (IVG) das mesmas.

Furtado *et al.* (2007) e Benedito *et al.* (2008) verificaram redução gradativa na germinação de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) e moringa (*Moringa*

oleífera), respectivamente, à proporção que a condutividade elétrica da solução aumentou.

As sementes são especialmente vulneráveis aos efeitos da salinidade, observando-se inicialmente uma diminuição na absorção de água, modificando conseqüentemente o processo de embebição. Em seguida, são também afetados os processos de divisão e alongação celular, assim como a mobilização das reservas indispensáveis para a ocorrência do processo de germinação (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989). Conforme bem estabelecido na literatura, um dos efeitos dos sais é a redução da porcentagem de germinação e a magnitude dessa redução, quando comparada ao controle, serve como um indicador da tolerância da espécie à salinidade (MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1989; SILVA *et al.*, 1992).

5. CONCLUSÕES

As sementes de arapiraca apresentaram uma ampla faixa de temperatura para germinação, ficando esse valor entre 20 e 35 °C.

As sementes demonstraram ser tolerantes ao estresse hídrico, mas não ao estresse salino, comportando-se como uma glicófito.

6. REFERÊNCIAS

- ADEGBUYI, E.; COOPER, S.R.; DON, R. Osmotic priming of some herbage grass seed using polyethyleneglycol (PEG). **Seed Science and Technology**, v.9, p.867-878, 1981.
- ASHRAF, C.M.; ABU-SHAKRA, S. Wheat germination under low temperature and moisture stress. **Agronomy Journal**, Madison, v.70, p.135-139, 1978.
- ATAÍDE, E.M; ALMEIDA, E.J.; JESUS, N.; MARTINS, A.B.G.; BARBOSA, J.C. Efeito de diferentes temperaturas na germinação de Sementes de pitaya (*Hylocerus undatus*). In: Reunião Anual da Sociedade Interamericana de Horticultura Tropical, 49, 2003, Fortaleza-CE, Brasil. **Anais...** p.88. 2003.
- 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.) Poret seed germination. **Caatinga**, Mossoró, v.19, p.261-267, 2006.
- BANSAL, R.P.; BHATI, P.R.; SEN, D.N. Differential specificity in water inhibition of Indian arid zone. **Biologia Plantarum**, v.22, p.327-331, 1980.
- BARRUETO CID, L.P. **Efeito do potencial hídrico sobre a embebição, a respiração e a germinação de leguminosa *Cratylia floribunda***. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1978. (Dissertação de Mestrado).
- BELL, D.T.; KOEPPE, D.E.; MILLER, R.J. The effects of drought stress on respiration of isolated corn mitochondria. **Plant Physiology**, Baltimore, v.48, p.413-415, 1977.
- BENEDITO, C.P.; RIBEIRO, M.C.C.; TORRES, S.B. Salinidade na germinação da semente e no desenvolvimento das plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.39, p.463-467, 2008.
- BERGANTON, A.V.; PEREZ, S.C.J.G.A.. Temperaturas limites para germinação e comportamento da planta sob estresse hídrico de três espécies leguminosas. **Revista UNIMAR**, Marília, v.14, p.1-17, 1992.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
- BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. **Germinação de sementes**. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. Sementes florestais tropicais. Brasília: ABRATES, 1993. p.83-135.
- BRADFORD, K.J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortScience**, v.21, p.1105-1112, 1986.
- BRADFORD, K.J. Water relations in seed germination In: KIEGEL, J.; GALILI, S. (Ed) **Seed development and germination**. New York, Marcel Dekker Inc., 1995. p. 351-396.

BRAGA, L.F.; SOUSA, M.P.; BRAGA, J.F.; SÁ, M.E. Efeito da temperatura na germinação de sementes de purui (*Boroja sorbillis* (Duque) Cuatre. – Rubiaceae): morfologia das sementes e das plântulas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, p.47-52, 1999.

BURCH, T.A; DELOUCHE, J.C. Absorption of water by seeds. **Proceedings Association of Seed Analasys**, v.49, p.142-150, 1959.

CAMPOS, I.S.; ASSUNÇÃO, M.V. Efeito do cloreto de sódio na germinação e vigor de plântulas de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.25, p.837-843, 1990.

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

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

DAU, L.; LABOURIAU, L.G.. Temperature control of seed germination in *Perekia aculeata* Mill. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.46, p.311-322, 1974.

