



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
SETOR DE SILVICULTURA  
LABORATÓRIO DE ECOLOGIA VEGETAL**



**INVASÃO BIOLÓGICA POR *Parkinsonia aculeata* L. (Fabaceae) NO  
SEMIÁRIDO PARAIBANO: UMA ABORDAGEM VOLTADA PARA  
ECOFISIOLOGIA DE SEMENTES**

Pollyanna Freire Montenegro Agra

Areia - PB  
Fevereiro – 2010

# **Livros Grátis**

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

Milhares de livros grátis para download.

Pollyanna Freire Montenegro Agra

**INVASÃO BIOLÓGICA POR *Parkinsonia aculeata* L. (Fabaceae) NO  
SEMIÁRIDO PARAIBANO: UMA ABORDAGEM VOLTADA PARA  
ECOFISIOLOGIA DE SEMENTES**

Comitê de Orientação:  
Dr. Leonaldo Alves de Andrade  
Dr<sup>a</sup>. Edna Ursulino Alves

Areia - PB  
Fevereiro – 2010

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

A277i Agra, Pollyanna Freire Montenegro.  
Invasão biológica por *Parkinsonia aculeata* L. (Fabaceae) no semiárido  
paraibano: uma abordagem voltada para ecofisiologia de sementes / Pollyanna  
Freire Montenegro Agra - Areia: UFPB/CCA, 2010.

73f. : il.

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

Bibliografia.

Orientador: Leonardo Alves de Andrade

1. Sementes - ecologia 2 . Sementes – invasão biológica 3 . Ecologia de  
sementes 4 . Sementes - germinação 5. Ecofisiologia de sementes 6. Ecologia  
vegetal 7. Meio ambiente I. Andrade, Leonardo Alves (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 631.53.01: 581.52

Pollyanna Freire Montenegro Agra

**INVASÃO BIOLÓGICA POR *Parkinsonia aculeata* L. (Fabaceae) NO SEMIÁRIDO PARAIBANO: UMA ABORDAGEM VOLTADA PARA ECOFISIOLOGIA DE SEMENTES**


Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de Ecologia Vegetal e Meio Ambiente, da Universidade Federal da Paraíba, CCA, Areia, PB, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre.

Areia - PB  
Fevereiro – 2010

**INVASÃO BIOLÓGICA POR *Parkinsonia aculeata* L. (Fabaceae) NO SEMIÁRIDO PARAIBANO: UMA ABORDAGEM VOLTADA PARA ECOFISIOLOGIA DE SEMENTES**

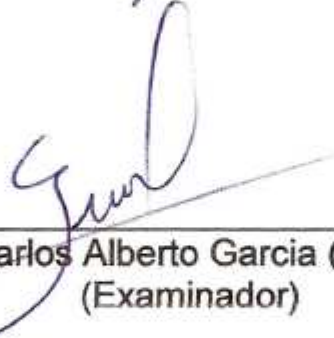
Dissertação aprovada pela Banca Examinadora em: 23/ 02/ 2010

BANCA EXAMINADORA



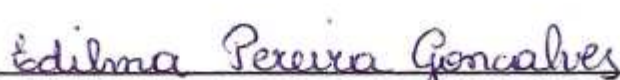
---

Prof<sup>o</sup> Dr. Leonaldo Alves de Andrade (CCA - UFPB)  
(Orientador)



---

Prof<sup>o</sup> Dr. Carlos Alberto Garcia (CES - UFCG)  
(Examinador)



---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Edilma Pereira Gonçalves (UAG - UFRPE)  
(Examinadora)

A minha mãe:

Ivânia Freire de Sousa Montenegro

**DEDICO**

“Por conhecer as árvores, compreendo o sentido da paciência. Por conhecer a grama,  
dou valor a persistência.”

*Hal Borland*



## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela Sua presença constante em minha vida, iluminando meu caminho, dando-me força, coragem e saúde para seguir em frente.

Aos meus pais e a minha irmã, pelo apoio e compreensão constantes...amo vocês...

À coordenação, professores e funcionários que fazem parte do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao prof. Dr. Leonaldo Alves de Andrade, que como orientador agradeço pelo incentivo, ensinamentos adquiridos e confiança em mim depositados. No entanto, agradeço especialmente a Leonaldo “pai”, pela amizade, pelo carinho que sempre me dedicou, pelos conselhos e puxões de orelha nas horas certas e pelos sorrisos e abraços quando mais precisei.

Aos amigos da Pós-Graduação, especialmente a Juliana Castro, Mayara, Pollyana Karla, Nice, Josy, Reinaldo, Manú, Wiara, Mary, Juliana Pereira, Fabrício, Nonato, Marcos Nunes, Felipe, Emmanuely e Gilcean pelos momentos de descontração, aprendizagem e por serem a minha família nesses dois anos.

A todos do Laboratório de Análise de sementes: Évio, Paulo, Matheus, Cosmo e Severino e aos funcionários Rui e “Seu Biu” e em especial a Roberta pela amizade, apoio e por estar presente nos momentos em que mais precisei.

Aos meus amigos do laboratório de Ecologia Vegetal e Meio Ambiente: Vênia, Lamartine, Thiago, Ramon, Klerton, Jozivan, Patrícia, Isabella, Lúcia, Raphaella, Rafael, Vítor, Juliano, Andréa, Gessycar, Reginaldo, Gerlândio, Didiu, Marconi e seu Pedro pelo apoio, convivência, ensinamentos, ajuda nos finais de semana e feriados e por todos os momentos de alegria compartilhados, cafezinhos no final da tarde, viagens de campo, sorrisos, abraços...

À profa. Dra. Edna Ursulino Alves, pela orientação, apoio e ensinamentos.

Aos membros da banca examinadora, Profa. Dra. Edilma Pereira Gonçalves e Prof. Dr. Carlos Alberto Garcia, desde já pela disposição em ler este trabalho e pelas sugestões que contribuirão muito;

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

x

Lista de Tabelas.....	
Lista de Figuras.....	xi
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv

### **CAPÍTULO I – Considerações Gerais**

1. INTRODUÇÃO.....	2
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1. Invasão Biológica.....	5
2.2. Ecofisiologia de Sementes.....	8
2.2.1. Dormência.....	8
2.2.2. Estresse Hídrico.....	9
2.2.3. Estresse Salino.....	11
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13

### **CAPÍTULO II - Comportamento da dormência em sementes de *Parkinsonia aculeata* L.**

RESUMO.....	20
ABSTRACT.....	21
1. INTRODUÇÃO.....	22
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
Teste de emergência.....	26
Primeira contagem de germinação.....	26
Índice de velocidade de germinação.....	26
Comprimento de plântulas.....	26
Massa seca de plântulas.....	27
Análise estatística e delineamento experimental.....	27
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4. CONCLUSÃO.....	34
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

**CAPÍTULO III - Germinação de sementes de *Parkinsonia aculeata* L.  
submetidas ao estresse hídrico e diferentes  
temperaturas**

RESUMO.....	40
ABSTRACT.....	41
1. INTRODUÇÃO.....	42
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	44
Teste de germinação.....	44
Primeira contagem de germinação.....	45
Índice de velocidade de germinação (IVG).....	45
Comprimento de plântulas.....	45
Massa seca de plântulas.....	45
Análise estatística e delineamento experimental.....	45
3. RESULTADOS E DISCUSÃO.....	47
4. CONCLUSÃO.....	53
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54

**CAPÍTULO IV - Germinação de sementes de *Parkinsonia aculeata* L. em  
função do estresse salino em diferentes temperaturas**

RESUMO.....	58
ABSTRACT.....	59
1. INTRODUÇÃO.....	60
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	62
Teste de germinação.....	62
Primeira contagem de germinação.....	63
Índice de velocidade de germinação.....	63
Comprimento de plântulas.....	64
Massa seca de plântulas.....	64
Delineamento experimental e análise estatística.....	64
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
4. CONCLUSÃO.....	71
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72

## LISTAS DE TABELAS

### CAPÍTULO II

<b>Tabela 1</b>	Tratamentos pré-germinativos para superação da dormência de sementes de <i>Parkinsonia aculeata</i> L.....	25
-----------------	--	----

### CAPÍTULO IV

<b>Tabela 1</b>	Quantidades de cloreto de sódio para o preparo das soluções salinas.....	62
-----------------	--	----

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

- Figura 1** Emergência de plântulas de *Parkinsonia aculeata* L. submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos..... 28
- Figura 2** Índice de velocidade de emergência de plântulas de *Parkinsonia aculeata* L. submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos..... 30
- Figura 3** Primeira contagem de emergência (%) de plântulas de *Parkinsonia aculeata* L. submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos..... 31
- Figura 4** Comprimento de plântulas de *Parkinsonia aculeata* L. oriundo de sementes submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos..... 32

### CAPÍTULO III

- Figura 1** Germinação de sementes de *Parkinsonia aculeata* L. submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico e temperaturas..... 47
- Figura 2** Primeira contagem de germinação de sementes de *Parkinsonia aculeata* L. submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico e temperaturas..... 49
- Figura 3** Índice de velocidade de germinação de sementes de *Parkinsonia aculeata* L. submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico e temperaturas..... 50
- Figura 4** Comprimento de plântulas de *Parkinsonia aculeata* L., oriundas de sementes submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico e temperaturas..... 51
- Figura 5** Massa seca de plântulas de *Parkinsonia aculeata* L., oriundas de sementes submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico e temperaturas..... 52

### CAPÍTULO IV

- Figura 1** Germinação (%) de sementes de *Parkinsonia aculeata* L. submetidas a estresse salino e diferentes temperaturas..... 65
- Figura 2** Primeira contagem de germinação (%) de sementes de *Parkinsonia aculeata* L. submetidas a estresse salino em diferentes temperaturas..... 67

<b>Figura 3</b>	Índice de velocidade de germinação de sementes de <i>Parkinsonia aculeata</i> L. submetidas a estresse salino e diferentes temperaturas.....	68
<b>Figura 4</b>	Comprimento de plântulas (cm) de <i>Parkinsonia aculeata</i> L. oriundas de sementes submetidas a estresse salino e diferentes temperaturas.....	69
<b>Figura 5</b>	Massa seca de plântulas (g) de <i>Parkinsonia aculeata</i> L. oriundas de sementes submetidas a estresse salino em diferentes temperaturas.....	70

AGRA, Pollyanna Freire Montenegro. **Invasão biológica por *Parkinsonia aculeata* L. (Fabaceae) no semiárido paraibano: uma abordagem voltada para ecofisiologia de sementes.** Areia - PB: CCA/UFPB, 2010. 73f. (Dissertação de Mestrado em Agronomia).

## RESUMO

A espécie *Parkinsonia aculeata* L. é uma leguminosa, arbórea que foi introduzida em diversos países com fins ornamentais. Atualmente se apresenta como uma nova invasora em diversos ambientes, inclusive em determinados sítios da caatinga e ecossistemas associados. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Ecologia Vegetal (LEV), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, objetivando identificar, através do estudo da ecofisiologia de sementes, características germinativas de *Parkinsonia aculeata* L. que propiciem o conhecimento de como as sementes desta espécie se comportam e, a partir daí, entender os mecanismos que envolvem o processo de invasão biológica pelo referido táxon. No primeiro experimento foram testados os seguintes tratamentos para superação da dormência: testemunha - sementes intactas (T<sub>1</sub>); escarificação mecânica com lixa d'água N° 80 na região lateral da semente (T<sub>2</sub>); escarificação mecânica com lixa d'água N° 80, seguida de embebição em água à temperatura ambiente por 12 e 24 horas (T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>, respectivamente); imersão em ácido sulfúrico por 1, 5, 10, 15 e 20 minutos (T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>8</sub>, T<sub>9</sub>, respectivamente) e imersão em água nas temperaturas de 60°C, 70°C, 80°C e 90°C at é esfriamento (T<sub>9</sub>, T<sub>10</sub>, T<sub>11</sub>, T<sub>12</sub>, respectivamente). Para o segundo utilizou-se papel toalha, organizados em rolos, os quais foram umedecidos com polietilenoglicol (PEG 6000) no qual as sementes foram colocadas para embebição nos potenciais de zero (controle); -0,2; -0,4; -0,6 e -0,8 MPa.e mantidos em câmaras de germinação. regulados nas temperaturas de 25 e 30°C. No terceiro experimento os tratamentos consistiam em colocar as sementes para germinar em soluções de cloreto de sódio (NaCl), utilizando-se cinco níveis de potencial osmótico: 0,0 (controle); 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup> e quatro temperaturas: 20, 25, 30 e 35°C. Os resultados indicam que sementes de *Parkinsonia aculeata* L. apresentam dormência tegumentar, com variação na impermeabilidade do tegumento, o que constitui uma das estratégias para a formação do banco de sementes e plântulas no solo; possui tolerância a ambiente com baixa disponibilidade de água, nas fases iniciais; apresenta tolerância a salinidade, características essas que potencializam o caráter invasor do referido táxon na região semiárida.

**Palavras-chaves:** invasão biológica, turco, germinação, ecologia de sementes.

AGRA, Pollyanna Freire Montenegro. **Biological invasion by *Parkinsonia aculeata* L. (Fabaceae) in the semiarid of Paraíba State: an approach based on seeds ecophysiology.** Areia - PB, CCA/UFPB, 2010. 73f. (Master Science Thesis).

## ABSTRACT

The species *Parkinsonia aculeata* L. is a leguminous tree, originally from tropical America and has been introduced in several countries for economic purposes. Currently, the species has become an invasive in many environments, including in some sites the caatinga and associated ecosystems. The experiments were conducted at the Laboratory of Plant Ecology (LEV), the Center for Agrarian Sciences, Federal University of Paraíba, aiming to identify, through the study of ecophysiology of seeds, the features that facilitate the understanding of mechanisms that involve biological invasion process by this *species*. The experiment contained the following treatments to overcome dormancy control: intact seeds (T1), mechanical scarification with sandpaper N<sup>o</sup>80 in the one side of the seed (T2), mechanical scarification with sandpaper n<sup>o</sup>80 followed by embebiton in water at environment temperature for 12 and 24 hours (T3 and T4, respectively), sulfuric acid for 1, 5, 10, 15 and 20 minutes (T5, T6, T7, T8, T9, respectively) and immersion in water at the temperature of 60°C, 70°C, 80°C e 90°C for 1 minute (T<sub>9</sub>, T<sub>10</sub>, T<sub>11</sub> e T<sub>12</sub>, respectively). For the second, it were used paper towels arranged in rolls, which were moistened with polyethylene glycol (PEG 6000) in which the seeds were soaked in water in the potential of zero (control), -0.2, -0.4; -0.6 and -0.8 MPa, kept in BOD, regulated at 25 and 30°C. In the third experiment, the treatments consisted of placing the seeds to germinate in solutions of sodium chloride (NaCl), using five levels of osmotic potential: 0.0 (control), 1.5, 3.0, 4.5 and 6.0 dS m<sup>-1</sup> and four temperatures: 20, 25, 30 and 35°C. The results indicate that seeds of *Parkinsonia aculeata* L. present tegument dormance, and variation in the tegument impermeability, which constitutes strategies for abundant seed and seedlings banks formation in the soil, it has tolerance to low water soil availability, it is tolerant to salinity which characteristics enhance the invasive nature of the taxon in the semiarid of region.

**Keywords:** biological invasion, Turkish, germination, seed ecology.



**CONSIDERAÇÕES GERAIS**

## 1. INTRODUÇÃO

A proliferação de espécies exóticas, introduzidas, intencional ou acidentalmente nos diferentes ecossistemas, constitui um dos principais problemas ecológicos da atualidade em nosso planeta. O fenômeno conhecido como “Invasão Biológica” já atinge praticamente todos os biomas, em todos os continentes e causa severos impactos sobre as espécies nativas e o funcionamento dos ecossistemas, além de causar também, prejuízos econômicos de grande magnitude (ANDRADE, 2009).

Espécies exóticas constituem a segunda causa mundial de perda da diversidade biológica. De acordo com Ziller (2001), essas espécies são responsáveis por alterar as características naturais, bem como o funcionamento dos ecossistemas, afetando diretamente aspectos como a resiliência e o tamanho das populações de espécies nativas, comprometendo seriamente a biodiversidade.

Na caatinga e ecossistemas associados, à problemática causada pela invasão biológica está entre as grandes ameaças à fitodiversidade autóctone (ANDRADE, 2006). Dentre as espécies invasoras da caatinga, está *Parkinsonia aculeata* L., popularmente conhecida como Turco. Esta Fabaceae arbórea foi introduzida em diversas regiões do planeta, principalmente com fins ornamentais e vem se revelando uma invasora agressiva em vários países (COCHARD e JACKES, 2005). Não há registros de como a espécie chegou à caatinga, contudo tem se constatado que suas populações, inicialmente restritas às lagoas do semiárido e ou a áreas sazonalmente alagáveis, estão crescendo de maneira preocupante e ocupando nichos onde a mesma nunca antes foi encontrada (ANDRADE, 2006).

A germinação é afetada por uma série de condições intrínsecas e extrínsecas, cujo conjunto é essencial para que o processo se desenvolva normalmente. Dentro das condições ambientais, as sementes de diferentes grupos ecológicos de florestas tropicais permitem discriminar as exigências das espécies quanto à sua germinação. Os fatores luz, temperatura, substrato e dormência são os que mais afetam o processo de germinação das sementes (POPINIGIS, 1985).

A dormência das sementes de leguminosas é uma característica hereditária, relativa à camada de células empaliçadas, as quais possuem paredes espessas e externamente recobertas por uma camada cuticular cerosa (POPINIGIS, 1985). Este fenômeno é causado por um bloqueio físico do tegumento resistente e impermeável que, ao impedir o trânsito aquoso e as trocas gasosas, não permite a embebição da semente nem a oxigenação do embrião que, por isso, permanece latente. Nas espécies invasoras

é necessário saber como a germinação ocorre, se existe algum impedimento para que se inicie o processo germinativo, se a espécie é capaz de formar banco de sementes no solo e qual a forma natural de superação dessa dormência que, desencadeie o processo de invasão.

Vários métodos são utilizados para superar a dormência e iniciar o processo de embebição das sementes, dentre os quais a escarificação mecânica do tegumento, que foi eficiente na superação da dormência de *Albizia lebbbeck* (L.) Benth. (DUTRA e MEDEIROS FILHO, 2009), *Opuntia inamoena* Schum (GUEDES *et al.*, 2008). O uso do ácido sulfúrico foi eficiente em sementes de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (SOUZA *et al.*, 2009): a água quente foi eficiente na superação da dormência de sementes de *Acacia mangium* Willd. (RODRIGUES *et al.*, 2008) e de *Parkinsonia aculeata* L., onde a germinação das sementes dessa espécie foi aumentada quando as sementes foram imergidas em água fervente (100°C) durante 5 segundos (FOURNIER, 2010).

Outro fator que deve ser observado é o nível de estresse das sementes submetidas para germinar em meios que simulem as condições de campo de estresse hídrico e salino. Estudos realizados por Farias *et al.* (2009), com sementes de *Gliricidia sepium* Jacq. Walp submetidas a diferentes níveis de potenciais osmóticos, constataram que a porcentagem de germinação foi reduzida pela metade quando o potencial osmótico baixou de 0,0 MPa para -0,5 MPa, chegando a valores nulos no potencial osmótico de -2,0 MPa. Os mesmos autores observaram que as sementes, quando submetidas a diferentes concentrações de NaCl manteve a germinação em torno de 80%, quando o potencial osmótico atingiu -0,5 MPa e -1,0 MPa e declinou de maneira drástica com o aumento das concentrações do sal.

O conhecimento dos fluxos de emergência de plântulas é um dos desafios da ciência, quando se trata do estudo e do controle de espécies invasoras. O domínio dessa ferramenta poderá dar um grande impulso à utilização de informações biológicas para o controle desses táxons e o manejo das comunidades invadidas. Para um eficiente controle da expansão das espécies invasoras se faz necessário conhecer a biologia da espécie, como funciona o seu padrão de dispersão e quais os mecanismos reprodutivos que favorecem o seu estabelecimento. Diante disto, a ecofisiologia de sementes surge como uma ferramenta para auxiliar no entendimento do comportamento das espécies invasoras e, conseqüentemente, subsidiar no manejo e controle desses táxons.

Mediante o exposto, objetivou-se identificar, através do estudo da ecofisiologia de sementes, o comportamento germinativo de *Parkinsonia aculeata* L. e, a partir daí,

entender os mecanismos que envolvem o processo de invasão biológica pelo referido táxon.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Invasão Biológica

As invasões biológicas constituem um fenômeno ainda pouco estudado, porém reconhecido na última década como uma das maiores ameaças à biodiversidade do planeta. Espécies invasoras são aquelas exóticas, que se caracterizam não apenas por sobreviver e se adaptar a um novo ambiente, mas também por dominar a biodiversidade nativa da área. Com isso, alteram o funcionamento de processos ecológicos, como a resiliência de ecossistemas, a redução de populações nativas e a perda efetiva da biodiversidade (ZILLER, 2001).

A maioria das espécies exóticas são introduzidas intencionalmente, quer seja pela globalização, que facilita o fluxo de pessoas e a aquisição de propágulos para os diferentes usos, quer seja por incentivos governamentais ao plantio de determinadas espécies, a exemplo daquelas usadas para fins econômicos, como *Prosopis juliflora* (SW. DC.), também introduzida na caatinga e que ora constitui outro grande problema (ANDRADE, 2006).

A maioria das espécies que se tornam invasoras não são nativas das regiões atingidas. Desta forma, é importante destacar que as invasões biológicas são processos que atuam de forma quase instantânea em termos evolutivos. A falta de inimigos naturais, a adaptação climática, a elevada produção de sementes, a facilidade de dispersão, a produção de exudatos ou substâncias alelopáticas, entre outros fatores conferem vantagens competitivas, que possibilitam a essas espécies exercerem dominância nos novos sítios ocupados.

A introdução de espécies de plantas com elevado potencial invasor pode funcionar como um novo agente seletivo para as espécies nativas (STRAUSS et al., 2006; CARROLL et al., 2007), já que estas crescem rapidamente e passam a dominar os nichos invadidos, alterando a abundância das espécies nativas nas comunidades. (COLAUTTI e MACISAAC, 2004). As espécies introduzidas quando expostas a situações de estresse, quer seja por fatores bióticos (ambientais) como abióticos (por exemplo, ausência de polinizadores), podem sofrer mutações ou variações genéticas (PRENTIS et al., 2008), o que as torna cada vez mais competitivas e capazes de ultrapassar barreiras e invadir áreas antes não colonizadas.

No Brasil já são conhecidas mais de 100 espécies vegetais invasoras de ecossistemas naturais, e outras centenas que infestam e causam sérios danos e prejuízos

aos sistemas agrícolas (REDE TEMÁTICA DE ESPÉCIES INVASORAS, 2008). Embora o número de espécies invasoras seja elevado e os substanciais prejuízos que essas invasões acarretam, ainda são escassas as informações sobre os reais impactos das espécies exóticas sobre a biodiversidade das áreas invadidas. Estudos neste sentido estão sendo feitos em várias regiões do país para avaliar quais as espécies e os impactos que a contaminação biológica provoca nos distintos ecossistemas, a exemplo do trabalho realizado sobre a invasão biológica por *Prosopis juliflora* no estado do Rio Grande do Norte e na Paraíba (PEGADO et al., 2006; ANDRADE et al., 2008; ANDRADE et al., 2009a).

Atualmente, os estudos sobre a conservação da diversidade biológica da caatinga constituem um dos maiores desafios à ciência no Brasil, devido à enorme importância deste bioma, que possui menos de 2% do seu território protegido em unidades de conservação. A caatinga continua passando por um sistemático processo de alteração e deterioração ambiental, provocado pelo uso insustentável dos seus recursos naturais, o que está levando à perda de espécies únicas, à eliminação de processos ecológicos e à formação de núcleos de desertificação em extensas áreas do bioma (LEAL et al., 2003).

O problema de contaminação biológica na caatinga vem ocorrendo a partir de espécies de plantas introduzidas intencional ou acidentalmente. Alguns estudos já estão sendo desenvolvidos com *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (algaroba), *Sesbania virgata* L., *Sporobolus indicus* L. afim de esclarecer sobre o domínio e distribuição da espécie, bem como estratégias mitigadoras de sua invasão no bioma (ANDRADE et al., 2004; ANDRADE et al., 2005).

Outra espécie que atualmente vem se revelando como uma potencial invasora do bioma caatinga é *Parkinsonia aculeata* L. Fabácea, pertencente a subfamília Caesalpinioideae nativa de regiões semiáridas da América Tropical e que foi introduzida em diversos países, principalmente com fins ornamentais em função das características de suas flores (COCHARD e JACKES, 2005), para a produção de lenha ou como árvore de sombra (WEBER, 2003). É uma árvore espinhosa, de pequeno porte e de crescimento rápido na fase juvenil, que apresenta um tronco curto, flores amarelas e que pode atingir de 3 a 6m de altura (LORENZI, 1992; FOURNIER, 2010). Conhecida como turco ou espinheiro de Jerusalém *P. aculeata* tem a capacidade de formar bosques densos e impenetráveis, que competem com outras plantas, impedem a circulação do gado e afetam a biodiversidade (PARSONS e CUTHBERTSON, 1992; GRICE et al., 2002). A dispersão das sementes é facilitada pela água e por alguns animais, ampliando em larga escala sua ocorrência e afetando de forma significativa as matas ciliares (LAWES et al.,

2003; LAWES, 2004). O estabelecimento da espécie é facilitado quando ocorrem perturbações no ambiente.

Em diversos países como, por exemplo, na Austrália, esta espécie tornou-se uma invasora. *Parkinsonia aculeata* foi introduzida na Austrália no século XIX e sua dispersão ocorreu principalmente através da água e dos pássaros e com isso alterou de forma significativa diversos habitats naturais (LAWES et al., 2003; GRICE et al., 2004). Na Costa Rica apesar de ser considerada uma nativa de alguns sítios, a espécie *P. aculeata* vem se tornando um sério problema nas zonas úmidas do Parque Nacional de Palo Verde (COCHARD e JACKES, 2005).