DELACHIAVE, M.E.A. **Efeito de diferentes potenciais de água sobre alguns aspectos fisiológicos da germinação de sementes de *Stylosanthes guyanensis* (AUBL) Sw.** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 1984. 85p. (Tese de Doutorado)

FANTI, S. C. & PEREZ, S. C. J. G. de A. Efeitos do estresse hídrico, salino e térmico no processo germinativo de sementes de *Adenantha pavonina* L. (Effects of water, salt and thermic stresses on the germination process of *Adenantha pavonina* L seeds.). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.20, p.167-177. 1998.

FERREIRA, A.G.; CASSOL, B.; ROSA, S.G.T.; SILVEIRA, T.S.; STIVAL. A.L.; SILVA, A.A. Germinação de sementes de Asteraceae nativas do Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasília**. V.15, p. 231-242, 2001.

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

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**, Brasília, v.21, p.70-77, 1999.

FURTADO, R.F.; MANO, A.R.O.; ALVES, C.R.; FREITAS, S.M.; MEDEIROS FILHO, S.M. Efeito da salinidade na germinação de sementes de algodoeiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, p.224-227, 2007.

- GOMES, S.M.S.; BRUNO, R.L. Influência da temperatura e substratos na germinação de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.14(1), p.47-50, 1992.
- HEYDECKER, W. Stress and seed germination. In: KHAN, A.A. **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination**. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1973. p.237-282.
- HSIAO, T.C. Plant responses to water stress. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.24, p.519-570, 1973.
- KRAMER, P.J. Fifty years of progress in water relations research. **Plant Physiology**, Baltimore, v. 54, p.463-471, 1974.
- LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: OEA, 1983.
- LABOURIAU, L.G.; PACHECO, A. On the frequency of isothermal germination in seeds of *Dolichos biflorus* L. **Plant and Cell Physiology**, v.19, p.507-512, 1978.
- LEAL FILHO, N.; BORGES, E.E.L. Influência da temperatura e da luz na germinação de sementes de canudo de pito (*Mabea fistulifera* Mart.) **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, p.57-60, 1992.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2 ed. Nova Odessa: Plantarum, 1998.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, p. 176-7, 1962.
- MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. New York: Pergamon Press, 1989. 270p.
- MIAN, M.A.R.; NAFZIGER, E.D. Seed size and water potential effects on germination and seedling growth of winter wheat. **Crop Science**, Madison, v.34, p.169-171, 1994.
- PEREZ, S.C.J.G.A.; MORAES, J.A.P.V. Influência do estresse hídrico e do pH no processo germinativo da algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, p.981-988, 1991.
- 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, p.1289-1295, 1995.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.
- PRISCO, J.T.; O'LEARY, J.W. Osmotic and toxic effects of salinity on germination of *Phaseolus vulgaris* L. seeds. **Turrialba**, v.20, p.177-184, 1970.
- RANDI, A.M.; FELIPPE, G.M. Efeito da temperatura, luz e reguladores de crescimento na germinação de *Stevia rebaudiana* Bert. **Ciência e Cultura**, Fortaleza, v.33, p.404-411, 1981.

RANIERI, B.D.; LANA, T.C.; NEGREIROS, D.; ARAÚJO, L.M.; FERNANDES, G.W. Germinação de sementes de *Lavoisiera cordata* e *Lavoisiera francavillana* (Melastomataceae), espécies simpátricas da Serra do Cipó, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**. V.17, p.523-530. 2003.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant Physiology**. Belmont: Weidsworth Publishing, 1992. 540p.

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

SILVA, L.M.M.; AGUIAR, I.B. Efeito dos substratos e temperaturas na germinação de sementes de *Cnidoscylus phyllacanthus* Pax & Hoffm. (faveleira). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.1, p.9-14, 2004.

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 Arvore**, v.26, p.691-697, 2002.

SILVA, M.J.; SOUZA, G.J.; BARRERO NETO, M.; SILVA, J.V. Seleção de três cultivares de algodoeiro para tolerância à germinação em condições salinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.4, 655-659, 1992.

THANOS, C.A.; SKORDILES, A. The effects of light, temperature and osmotic stress on the germination of *Pinus halepensis* and *P. brutia* seeds. **Seed Science and Technology**, v.15, p.163-174, 1982.

THILL, D.C.; SCHIMMAN, R.D.; APPLEBY, A.P. Osmotic stability of mannitol and polyethyleneglycol 20.000 solutions used as seed germination media. **Agronomy Journal**, Madison, v.71, p.105-108, 1979.

VARELA, V.P.; COSTA, S.S.; RAMOS, M.B.P. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de itaubarana (*Acosmium nitens* (Vog.) Yakovlev) – Leguminosae, Caesalpinioideae. **Acta Amazonica**, Manaus, v.35, p.35-39, 2005.

VILLELA, F.A.; DONI-FILHO, L.; SEQUEIRA, E.L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, p.1957-1968, 1991.