No Brasil a espécie foi introduzida, provavelmente, com fins ornamentais, entretanto o seu cultivo com este fim foi negligenciado pelo fato da mesma apresentar espinhos, o que é um inconveniente, sobretudo em áreas urbanas. Segundo Andrade (2006) esta espécie revelou-se, inicialmente, uma invasora de áreas paludosas, particularmente de lagoas naturais do semiárido e/ou margens de açudes e represas assoreadas. Contudo, nas últimas décadas observou-se uma grande proliferação e o aumento de suas populações, não mais apenas nessas áreas exclusivas. A espécie vem estabelecendo dominância sobre as espécies autóctones, ocorrendo em variados pontos da paisagem, numa clara indicação do seu potencial de invasão e do processo de expansão (ANDRADE et al, 2009b).

Não há registro sobre como esta espécie foi introduzida na região nordeste brasileira, contudo, existem relatos que há mais de seis décadas os primeiros exemplares foram trazidos com fins ornamentais, uso este que não se consolidou devido à grande quantidade de espinhos que a mesma apresenta, embora o cultivo de *P. aculeata* ainda pode ser constatado em ruas e avenidas de diversas cidades da região. Descartada como espécie a ser cultivada, *P. aculeata* passou a ocupar exclusivamente áreas de mata ciliar, principalmente no entorno de lagoas e reservatórios de água do semiárido ANDRADE et al, 2009b).

No início, eram populações pequenas e restritas a esses locais. Nas últimas décadas, tem-se constatado um aumento gigantesco dessas populações, ocupando inteiramente muitas lagoas e áreas adjacentes. O mais grave, porém, é que a espécie não está mais restrita a esses ambientes. É possível encontrar, com freqüência, exemplares de *P. aculeata* em terras altas da caatinga, um sinal evidente de que a espécie já ultrapassou a primeira etapa do processo de adaptação, vencendo barreiras e está em franco processo de expansão (ANDRADE et al, 2009b).

## **2.2. Ecofisiologia de Sementes**

### **2.2.1. Dormência**

Muitas espécies possuem sementes que, mesmo sob condições consideradas adequadas não conseguem germinar, sendo denominadas dormentes e que precisam de tratamentos especiais para iniciar a sua germinação (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). De acordo com Popinigis (1985) a dormência é um mecanismo que distribui a germinação no tempo, para favorecer e garantir a sobrevivência das espécies. Este mecanismo proporciona às sementes características adaptativas que garantem a sua viabilidade por longos períodos de tempo, levando-as a fazer parte do banco de sementes do solo (CARVALHO e FAVORETTO, 1995).

A impermeabilidade do tegumento é observada em diversas espécies botânicas, sendo mais frequente nas leguminosas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). A impermeabilidade do tegumento, além de impedir a absorção de água pelas sementes, restringe também o suprimento adequado de oxigênio e as atividades respiratórias no embrião, que fornecem energia para os processos metabólicos da germinação (MAGUIRE, 1973).

A dormência causada por fatores inerentes ao tegumento da semente pode ser interrompida pela escarificação, termo que se aplica a qualquer processo que provoque a ruptura ou o enfraquecimento do tegumento, de modo a permitir a absorção da água e a posterior germinação das sementes (NASSIF e PEREZ, 1997). É um fator importante na dinâmica de populações naturais, e está relacionada à adaptação dos indivíduos a ambientes heterogêneos. Esta dormência garante que a germinação das sementes e, conseqüentemente, o desenvolvimento das plântulas, ocorra na época e local mais vantajosos (BASKIN e BASKIN, 1985; BEWLEY e BLACK, 1994). Nas espécies invasoras esse fenômeno potencializa a capacidade de adaptação das mesmas, uma vez que as sementes podem ficar latentes no solo, formando grandes estoques que, oportunamente, germinarão.

A impermeabilidade do tegumento pode ser superada por meio da escarificação. Entre os métodos utilizados com sucesso para a superação da dormência de espécies florestais destacam-se a escarificação química, mecânica e a imersão em água quente. A aplicação e a eficiência desses tratamentos dependem da intensidade da dormência, bastante variável entre espécies, procedências e anos de coleta (ALBUQUERQUE et al., 2007).



A escarificação mecânica mostrou-se eficiente, por exemplo, na superação da dormência das sementes de várias espécies com tegumento impermeável, como *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (PIROLI et al., 2005), *Leucaena leucocephala* (Lamb.) de Wit. (DEMINICIS et al., 2006), *Desmanthus depressus* Humb (SUÑÉ e FRANKE, 2006), *Senna siamea* (Lam.) H.S. Irwin e Barneby (DUTRA et al., 2007) e *Albizia lebbbeck* (L.) Benth. (DUTRA e MEDEIROS FILHO, 2009).

O uso do ácido sulfúrico é comum para a quebra da dormência tegumentar, no entanto a sua eficiência está relacionada com o tempo de exposição das sementes ao ácido e às características da própria espécie. A escarificação com ácidos foi empregada com eficiência na superação da dormência de sementes de *Bowdichia virgilioides* H.B.K. (SAMPAIO et al., 2001), *Ochroma lagopus* Sw. (BARBOSA et al., 2004), *Ormosia nitida* Vog. (LOPES et al., 2006), *Merremia aegyptia* L. (PEREIRA et al., 2007), *Bowdichia virgilioides* Kunth. (ALBUQUERQUE et al., 2007) e *Acacia mangium* Willd. (RODRIGUES et al., 2008).

De acordo com Fowler e Bianchetti (2000), o uso da água quente para superar a dormência em sementes com impermeabilidade tegumentar está sendo recomendado para algumas espécies florestais. A eficiência de tal tratamento depende da espécie, da temperatura da água e do tempo de imersão (SCHMIDT, 2000), sendo este método empregado com eficiência em sementes de *Parkinsonia aculeata* L. (TRUJILLO, 1996; FOWLER e BIANCHETTI, 2000).

### **2.2.2. Estresse Hídrico**

Um dos períodos mais importantes para a sobrevivência das espécies é durante a germinação até o estabelecimento das plântulas, principalmente nos locais onde a disponibilidade de água é limitada, como por exemplo, na caatinga. Desta forma, a deficiência hídrica se torna um fator limitante para a sobrevivência e o crescimento inicial das plantas (BLAKE, 1993).

As espécies diferem entre si com relação às condições ideais para o seu desenvolvimento, quer seja no que se refere à quantidade e qualidade da água, na temperatura ideal para a sua germinação ou na disponibilidade de oxigênio necessário para realizar suas atividades metabólicas. Uma combinação ótima desses fatores promove o maior sucesso das mesmas nos diversos ambientes a serem colonizados. Diante disto, sementes postas para germinar em condições mais distantes deste ótimo estarão submetidas à situação crescente de estresse. Nas espécies invasoras esse

estresse pode ser responsável por mutações ou alterações genéticas que as torne cada vez mais agressivas, possibilitando desta forma, colonizar áreas antes não ocupadas.

De acordo com Rosa et. al. (2005), o estresse hídrico pode afetar a germinação, provocando atraso no início do processo ou diminuição no estande final de plântulas. Portanto, 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.

Estudos a respeito das relações hídricas são importantes para o conhecimento da biologia das sementes. A capacidade de tolerar a dessecação que as sementes ortodoxas apresentam, podendo sobreviver durante longos períodos sob condições adversas, tem sido o mecanismo adaptativo que permite a distribuição de plantas em climas hostis. Sob baixos níveis de umidade no meio germinativo, é comum o desenvolvimento de mecanismos protetores contra a dessecação ou para evitar a parada do desenvolvimento (BEWLEY e BLACK, 1994).

Uma das técnicas mais utilizadas em laboratório para simular condições de baixa umidade no substrato tem sido o uso de soluções com diferentes potenciais osmóticos (HARDEGREE e EMMERICH, 1994). Essas soluções podem provocar atraso no processo germinativo ou diminuição na germinabilidade final. Para simular esse estresse vários compostos químicos têm sido utilizados, dentre eles o polietilenoglicol (PEG), agente osmótico sem efeitos adversos para as sementes por não penetrar nas células, não ser degradado e não causar toxidez, devido ao seu alto peso molecular (HASEGAWA et al., 1984; VILLELA et al., 1991; MORAES e MENEZES, 2003).

Os potenciais osmóticos negativos, especialmente no começo da embebição, podem atrasar e diminuir tanto a porcentagem quanto a velocidade de germinação, inviabilizando a sequência dos eventos germinativos da semente durante a absorção de água (BANSAL et al, 1980). Por outro lado, o excesso de umidade ocasiona um decréscimo na germinação, visto que impede a penetração do oxigênio e reduz todo o processo metabólico resultante (BORGES e RENA, 1993).

Em sementes de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. a porcentagem de germinação reduziu pela metade, quando o potencial osmótico baixou de 0 MPa para -0,5 MPa, chegando a valores nulos no potencial osmótico de -2,0 MPa (FARIAS et al., 2009). Já em sementes de *Ateleia glazioviana* Baill. a partir do potencial -0,4 MPa ocorreu um decréscimo acentuado na germinação, sendo o decréscimo ainda mais acentuado para os potenciais -0,6 e -0,8 (ROSA et al., 2005). As sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. apresentaram valores máximos para porcentagem de germinação nos potenciais de

zero, -0,2, -0,4 e -0,6 MPa em concentrações superiores a -0,8 MPa ocorreu redução acentuada da percentagem de germinação até sua nulidade em -1,2 MPa (CARVALHO et al., 2007).

### **2.2.3. Estresse Salino**

A região semiárida do Nordeste do Brasil se caracteriza por apresentar períodos prolongados de escassez de água e de temperaturas elevadas, fatores limitantes ao desenvolvimento de muitas plantas. Aliado a esses fatores está a salinização dos solos, causada frequentemente, pela alta evapotranspiração potencial, que leva a saída de água da superfície do solo, provocando um fluxo ascendente de sais, que geralmente satura a superfície dos solos. 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. 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). Espécies que conseguem se adaptar aos ambientes salinos passam a ter vantagens competitivas em relação a outras que não possuem esta capacidade e isto também constitui um diferencial no processo de ocupação e dominação de novos ambientes.

O processo germinativo se inicia com a absorção de água por embebição, porém, há necessidade de que a semente alcance um nível de hidratação que permita a reativação dos seus processos metabólicos e o estabelecimento das plântulas. Segundo Braga et al. (2009), o período germinativo é importante para a sobrevivência das espécies florestais, principalmente nos locais onde a disponibilidade de água é limitada durante um período do ano.

A capacidade das sementes de algumas espécies germinarem sob condições de estresse hídrico confere vantagens ecológicas em relação a outras que são sensíveis à seca. Nesse sentido, Larcher (2000), afirmou que, no estudo da germinação de sementes, o conhecimento sobre como o estresse influencia esse processo tem importância especial na ecofisiologia para avaliar os limites de tolerância e a capacidade de adaptação das

espécies. O grau de tolerância ao estresse salino depende da capacidade das plantas de minimizarem os efeitos da salinidade através de mecanismos específicos de adaptação.

Um dos métodos mais utilizados em laboratório para determinação da tolerância das plantas ao excesso de sais é a observação da porcentagem de germinação em substratos salinos. De acordo com Rehman et al. (1996), a redução do poder germinativo, em comparação com o controle, serve como indicador do índice de tolerância da espécie a salinidade e aos estádios subsequentes do desenvolvimento. A salinidade afeta a germinação, não só dificultando a cinética de absorção da água, mas também facilitando a entrada de íons em quantidade tóxica nas sementes embebidas (BRADFORD, 1995; BRACCINI et al., 1996).

Para a espécie *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke a porcentagem de germinação apresentou decréscimos significativos a partir do potencial -0,2 MPa de NaCl (BRAGA et al., 2008). O mesmo resultado foi observado por Braga et al. (2009) com sementes *Enterolobium schomburgkii* Benth. Em sementes de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. a germinação manteve-se em torno de 80%, quando o potencial osmótico atingiu -0,5 MPa e -1,0 MPa e declinou de maneira drástica com o aumento do potencial osmótico (FARIAS et al., 2009).

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, K.S.; GUIMARÃES, R.M.; ALMEIDA, Í.F.; CLEMENTE, A.C.S. Métodos para a superação da dormência em sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* KUNTH.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p.1716-1721, 2007.

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.

ANDRADE, L.A. **Espécies exóticas invasora no Nordeste do Brasil: impactos nos ecossistemas locais**. In: MARIATH, J.E.A.; SANTOS, R.P. (orgs.). Os avanços da botânica no início do século XXI: morfologia, fisiologia, taxonomia, ecologia e genética. Porto Alegre - RS: Sociedade Botânica do Brasil. p.524-528, 2006.

ANDRADE, L.A.; FABRICANTE, J.R.; OLIVEIRA, F.X. Invasão Biológica por *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.: Impactos sobre a Diversidade e a Estrutura do Componente Arbustivo-Arbóreo da Caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 23, p. 935-943, 2009a.

ANDRADE, L.A.; FABRICANTE, J.R.; AGRA, P.F.M. **Invasão Biológica na Caatinga: um Estudo com Populações de *Parkinsonia aculeata* L. (Fabaceae)** (Relatório de Pesquisa do Projeto Financiado pelo CNPq), 2009b.

ANDRADE, L.A.; FABRICANTE, J.R.; ALVES, A.S. Algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) DC.: Impactos sobre a fitodiversidade e estratégias de colonização em área invadida na Paraíba. **Natureza & Conservação**, Curitiba, v.6, p.61-67, 2008.

ANDRADE, L.A.; RAMALHO, F.C.; PEGADO, C.A.; OLIVEIRA, F.X. **Avaliação dos impactos causados pela algaroba *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. Sobre a fitodiversidade e a estrutura da caatinga**. (Relatório de Pesquisa do Projeto Financiado pela Fundação O Boticário de Proteção a Natureza), 2005.

ANDRADE, L.A.; RAMALHO, F.C.; PEGADO, C.A.; OLIVEIRA, F.X. **Avaliação dos impactos causados pela algaroba *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. Sobre a fitodiversidade e a estrutura da caatinga**. (Relatório de Pesquisa do Projeto Financiado pela Fundação O Boticário de Proteção a Natureza). 72p, 2004.

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

BARBOSA, A.P.; SAMPAIO, P.T.B.; CAMPOS, M.A.A.; VARELA, V.P.; GONÇALVES, C.Q.B.; IIDA, S. Tecnologia alternativa para a quebra de dormência das sementes de pau-

- de-balsa (*Ochroma lagopus* SW., Bombacaceae). **Acta Amazonica**, Manaus, v.34, n.1, p.107-110, 2004.
- BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. The annual dormancy cycle in buried weed seeds: a continuum. **BioScience**, v.35, n.8, p.492-498, 1985.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 3.ed. New York: Plenum Press, 3. ed., 445p., 1994.
- BLAKE, T.J. Transplanting shock in white spruce: Effect of cold storage and root pruning on water relations and stomatal conditioning. **Plant Physiology**, Lancaster, v.57, p.210-216, 1993.
- 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, p.83-135, 1993.
- BRACCINI, A.L.; RUIZ, H.A.; BRACCINI, M.C.L.; REIS, M.S. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzidos por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietileno glicol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, p.10-16, 1996.
- BRADFORD, K. J. Water relations in seed germination. In: KIGEL, J. D.; GALILI, G. (eds.) **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 351-396 p., 1995.
- BRAGA, L.F.; SOUSA, M.P.; ALMEIDA, T.A. Germinação de sementes de *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth. submetidas a estresse salino e aplicação de poliamina. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.11, p.63-70, 2009.
- 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.
- CARROLL, S.P.; HENDRY, A.P.; REZNICK, D.N.; FOX, C.W. Evolution on ecological time-scales. **Functional Ecology**, British, v. 21, n.3, p.387-393, 2007.
- CARVALHO, D.M.; VIRGENS, I.O.; TEIXEIRA, N.C.; FERNANDES, L.G.; CASTRO, R.D de.; LOUREIRO, M.B. Avaliação do efeito do estresse hídrico na germinação e vigor de sementes de *Myracrodruon urundeuva* FR. ALL. (Anacardiaceae). In: **Anais...** VIII Congresso de Ecologia do Brasil. Caxambu, 2007.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. FUNEP: Jaboticabal, 588p. 2000.

CARVALHO, P.C.F.; FAVORETTO, V. Impacto das reservas de sementes no solo sobre a dinâmica populacional das pastagens. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.5, n.1, p.87-106, 1995.

COCHARD, R.; JACKES, B.R. Seed ecology of the invasive tropical tree *Parkinsonia aculeata*. **Plant Ecology**, Austrália, v. 180, n.1, p. 13-31, 2005.

COLAUTTI, R.I., MACISAAC, H.J. A neutral terminology to define 'invasive' species. **Diversity and Distributions**, v.10, p. 135–141, 2004.

DEMINICIS, B.B.; ALMEIDA, J.C.C.; BLUME, M.C.; ARAÚJO, S.A.C.; PÁDUA, F.T.; ZANINE, A.M.; JACCOUD, C.F. Superação da dormência de sementes de oito leguminosas forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v.55, n.212, p.401-404, 2006.

DUTRA, A.S.; MEDEIROS FILHO, S. Dormência e germinação de sementes de albizia (*Albizia lebbek* (L.) Benth) **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.40, n.3, p.427-432, 2009.

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.

FARIAS, S.G.G.; FREIRE, A.L.O.; SANTOS, D.R.S.; BAKKE, I.A.; SILVA, R.B. Efeitos dos estresses hídrico e salino na germinação de sementes de gliricidia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.]. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.4, p.152-157, 2009.

FOURNIER, L.A. *Parkinsonia aculeata* L. Disponível em: <http://www.rngr.net/Publications/ttsm/Folder.2003-07-11.4726/PDF.2004-03-15.5909/view>. acessado em 14/jan/2010.

FOWLER, A.J.P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, (Embrapa Florestas. Documentos, 40), 27p. 2000.

GRICE A.C.; CAMPBELL S.D.; MCKENZIE, J.R., WHITEMAN L.V.; LUKITSCH B.V. Size-biomass relationships for Australian populations of the invasive rangeland shrub *Parkinsonia aculeata*. **Rangel**, v.24, p. 207–18, 2002.

GRICE, A.C.; MACKENZIE, J.R.; NICHOLAS, D.M.; PATTINSON, M.; WHITEMAN, L.V.; STEELE, K.E.; CAMPBELL, S.D. 2004. Will fire help control *Parkinsonia aculeata* L.? Weed management: balancing people, planet, profit. Anais... **Australian Weeds Conference**. Wagga, New South Wales. p.161-163, 2004.

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; GONÇALVES, E.P.; VIANA, J.S.; MOURA, M.F.; SANTOS, S.S. Germinação de sementes de *Opuntia inamoena* Schum após tratamentos para superar a dormência. **Revista da Farmácia e Biologia**, Campina Grande, v.3, n.1, 2008.

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

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.

I3N - Rede Temática de Espécies Exóticas Invasoras. 2008. Net. Disponível em: <http://i3n.institutohorus.org.br/>. Acesso em 15/dez/2009.

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

LAWES, R. A. Temporal fluctuations of *Parkinsonia aculeata* L. seedling germination and growth in three Australian rangelands habitats. Weed management: balancing people, planet, profit. Anais... **Australian Weeds Conference**, Wagga, New South Wales, p.164-167, 2004.

LAWES, R.A.; WHITEMAN, L.V.; GRICE, A.C. Mapping the distribution of *Parkinsonia aculeata* in the Cape River catchment in north Queensland, Australia. **Plant Protection Quarterly**, Austrália, v.18, n.4, p. 152-156, 2003.

LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (eds.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 822p. 2003.

LOPES, J.C.; DIAS, P.C.; MACEDO, C.M.P. Tratamentos para acelerar a germinação e reduzir a deterioração das sementes de *Ormosia nitida* Vog. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.171-177, 2006.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 352 p., 1992.

MAGUIRE, J.D. Physiological disorders in germination seeds induced by environment. In: HEYDECKER, W. (ed.) **Seed ecology**, Butterworths, London, 1973. 578p.

MORAES, G.A.F.; MENEZES, N.L. Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.2, p.219-226, 2003.



NASSIF, S.M.L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Germinação de sementes de amendoim do-campo (*Pterogyne nitens* Tul- Fabaceae-mimosoideae) submetidas a diferentes condições de estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira Sementes**, Brasília, v.19, n.2, p.143-150, 1997.

PARSONS, W.T.; CUTHBERTSON, E.G. **Noxious Weeds of Australia**. Inkata Press, Melbourne, 1992.

PEGADO, C.M.A.; ANDRADE, L.A.; FÉLIX, L.P.; PEREIRA, I.M. . Efeitos da Invasão Biológica de algaroba - *Prosopis Juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo -arbóreo da caatinga no município de Monteiro-PB, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v.20, p. 887-898, 2006.

PEREIRA, E.W.L.; RIBEIRO, M.C.C.; SOUZA, J.O.; LINHARES, P.C.F.; NUNES, G.H.S. Superação de dormência em sementes de jitirana (*Merremia aegyptia* L.). **Revista Caatinga**, Mossoró, v.20, n.2, p.59-62, 2007.

PIROLI, E.L.; CUSTÓDIO, C.C.; ROCHA, M.R.V.; UDENAL, J.L. Germinação de sementes de canafístula *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. tratadas para superação da dormência. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v.1, n.1, p.13-18, 2005.

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

PRENTIS, P.J; WILSON, J.R.U.; DORMONTT, E.E.; Richardson, D.M.; LOWE, A.J. Adaptive evolution in invasive species. **Trends in Plant Science**. France, v.13, n.6, 2008.

REHMAN, S.; HARRIS, P.J.C.; BOURNE, W.F.; WILKIN, J. The effect of sodium chloride on germination and the potassium and calcium contents of *Acacia* seeds. **Seed Science and Technology**, v.25, n.1, p.45-57, 1996.

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.

RODRIGUES, A.P.D.C.; KOHL, M.C.; PEDRINHO, D.R.; ARIAS, E.R.A.; FAVERO, S. Tratamentos para superar a dormência de sementes de *Acacia mangium* Willd. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.30, n.2, p.279-283, 2008.

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.

SAMPAIO, L.S.V.; PEIXOTO, C.P.; PEIXOTO, M.F.S.P.; COSTA, J.A.; GARRIDO, M.S.; MENDES, L.N. Ácido sulfúrico na superação da dormência de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* H.B.K. - Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.23, n.1, p.184-190, 2001.

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

SMITH, S.D.; HUXMAN, T.E.; ZITZER, S.F.; CHARLET, T.N.; HOUSMAN, D.C.; COLEMAN, J.S.; FENSTERMAKER, L.K.; SEEMANN, J.R.; NOWAK, R.S. Elevated CO<sub>2</sub> increases productivity and invasive species success in an arid ecosystem. **Nature**, v. 408, p. 79–82, 2000.

SOUZA, V.C.; AGRA, P.F.M.; ANDRADE, L.A.; OLIVEIRA, I.G.; OLIVEIRA, L.S. Germinação de sementes da invasora *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. sob efeito da luz e da temperatura utilizando superação de dormência. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, prelo, 2009.

STRAUSS, S. Y.; LAU, J.A.; CARROLL, S.P. Evolutionary responses of natives to introduced species: what do introductions tell us about natural communities? **Ecology Letters**, v.9, p.354–371, 2006.

SUNE, A.D.; FRANKE, L.B. Superação de dormência e metodologias para testes de germinação em sementes de *Trifolium riograndense* Burkart E *Desmanthus depressus* Humb. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n.3, p.29-36, 2006

VILLELA, F.A.; FILHO, L.D.; SEQUEIRA, E.L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietilenoglicol 6.000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, p.1957-1968, 1991.

WEBER E. **Invasive plant species of the world: a reference guide to environmental weeds**. CABI Publishing, Wallingford, 2003.

ZILLER, S.R. **Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica**. Ciência Hoje. Dezembro de 2001, p.79, Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas e da Auto-sustentabilidade (Ideas) - PR. 79p. 2001.

**COMPORTAMENTO DA DORMÊNCIA EM SEMENTES DE *Parkinsonia aculeata* L.**

## COMPORTAMENTO DA DORMÊNCIA EM SEMENTES DE *Parkinsonia aculeata* L.

### RESUMO

A espécie *Parkinsonia aculeata* L. pertence à família Fabaceae e apresenta características de espécie invasora em diversos contextos geográficos inclusive no semiárido nordestino. Com este trabalho objetivou-se estudar o comportamento da dormência das sementes da espécie, visando conhecer e entender o mecanismo que a faz invadir, se estabelecer e dominar áreas alterando a biodiversidade local. As sementes foram submetidas aos seguintes tratamentos: testemunha - sementes intactas (T<sub>1</sub>); escarificação mecânica com lixa d'água nº 80 na região lateral da semente (T<sub>2</sub>); escarificação mecânica com lixa d'água nº 80, seguida de embebição em água à temperatura ambiente por 12 e 24 horas (T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>, respectivamente); imersão em ácido sulfúrico por 5, 10, 15 e 20 minutos (T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub> e T<sub>8</sub>, respectivamente) e imersão em água na temperatura de 60, 70, 80 e 90°C por 1 minuto (T<sub>9</sub>, T<sub>10</sub>, T<sub>11</sub> e T<sub>12</sub>, respectivamente). As características avaliadas foram: porcentagem de emergência, primeira contagem de emergência, índice de velocidade de emergência, comprimento e massa seca de plântulas. Os tratamentos que envolveram a imersão em água na temperatura de 60, 70, 80 e 90°C apresentam os mais baixos percentuais de emergência. As sementes de *P. aculeata* apresentam dormência, com variação na impermeabilidade do tegumento, o que constitui uma das estratégias para a formação do banco de sementes e plântulas no solo, potencializando o seu caráter invasor.

**Palavras-chave:** invasão biológica, sementes, tratamentos pré-germinativos.

## BEHAVIOR OF DORMANCY IN *Parkinsonia aculeata* L. SEEDS

### ABSTRACT

The species *Parkinsonia aculeata* L. belongs to the Fabaceae family and has characteristics of invasive species in several geographical areas including the semiarid northeast, Brazil. This study aimed the behavior of seed dormancy of the species, to determine and understand the mechanism that makes it invade, settle and dominate areas by changing the local biodiversity. The seeds were subjected to the following treatments: control - intact seeds (T<sub>1</sub>), mechanical scarification with sandpaper nº 80 in the side of the seed (T<sub>2</sub>), mechanical scarification with sandpaper nº 80, followed by embebiton water at environment temperature for 12 and 24 hours (T<sub>3</sub> and T<sub>4</sub>, respectively), sulfuric acid for 5, 10, 15 and 20 minutes (T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub> and T<sub>8</sub>, respectively) and immersion in water at the temperature of 60, 70, 80 e 90°C for 1 minute (T<sub>9</sub>, T<sub>10</sub>, T<sub>11</sub> e T<sub>12</sub>, respectively). The characteristics evaluated were: percentage of emergence, emergence first count, emergence speed index, length and dry weight of seedlings. The treatments involving immersion in water at 60, 70, 80 e 90°C have the lowest percentage of emergence. The seeds of *P. aculeata* present dormance, variation in the impermeability of which is one of the strategies for the formation of seed banks and seedlings in the soil, increasing its invasive nature.

**Keywords:** biological invasion, seed, treatments pre-germination.

## 1. INTRODUÇÃO

A espécie *Parkinsonia aculeata* L., uma Fabaceae, arbórea, com altura variando de 5 a 8 m. É conhecida como turco ou espinho de Jerusalém, nativa de regiões semi-áridas da América Tropical, mas que foi introduzida em diversos países, principalmente com fins ornamentais, em função das características de suas flores (COCHARD e JACKES, 2005). É considerada uma espécie invasora em diversos países, inclusive no semiárido nordestino, onde nas últimas décadas tem se revelado com este potencial. Forma densas populações em alguns habitats e, embora tenha preferência por ambientes paludosos (KLINKEN, 2006), não raro é encontrada em terras altas e até mesmo em ambientes secos, como se tem observado em vastas áreas da caatinga e ecossistemas associados.

Segundo Murdoch e Ellis (2000) as sementes de muitas espécies florestais permanecem viáveis por longos períodos no banco de sementes do solo, sendo a germinação lenta e irregular, mesmo quando expostas a condições ambientais favoráveis. Esse fenômeno é denominado dormência e consiste em estratégia natural de sobrevivência da semente no solo, após maturação e dispersão, para garantir a perpetuação da espécie (PIÑA-RODRIGUES e AGUIAR, 1993).

A dormência das sementes de leguminosas é uma característica hereditária, relativa à camada de células em paliçadas, as quais possuem paredes espessas e externamente recobertas por uma camada cuticular cerosa (POPINIGIS, 1985). Este fenômeno é causado por um bloqueio físico do tegumento resistente e impermeável que, ao impedir o trânsito aquoso e as trocas gasosas, não permite a embebição da semente nem a oxigenação do embrião, e que por isso permanece latente. Nas espécies invasoras esse fenômeno potencializa a capacidade de adaptação das espécies, uma vez que as sementes ficam latentes no banco de sementes do solo, podendo permanecer armazenadas por semanas, meses e até anos, até que condições ambientais favoráveis como luz, umidade e temperatura desencadeiem o processo de germinação.

Essas sementes dormentes alcançam grande longevidade, e qualquer procedimento que permita romper o tegumento, fazendo-as absorver água, promove sua germinação e emergência de plântulas geralmente vigorosas (GRUS, 1990). A impermeabilidade do tegumento pode ser superada por meio da escarificação que causa uma ruptura ou o seu enfraquecimento, permitindo desta forma a absorção de água pela semente e o início do processo germinativo (MAYER e POLJAKOFF-MAYBER, 1989). Vários são os métodos utilizados na superação da dormência, entre eles destacam-se a

escarificação mecânica, química com ácido sulfúrico e a imersão em água quente (ALBUQUERQUE et al., 2007).

A escarificação mecânica do tegumento foi eficiente na superação da dormência das sementes de várias espécies como, por exemplo, *Erythrina velutina* Willd. (SILVA, 2008), *Schizolobium amazonicum* (SILVA NETO et al., 2007), *Bowdichia virgilioides* Kunth (SMIDERLE e SOUSA, 2003), *Sterculia foetida* L. (SANTOS et al., 2004), *Bauhinia divaricata* L. (ALVES et al., 2004), *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (PIROLI et al., 2005), *Trifolium riograndense* Burkart e *Desmanthus depressus* Humb (SUÑÉ e FRANKE, 2006), e *Albizia lebbek* (L.) Benth. (DUTRA e MEDEIROS FILHO, 2009).

A escarificação química com ácidos é muito eficiente, mas deve ser aplicada com certo cuidado, uma vez que longos períodos de exposição causam danos às sementes e, conseqüentemente, redução na germinação (EGLEY, 1972). A escarificação com ácidos foi empregada com eficiência na superação da dormência de sementes *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (SOUZA et al., 2009), *Tachigalia multijuga* (Benth.) (LIMA e BORGES et al., 2004), *Zizyphus joazeiro* Mart. (ALVES et al., 2006), *Ormosia nitida* Vog. (LOPES et al., 2006), *Merremia aegyptia* L. (PEREIRA et al., 2007), *Bowdichia virgilioides* Kunth. (ALBUQUERQUE et al., 2007) e *Acacia mangium* Willd. (RODRIGUES et al., 2008). No entanto, esses resultados diferem dos obtidos por Oliveira et al. (2003), que a aplicação de ácido sulfúrico por 30 minutos resultou na morte de 100 e 97% de sementes de dois lotes de sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub.

Outro método que vem se mostrando eficiente na superação da dormência em sementes com impermeabilidade tegumentar é o uso da água quente (FOWLER e BIANCHETTI, 2000), no entanto, a eficiência de tal tratamento depende das espécies, temperatura de água, e do tempo de imersão durante escarificação (SCHMIDT, 2000). A escarificação com água quente foi empregada com eficiência na superação da dormência de sementes em *Acacia mangium* Willd. (RODRIGUES et al., 2008) e *Parkinsonia aculeata* L., onde a germinação nessa espécie foi aumentada pela imersão em água fervente (100°C) durante 5 segundos (FOURNIER, 2010). Esses resultados diferem dos encontrados por Borges et al. (2004), que tentou induzir, sem sucesso, a germinação em *Tachigalia multijuga* (Benth.) pré-tratando-as com água a 90°C por 60 segundos e 30 minutos.

Devido à dormência causada, possivelmente, pelo tegumento impermeável à água, considerável número de sementes de *Parkinsonia aculeata* L. pode permanecer sem germinar, durante os testes de germinação ou em bancos de sementes. Dessa forma, objetivou-se estudar tratamentos pré-germinativos para superação da dormência das

sementes da espécie, visando conhecer seu comportamento e entender o mecanismo que a faz invadir, se estabelecer e dominar áreas alterando a biodiversidade local.



## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Ecologia Vegetal (LEV), do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, (CCA-UFPB), em Areia - PB. Os frutos de *Parkinsonia aculeata* L. foram coletados no município de Juazeirinho - PB, no leito e entorno de um açude. A área possui 48.788 ha e coordenadas geográficas de 7° 2' 3,4" S e 36° 30' 16,6" W, encontra-se nos domínios da Savana Estépica (caatinga), é um ambiente totalmente distonante da paisagem dominante. O clima segundo classificação de Thornthwaite: DA'da' (semiárido) apresenta índice de aridez de 56,49 % e precipitação média anual de 498 mm.

Após a coleta os frutos foram levados ao LEV para beneficiamento manual das sementes e depois submetidas aos tratamentos apresentados na Tabela 1.

**TABELA 1:** Tratamentos pré-germinativos para superação da dormência de sementes de *Parkinsonia aculeata* L.

Descrição dos tratamentos pré-germinativos	
T <sub>1</sub>	Testemunha - sementes intactas
T <sub>2</sub>	Escarificação mecânica com lixa d'água nº80 na região oposta à micrópila
T <sub>3</sub>	Imersão em ácido sulfúrico por 05 minutos
T <sub>4</sub>	Imersão em ácido sulfúrico por 10 minutos
T <sub>5</sub>	Imersão em ácido sulfúrico por 15 minutos
T <sub>6</sub>	Imersão em ácido sulfúrico por 20 minutos
T <sub>7</sub>	Escarificação mecânica com lixa d'água nº80, seguida de embebição em água por 12h
T <sub>8</sub>	Escarificação mecânica com lixa d'água nº80, seguida de embebição em água por 24h
T <sub>9</sub>	Imersão em água na temperatura de 60°C por 01 minuto
T <sub>10</sub>	Imersão em água na temperatura de 70°C por 01 minuto
T <sub>11</sub>	Imersão em água na temperatura de 80°C por 01 minuto
T <sub>12</sub>	Imersão em água na temperatura de 90°C por 01 minuto

A escarificação mecânica manual foi efetuada friccionando-se a região oposta à micrópila do tegumento das sementes à superfície abrasiva da lixa d'água Nº. 80, até se observar pequena exposição dos cotilédones, sendo a embebição realizada em temperatura ambiente. As sementes imersas em ácido sulfúrico foram constantemente revolvidas com um bastão de vidro, objetivando uniformizar a sua ação abrasiva. Decorridos os períodos pré-estabelecidos, as sementes foram lavadas em água corrente, por 10 minutos, para que os resíduos do ácido fossem retirados. Para avaliação do efeito dos tratamentos foram avaliadas as características descritas a seguir.

## **Teste de emergência**

Após a aplicação dos tratamentos pré-germinativos as sementes foram submetidas ao teste de emergência, o qual foi instalado em casa de crescimento, com quatro repetições de 25 sementes. As sementes foram distribuídas em bandejas plásticas com dimensões de 0,40 x 0,40 x 0,11m, contendo areia lavada e esterilizada, sendo realizadas irrigações diárias para manutenção da umidade do substrato. As contagens foram feitas diariamente, do terceiro ao vigésimo primeiro dia do teste, computando-se as plântulas que emitiram o epicótilo, e os resultados foram expressos em porcentagem;

## **Primeira contagem de emergência**

A primeira contagem de emergência foi conduzida conjuntamente com o teste de emergência, onde se computou as sementes germinadas no terceiro dia após a semeadura, sendo os resultados expressos em porcentagem;

## **Índice de velocidade de emergência**

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi determinado mediante contagem diária do número de plântulas emersas durante 21 dias e o índice determinado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962); onde  $IVE = \frac{E_1 + E_2 + \dots + E_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n}$ , em que IVE = índice velocidade de emergência;  $E_1, E_2, \dots, E_n$  = número de plântulas normais emergidas a cada dia;  $N_1, N_2, \dots, N_n$  = número de dias decorridos da semeadura da primeira até a última contagem;

## **Comprimento de plântulas**

No final do teste de emergência, as plântulas normais de cada repetição foram medidas da raiz até a parte aérea (inserção das plúmulas), com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm plântula<sup>-1</sup>;

## **Massa seca de plântulas**

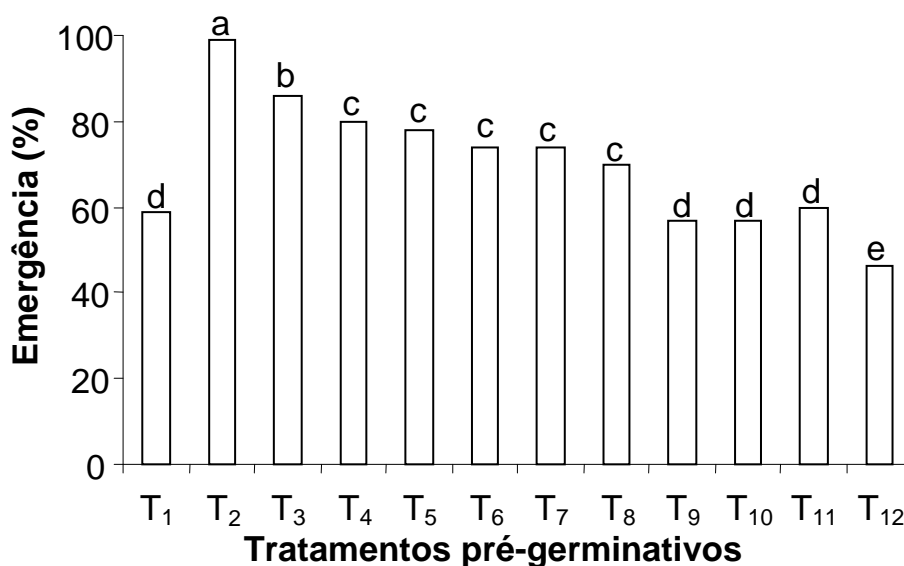
Nas mesmas plântulas da avaliação anterior foram retirados os cotilédones, colocadas em sacos de papel “Kraft” e levadas à estufa regulada a 65°C até atingir peso constante (48 horas) e, decorrido esse período, as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g;

## **Análise estatística e delineamento experimental**

Foram utilizadas 100 sementes por tratamento, divididas em quatro repetições de 25 sementes e o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso e os dados obtidos, não transformados, 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

Os dados médios relativos à emergência de plântulas de *P. aculeata* encontram-se na Figura 1. Constatou-se que as sementes submetidas ao tratamento T<sub>2</sub> (escarificação mecânica com lixa d'água nº 80) foram responsáveis pelos maiores percentuais de emergência de plântulas (99%), seguido das sementes imersas em ácido sulfúrico por 5 minutos (T<sub>3</sub>). O aumento dos períodos de imersão em ácido sulfúrico (10, 15 e 20 minutos) foi danoso a emergência, possivelmente por ter penetrado na semente e afetado estruturas essenciais, em especial o eixo embrionário.



**Figura 1.** Emergência de plântulas de *Parkinsonia aculeata* L. submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos.

Esses resultados indicam que a dormência tegumentar foi superada satisfatoriamente quando as sementes foram submetidas à escarificação mecânica com lixa d'água. Segundo Hartmann et al. (1997) para espécies que apresentam sementes com tegumento impermeável à água, um dos tratamentos mais comumente usados é a escarificação mecânica. Como as sementes de *P. aculeata* são dispersas pela água e ficam armazenadas por longos períodos em solos alagados, provavelmente o movimento de contração e expansão dos solos, quando passam da estação alagada para a estação seca, pode causar uma escarificação mecânica no tegumento das sementes, favorecendo a embebição e a germinação da espécie.

Embora a existência de tegumento impermeável seja uma característica indesejável do ponto de vista de manejo, fazendo com que as sementes apresentem resistência à germinação, a mesma também é reconhecida por proteger a semente das flutuações de temperatura, umidade e da incidência de microrganismos o que explica, em parte, o elevado potencial invasor das sementes de *P. aculeata* de formar bancos de sementes no solo.

A escarificação mecânica foi eficiente para superar a dormência tegumentar de sementes de *Peltophorum dubium* (OLIVEIRA et al., 2003), *Bauhinia divaricata* L. (ALVES et al., 2004), *Ormosia nítida* (LOPES et al., 2006), *Schizolobium amazonicum* (SILVA NETO et al., 2007), *Senna siamea* (DUTRA et al., 2007), *Bowdichia virgilioides* (ALBUQUERQUE et al., 2007) e *Opuntia inamoena* Schum (GUEDES et al., 2008).

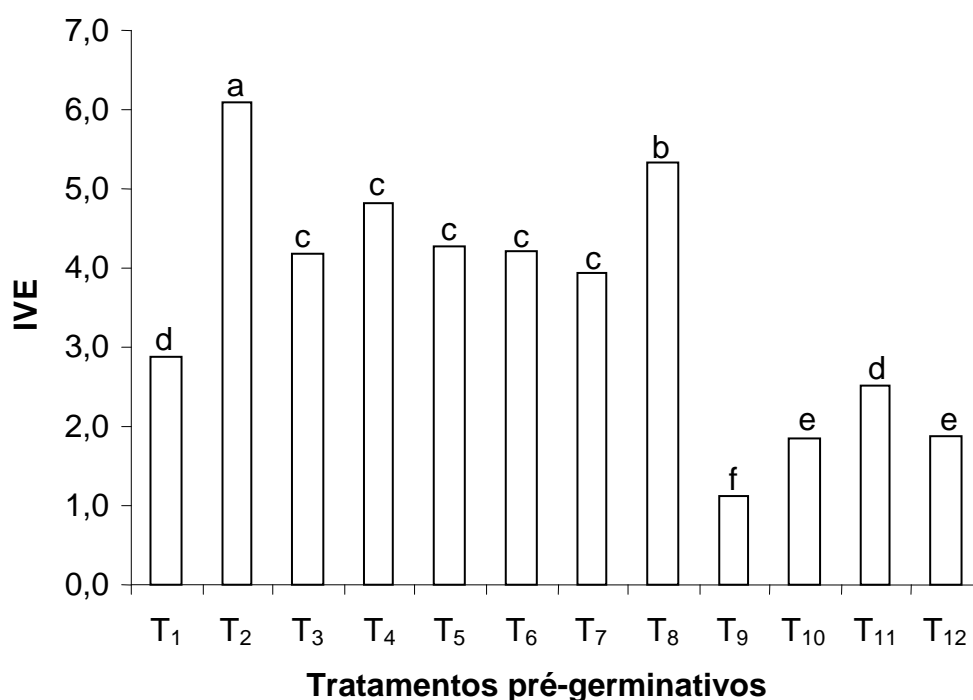
Os tratamentos T<sub>9</sub>, T<sub>10</sub>, T<sub>11</sub> e T<sub>12</sub> (imersão em água a temperatura de 60°C, 70°C, 80°C e 90°C por um minuto) foram responsáveis pelos menores percentuais de emergência de plântulas. A redução na porcentagem de emergência oriundas destes tratamentos pode estar relacionada aos efeitos danosos das temperaturas elevadas, por ter propiciado a degradação do tegumento, o que favoreceu a absorção de água quente e conseqüentemente causado injúrias no embrião. Estes dados corroboram com os obtidos por Guedes et al. (2008) e Albuquerque et al. (2007) para sementes de *Opuntia inamoena* Schum e *Bowdichia virgilioides*, respectivamente. No entanto, diferem dos obtidos por Trujillo (1996), que estudando a superação da dormência de *P. aculeata*, constatou que a germinação de sementes é aumentada quando estas são imersas em água fervente (100°C) durante 5 segundos, e então colocadas para embeber por 24 horas.

Para o tratamento T<sub>1</sub> (sementes intactas), observou-se uma porcentagem de emergência de plântulas em torno de 60%, indicando que nem todas as sementes dispersas pela espécie apresentam impermeabilidade do tegumento a água, ou seja, ocorre uma variação no número de sementes dormentes dentro da mesma população. Essa variação na impermeabilidade do tegumento das sementes pode ser de caráter genético ou ambiental, conforme observado por Anderson e Milberg (1998) com outras espécies. Veasey et al. (2000), estudando a maturação de sementes de *Sesbania*, verificaram grande variação na intensidade de dormência entre e dentro da espécie, sendo um fator importante na dinâmica de populações naturais, e está relacionada à adaptação dos indivíduos a ambientes heterogêneos.

Um fator a ser considerado é que, o elevado número de sementes germinadas sem tratamentos pré-germinativos, origina o banco de plântulas da espécie e as demais que não germinaram, imediatamente, são responsáveis pela formação do banco de sementes.

Essas características podem justificam o elevado potencial invasor da espécie no semiárido paraibano.

Quanto ao índice de velocidade de emergência (Figura 2) verificou-se que o tratamento T<sub>2</sub> (escarificação mecânica com lixa d'água N° 80) foi responsável pelos maiores valores de IVE, seguido do tratamento T<sub>8</sub> (escarificação mecânica com lixa d'água N° 80, seguida de embebição em água à temperatura ambiente por 24 horas), indicando que este método promoveu o rompimento da camada impermeável das sementes, permitindo a entrada de água em quantidade adequada ao embrião, e conseqüentemente, aumentando a velocidade do processo germinativo. Nos tratamentos térmicos T<sub>9</sub>, T<sub>10</sub>, T<sub>11</sub> e T<sub>12</sub>, constatou-se os menores índices de velocidade de emergência, comprovando que estes tratamentos tornaram-se danosos ao vigor das sementes. Já os tratamentos com ácido sulfúrico (T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> e T<sub>6</sub>) não diferiram estatisticamente entre si e também de T<sub>7</sub>(escarificação mecânica seguida de embebição por 12h).



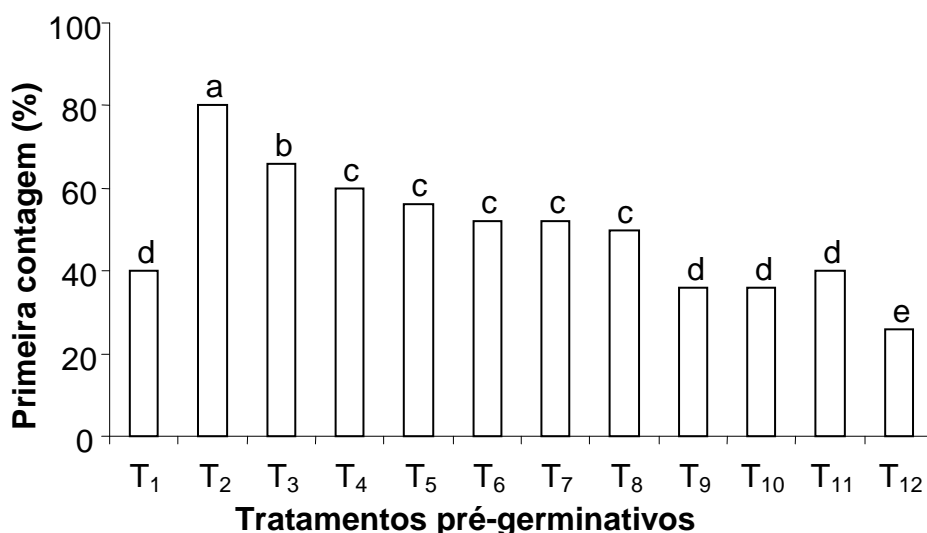
**Figura 2.** Índice de velocidade de emergência de plântulas de *Parkinsonia aculeata* L. submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos.

Em ambiente natural, a impermeabilidade do tegumento é superada por processos de escarificação, a qual consiste em qualquer tratamento que resulte na ruptura ou enfraquecimento do tegumento, permitindo a entrada de água e gases e, assim, dando início ao processo germinativo (MAYER e POLJAKOFF-MAYBER, 1989). Comprova-se com os dados que a espécie *P. aculeata* apresenta dormência e para que a mesma esteja

invadindo de forma desordenada as regiões mais áridas da Caatinga, sugere-se que nesse ambiente, a escarificação ocorra pelo aquecimento úmido ou seco do solo por temperaturas alternadas, permitindo, assim, a entrada de água para o interior da semente. Esse processo pode ocorrer, também, pela ação de ácidos durante a ingestão das sementes por animais dispersores, além da ação dos microrganismos do solo (VAZQUEZ-YANES e OROZCO-SEGOVIA, 1993).

A escarificação com lixa proporcionou os maiores índices de velocidade de emergência de plântulas de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (ALVES et al., 2007) e de *Merremia aegyptia* L. (PEREIRA et al., 2007). Já a utilização do ácido sulfúrico concentrado se mostrou eficaz em aumentar a velocidade de germinação em sementes de *Strelitzia reginae* Ait. por 9 minutos (BARBOSA et al., 2005) e em sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul., por 8 e 10 minutos (ALVES et al., 2007).

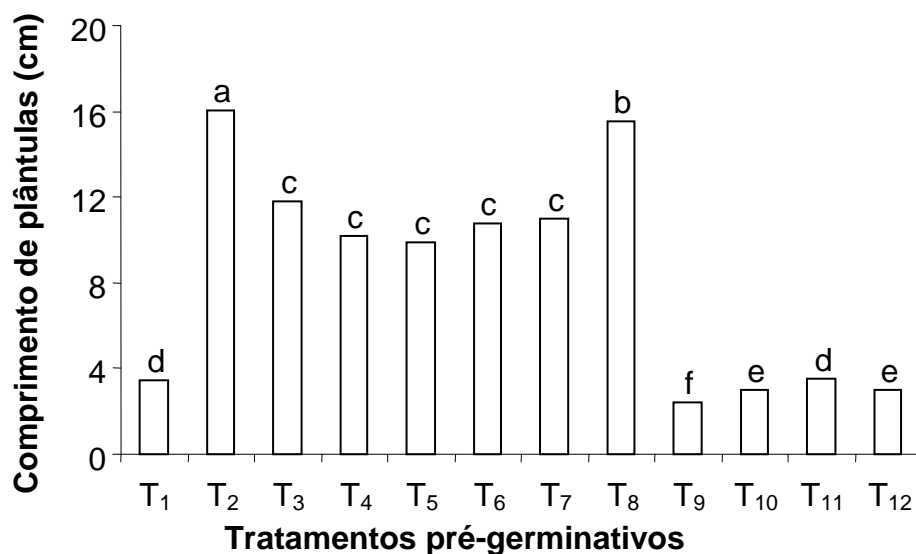
Os dados referentes ao vigor, determinado pela primeira contagem de emergência de plântulas de *P. aculeata* aos três dias estão na Figura 3. À semelhança da porcentagem de emergência, os maiores percentuais de plântulas normais (80%) na primeira contagem também foram obtidos de sementes oriundas do tratamento T<sub>2</sub> (escarificação mecânica com lixa d'água nº 80). Nos tratamentos de escarificação mecânica com lixa d'água nº 80, seguidos da embebição em água por 12 e 24h (T<sub>7</sub> e T<sub>8</sub>, respectivamente), constatou-se uma redução do vigor com o aumento dos períodos de embebição, quando comparados ao tratamento apenas com escarificação, possivelmente, isto deve ter ocorrido pela brusca embebição.



**Figura 3.** Primeira contagem de emergência (%) de plântulas de *Parkinsonia aculeata* L. submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos.

A eficiência da escarificação mecânica foi constatada em provocar fissuras no tegumento das sementes, eliminando a impermeabilidade do tegumento destas. No entanto, Medeiros Filho et al. (2002) relataram que a escarificação mecânica pode ocasionar injúrias nas sementes pela fricção ou diferença de constituição de seus tegumentos em função da espécie. Os demais tratamentos (imersão em ácido sulfúrico, água quente na temperatura de 60°C, 70°C, 80°C e 90 °C, bem como a imersão em água por 12 e 24h) não foram eficientes, pois não permitiram que as sementes expressassem sua máxima qualidade fisiológica. Resultados semelhantes foram obtidos em sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (ALVES et al., 2007). Para as sementes que não sofreram nenhum tratamento (T<sub>1</sub>), observou-se que em apenas três dias emergiram 40% das plântulas. Weerakoon et al. (1992) observaram germinação de 20% para as sementes não escarificadas de *S. speciosa*. Esta variabilidade da dormência nas sementes dentro da espécie, do ponto de vista ecológico, indica provavelmente diferentes graus de adaptação a diferentes habitats.

Os dados relativos ao vigor baseado no comprimento das plântulas de *P. aculeata* se encontram na Figura 4. O comprimento máximo de plântulas (16,04 cm) foi oriundo de sementes *P. aculeata* submetidas ao tratamento T<sub>2</sub> (escarificação mecânica com lixa d'água nº 80, na região oposta a micrópila), seguido do tratamento T<sub>8</sub> (escarificação mecânica com lixa d'água nº 80, seguida de embebição por 24h).



**Figura 4.** Comprimento de plântulas de *Parkinsonia aculeata* L. oriundo de sementes submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos.



Verificou-se que as sementes imersas em ácido sulfúrico, independente do período de exposição, apresentaram redução do vigor, possivelmente isto deve ter ocorrido devido a ruptura do tegumento que permitiu a infiltração do ácido, atingido células essenciais, e desta forma comprometendo o desenvolvimento das plântulas, embora houvesse um alto percentual de emergência, como foi registrado no tratamento T<sub>3</sub> (imersão em ácido por 5 minutos). A escarificação química propicia a degradação do tegumento e o aumento do período de imersão poderá causar ruptura de células essenciais, favorecendo as injúrias mecânicas e a invasão de fungos, prejudicando assim a emergência (ROLSTON, 1978).

Os dados referentes à massa seca de plântulas não diferiram estatisticamente entre si.

#### 4. CONCLUSÕES

As sementes de *Parkinsonia aculeata* L. apresentam dormência, com variação na impermeabilidade do tegumento, o que constitui uma das estratégias para a formação do banco de sementes e plântulas no solo, potencializando o seu caráter invasor.

O alto percentual de emergência de plântulas das sementes intactas (Tratamento T<sub>1</sub>), indicam que nem todas as sementes dispersas pela espécie apresentam impermeabilidade do tegumento a água, ou seja, ocorre uma variação no número de sementes dormentes dentro da mesma população.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, K.S.; GUIMARÃES, R.M.; ALMEIDA, Í.F.; CLEMENTE, A.C.S. Métodos para a superação da dormência em sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* KUNTH.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p.1716-1721, 2007.
- ALVES, A.U.; DORNELAS, C.S.M.; BRUNO, R.L.A.; ANDRADE, L.A.; ALVES, E.U. Superação da dormência em sementes de *Bauhinia divaricata* L. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.18, n.4, 871-879, 2004.
- ALVES, E.U.; BRUNO, R.A.L. de; CENA OLIVEIRA, A.P. de; ALVES, A.U.; Alves, A.U. Ácido sulfúrico na superação da dormência de unidades de dispersão de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.187-195, 2006.
- ALVES, E.U.; CARDOSO, E.A.; BRUNO, R.L.A.; ALVES, A.U.; ALVES, A.U.; GALINDO, E.A.; BRAGA JÚNIOR, J.M. Superação da dormência de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.3, p.405-415, 2007.
- ANDERSON, L., MILBERG, P. Variation in seed dormancy among mother plants, populations and years of seed collection. **Seed Science Research**: 8. 29-38. 1998.
- BARBOSA, J.G.; ALVARENGA, E.M.; DIAS, D.C.F.S.; VIEIRA, A.N. Efeito da escarificação ácida e de diferentes temperaturas na qualidade fisiológica de sementes de *Strelitzia reginae*. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.27, n.1, 2005.
- BORGES, E.E.L.; RIBEIRO JUNIOR, J.I.; REZENDE, S.T.; PEREZ, S.C.J.G.A. Alterações fisiológicas em sementes de *Tachigalia multijuga* (Benth.) (mamoneira) relacionadas aos métodos para a superação da dormência. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.3, p.317-325, 2004.
- COCHARD, R.; JACKES, B. R. Seed ecology of the invasive tropical tree *Parkinsonia aculeata*. **Plant Ecology**, Austrália, v. 180, n.1, p.13-31, 2005.
- DUTRA, A.S.; MEDEIROS FILHO, S. Dormência e germinação de sementes de albizia (*Albizia lebbek* (L.) Benth) **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.40, n.3, p.427-432, 2009.
- 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.

EGLEY, G.H. Influence of the seed envelope and growth regulators upon seed dormancy in witchweed (*Stringa lutea* Lour). **Annals of Botany**, London, v.36, n.147, p.755-770, 1972.

FOURNIER, L.A. *Parkinsonia aculeata* L. Disponível em: <http://www.rngr.net/Publications/ttsm/Folder.2003-07-11.4726/PDF.2004-03-15.5909/view>. acessado em 14/01/2010.

FOWLER, A.J.P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, (Embrapa Florestas. Documentos, 40), 27p, 2000.

GRUS, V.M. Germinação de sementes de pau-ferro e cassia javanesa submetidas a tratamentos para quebra de dormência. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.2, n.6, p.29-35, 1990.

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; GONÇALVES, E.P.; VIANA, J.S.; MOURA, M.F.; SANTOS, S.S. Germinação de sementes de *opuntia inamoena* schum após tratamentos para superar a dormência. **Revista da Farmácia e Biologia**, Campina grande, v.3, n.1, 2008.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.; DAVIES, F.; GENEVE, R. **Plant propagation: principles and practices**. New Jersey: Simom & Schuster, 6 ed., 770 p., 1997.

KLINKEN, R. D. Biological control of *Parkinsonia aculeata*: what are we trying to achieve? **Australian Journal of Entomology**, v.45, p.268-271, 2006.

LIMA e BORGES, E.E.; RIBEIRO JUNIOR, J.I.; REZENDE, S.T.; PEREZ, S.C.J.G.A. Alterações fisiológicas em sementes de *Tachigalia multijuga* (Benth.) (mamoneira) relacionadas aos métodos para a superação da dormência. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.3, p.317- 325, 2004.

LOPES, J.C.; DIAS, P.C.; MACEDO, C.M.P. Tratamentos para acelerar a germinação e reduzir a deterioração das sementes de *Ormosia nitida* Vog. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.171-177, 2006.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.76-177, 1962.

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

MEDEIROS FILHO, S.; FRANÇA, E.A.; INNECCO, R. Germinação de sementes de *Operculina macrocarpa* (L.) Farwel e *Operculina alata* (Ham.) Urban. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.24, n.2, p.102-107, 2002.

MURDOCH, A.J.; ELLIS, R.H. Dormancy, viability and longevity. In: FENNER, M. (Ed.). **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford: CABI Publishing, 2.ed., p.183-214, 2000.

OLIVEIRA, L.M.; DAVIDES, C.A.; CARVALHO, M.L.M. Avaliação de métodos para quebra da dormência e para a desinfestação de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium*(Sprengel) Taubert. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.5, p.597-603, 2003.

PEREIRA, E.W.L.; RIBEIRO, M.C.C.; SOUZA, J.O.; LINHARES, P.C.F.; NUNES, G.H.S. Superação de dormência em sementes de jitirana (*Merremia aegyptia* L.). **Revista Caatinga**, Mossoró, v.20, n.2, p.59-62, 2007.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; AGUIAR, I.B. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (org.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, p.83-135, 1993.

PIROLI, E.L.; CUSTÓDIO, C.C.; ROCHA, M.R.V.; UDENAL, J.L. Germinação de sementes de canafístula *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. tratadas para superação da dormência. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v.1, n.1, p.13-18, 2005.

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

RODRIGUES, A.P.D.C.; KOHL, M.C.; PEDRINHO, D.R.; ARIAS, E.R.A.; FAVERO, S. Tratamentos para superar a dormência de sementes de *Acacia mangium* Willd. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.30, n.2, p.279-283, 2008.

ROLSTON, M.P. Water impermeable seed dormancy. **The botanical Review**, v.44, n.33, p.365-396, 1978.

SANTOS, T.O.; MORAIS, T.G.O.; MATOS, V.P. Escarificação mecânica em sementes de chichá(*Sterculia foetida* L.). **Revista Árvore**, v.28, n.1, p.1-6, 2004.

SCHMIDT, L. Dormancy and pretreatment. In: OLSEN, K. (Ed.) **Guide to handling of tropical and subtropical forest seed**. Humlebaek: Danida Forest Seed Centre, p.263-303, 2000.

SILVA NETO, P.A. da; ALVINO, F.O. de; RAYOL, B.P.; PRATA, S.S.; ESQUERDO, L.N. Métodos para superação de dormência em sementes de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) (Leguminosae – Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, s. 2, p.732-734, 2007.

SILVA, K.B. **TECNOLOGIA DE SEMENTES DE *Erythrina velutina* Willd.** Areia, Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba.138 f. 2008.

SMIDERLE, O.J.; SOUSA, R.C.P. Dormência em sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth Fabaceae Papilionidae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 48-52, 2003.

SOUZA, V.C.; AGRA, P.F.M.; ANDRADE, L.A. de; OLIVEIRA, I.G.; OLIVEIRA, L. S. Germinação de sementes da invasora *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. sob efeito da luz e da temperatura utilizando superação de dormência. **Revista Semina Ciências Agrárias**, Londrina, **prelo**, 2009.

SUNE, A.D.; FRANKE, L.B. Superação de dormência e metodologias para testes de germinação em sementes de *Trifolium riograndense* Burkart E *Desmanthus depressus* Humb. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n.3, p.29-36, 2006

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

VEASEY, E.A.; FREITAS, J.C.T.; SCHAMMASS, E.A. Variabilidade da dormência de sementes entre e dentro de espécies de *Sesbania*. **Scientia Agrícola**, v.57, n.2, p.299-304, 2000.

**GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Parkinsonia aculeata* L. SUBMETIDAS AO  
ESTRESSE HÍDRICO E DIFERENTES TEMPERATURAS**

# GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Parkinsonia aculeata* L. SUBMETIDAS AO ESTRESSE HÍDRICO E A DIFERENTES TEMPERATURAS

## RESUMO

Este trabalho teve por objetivos compreender o caráter invasor de *Parkinsonia aculeata* L., a partir da avaliação do efeito da temperatura e do estresse hídrico na germinação de suas sementes e no desenvolvimento inicial de plântulas da referida espécie. O experimento foi conduzido no Laboratório de Ecologia Vegetal (LEV), da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia - PB, onde se avaliou o efeito de diferentes potenciais hídricos no processo germinativo da referida espécie. Utilizou-se como agente o polietilenoglicol (PEG 6000), no qual as sementes foram colocadas para embebição nos potenciais de zero (controle); -0,2; -0,4; -0,6 e -0,8 MPa. As sementes foram postas para germinar em papel toalha, nas temperaturas de 25 e 30°C. O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso, com quatro repetições. A diminuição dos potenciais osmóticos com polietilenoglicol 6000, a partir de -0,6 MPa, reduz drasticamente a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas de *P. aculeata*, indicando que esta espécie invasora, possui tolerância à ambiente com baixa disponibilidade de água, nas fases iniciais.

**Palavras-chave:** invasão biológica, espécie exótica, potencial osmótico.



# GERMINATION OF *Parkinsonia aculeata* L. SEEDS SUBMITTED TO WATER STRESS AND DIFFERENT TEMPERATURES

## ABSTRACT

This study aimed understand the invasive nature of *Parkinsonia aculeata* L. from the evaluation of the effect of temperature and water stress on seeds germination and early development of seedlings of the species. The experiment was conducted at the Laboratory of Plant Ecology (LPE), at the Federal University of Paraíba (UFPB), Areia - PB, which evaluated the effect of different water potentials on the germination of that species. Was used as the agent polyethylene glycol (PEG 6000) in which the seeds were embebiton in water in the potential of zero (control), -0.2, -0.4, -0.6 and -0.8 MPa. The seeds were germinated in paper towel, at temperatures of 25 and 30°C. The experimental design was a completely randomized with four replications. The decrease in osmotic potential of polyethylene glycol 6000, from -0.6 MPa, greatly reduces the germination and initial seedling growth of *P. aculeata*, indicating that this invasive species, has limited tolerance to environments with low water availability in the early stages of their growth cycle.

**Key-words:** biological invasion, exotic species, osmotic potential.

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas ecológicos da atualidade é a proliferação de espécies exóticas que atinge praticamente todos os continentes e causa impactos sobre as espécies nativas e os ecossistemas, além de causar prejuízos econômicos de grande magnitude (ANDRADE et. al., 2009). Espécies exóticas constituem a segunda causa mundial de perda da diversidade biológica. De acordo com Ziller (2001), estas espécies são responsáveis por alterar as características naturais, bem como o funcionamento dos ecossistemas, afetando diretamente aspectos como a resiliência, e o tamanho das populações de espécies nativas, comprometendo seriamente a biodiversidade. *Parkinsonia aculeata* L., popularmente conhecida como Turco, é uma Fabaceae arbórea que foi introduzida em diversos países, com fins ornamentais e que atualmente está se revelando uma invasora em diversos sítios da caatinga e ecossistemas associados. Esta espécie já é tida como uma invasora agressiva em diversos países (COCHARD e JACKES, 2005).

Algumas características permitem que as espécies exóticas se tornem potenciais invasoras: alta taxa de crescimento relativo, grande produção de sementes pequenas e de fácil dispersão, alta longevidade das sementes no solo, alta taxa de germinação dessas sementes, maturação precoce das plantas já estabelecidas, floração e frutificação mais prolongadas, alto potencial reprodutivo por brotação, pioneirismo, alelopatia e ausência de inimigos naturais (PARKER et al., 1999; GENOVESI, 2005).

As condições em que as sementes se encontram no solo para a germinação nem sempre são ótimas, como é o caso dos solos salinos, sódicos ou com déficit hídrico, que são de ocorrência natural nas regiões áridas e semi-áridas. Portanto, torna-se importante entender os mecanismos que conferem às sementes de algumas espécies a capacidade de germinar sob condições de estresse hídrico e, conseqüentemente, vantagens ecológicas em relação a outras que são sensíveis à seca (ROSA et al., 2005). O conhecimento sobre como o estresse hídrico atua é particularmente importante quando se deseja controlar espécies invasoras, uma vez que este interfere na germinação tendo importância especial para a ecofisiologia, possibilitando a avaliação dos limites de tolerância e capacidade de adaptação das espécies (SOUSA, 2004).

A disponibilidade de água é um dos fatores essenciais para desencadear a germinação, por está envolvida direta e indiretamente em todas as demais etapas do metabolismo germinativo atuando, portanto, como um agente estimulador e controlador, uma vez que, além de promover o amolecimento do tegumento, favorecendo a

penetração do oxigênio, e aumentar o volume do embrião e dos tecidos de reserva, estimula as atividades metabólicas básicas, favorecendo o crescimento do eixo embrionário (MARCOS FILHO, 1986). Para germinar, as sementes devem atingir um teor mínimo de umidade, que é muito variável entre as espécies, e que demora mais para ser atingido quando o potencial hídrico do substrato é mais baixo (BRADFORD, 1995).

Os potenciais osmóticos negativos, especialmente no começo da embebição, podem atrasar e diminuir tanto a porcentagem quanto a velocidade de germinação, inviabilizando a sequência dos eventos germinativos da semente durante a absorção de água (BANSAL et al, 1980). Por outro lado, o excesso de umidade ocasiona um decréscimo na germinação, visto 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 germinabilidade final. Na condução desse procedimento, diversos compostos químicos têm sido utilizados na simulação de estresse hídrico, dentre eles o polietilenoglicol, agente osmótico sem efeitos adversos para as sementes, por ser quimicamente inerte, atóxico, de elevado peso molecular e, portanto, de difícil absorção, e que tem proporcionado restrição hídrica às sementes, dependendo da concentração, simulando, desta forma a seca (VILLELA et al., 1991; MORAES e MENEZES, 2003).

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. A temperatura interfere tanto na dinâmica da absorção de água como nos limites e velocidade das reações bioquímicas, além dos processos fisiológicos que determinam todo o processo germinativo (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; MARCOS FILHO, 2005).

Estudos realizados com sementes de *P. aculeata* na Austrália mostram que ao ser armazenadas no solo, a superação da dormência e a consequente germinação é maior à medida que aumenta a umidade e a temperatura do ambiente (KLINKEN et al., 2008). Desta forma o objetivo desta pesquisa foi conhecer o comportamento germinativo das sementes de *P. aculeata*, submetidas a diferentes potenciais hídricos e regimes de temperatura, como subsídios às estratégias de controle dessa espécie invasora no bioma caatinga.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ecologia Vegetal (LEV), do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, (CCA/UFPB), Areia - PB. Foram coletados frutos de *P. aculeata* diretamente de árvores matrizes no município de Juazeirinho – PB, no leito e entorno de um açude. A área possui 48.788 ha e coordenadas geográficas de 7° 2' 3,4" S e 36° 30' 16,6" W, encontra-se nos domínios da Savana Estépica (caatinga), é um ambiente totalmente distonante da paisagem dominante. O clima segundo classificação de Thornthwaite: DA'da' (semiárido) apresenta índice de aridez de 56,49 % e precipitação média anual de 498 mm. Após a coleta, os frutos foram levados ao LEV, onde as sementes foram beneficiadas e logo em seguida foram instalados os ensaios:

### Teste de germinação

Para submeter às sementes ao estresse hídrico foram utilizadas soluções de polietileno glicol (PEG 6000) preparadas de acordo com Villela et al. (1991). Os potenciais osmóticos utilizados foram: 0,0 (controle); -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 MPa. Para cada tratamento utilizou-se 100 sementes, divididas em quatro repetições com 25 sementes, as quais foram escarificadas por meio de desponte e 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 polietileno glicol (PEG 6000) supracitadas, com a quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel, sem adição posterior da solução. 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°C e 30°C, com fotoperíodo de oito horas, utilizando lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W). As avaliações foram efetuadas diariamente após a instalação do teste, por um período de 10 dias, quando o experimento foi encerrado. As contagens foram realizadas considerando-se como sementes germinadas aquelas que emitiram a raiz primária e o parte aérea.

## **Primeira contagem de germinação**

A primeira contagem de germinação foi conduzida conjuntamente com o teste de germinação, onde se computou de sementes germinadas logo após a sua germinação (três dias), sendo os dados expressos em percentagem;

## **Índice de velocidade de germinação (IVG)**

O índice de velocidade de germinação foi avaliado conjuntamente com o teste de germinação onde foram realizadas contagens diárias, durante 10 dias, das sementes germinadas e, o índice de velocidade de germinação, sendo calculado empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962), onde  $IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$ , sendo:  $G_1, G_2$  e  $G_n$  = número de plântulas normais computadas na primeira, na segunda e na última contagem;  $N_1, N_2$  e  $N_n$  = número de dias da semente à primeira, segunda e última contagem.

## **Comprimento de plântulas**

No final do teste de germinação (10 dias) as plântulas normais de cada repetição foram medidas da raiz até a parte (inserção das plúmulas), usando-se uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm/plântula;

## **Massa seca de plântulas**

As mesmas plântulas da avaliação anterior foram colocadas em sacos de papel "Kraft", com os cotilédones, 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;

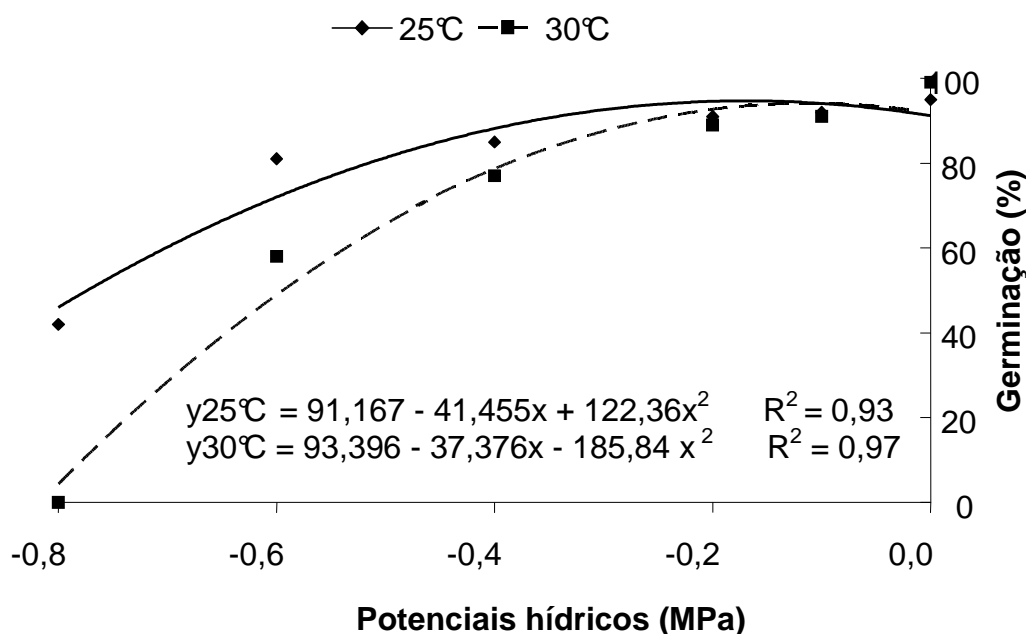
## **Análise estatística e delineamento experimental**

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5 x 2 (potenciais osmóticos x temperatura), em quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste F para comparação dos quadrados médios e as

médias comparadas pelo teste de Scott - Knott a 5% de probabilidade. Para os efeitos quantitativos foi realizada análise de regressão polinomial.

### 3. RESULTADOS E DISCUSÃO

A germinação das sementes de *Parkinsonia aculeata* foi afetada pelos potenciais hídricos testados, tendo-se constatado que, no tratamento controle (0,0), ocorreu os maiores percentuais de germinação (91 e 93%, respectivamente nas temperaturas de 25°C e 30°C). A porcentagem de germinação apresentou decréscimos significativos a partir do potencial hídrico de -0,2 MPa, independente da temperatura utilizada. Quando as sementes foram submetidas ao potencial de -0,8 MPa a germinação chegou a 46% na temperatura de 25°C, enquanto que na temperatura de 30°C as sementes tiveram sua capacidade germinativa mais afetada, chegando a 4% de germinação (Figura 1).



**Figura 1.** Germinação de sementes de *Parkinsonia aculeata* L. submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico e temperaturas.

Esse comportamento poderia ser explicado pelo alto peso molecular do polietilenoglicol, que não é absorvido, apresentando alta viscosidade, que somada à baixa taxa de difusão de O<sub>2</sub>, pode comprometer a disponibilidade de oxigênio para as sementes, durante o processo germinativo (BRACCINI et al., 1996). A redução no percentual de germinação, quando o potencial osmótico se torna mais negativo, pode se dá em razão do aumento no tempo correspondente à fase II do processo de embebição, segundo o padrão trifásico proposto por Bewley e Black (1994) em que a fase I é caracterizada por uma rápida absorção de água. Na fase II, constata-se pouca ou

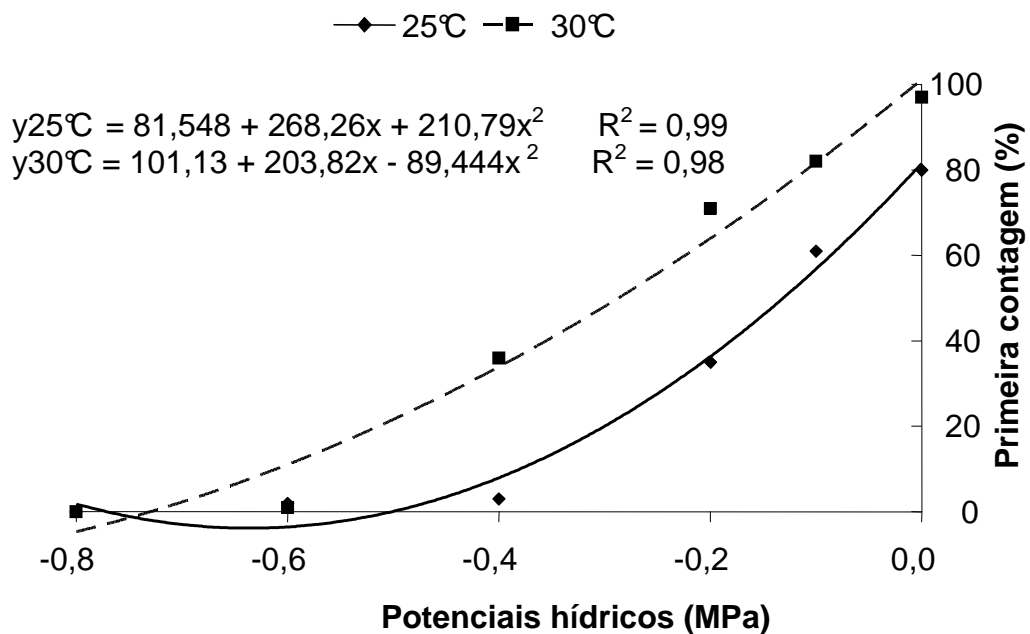
nenhuma absorção de água, que de acordo com Eira (1988) ocorre por uma elevação na concentração do fitoregulador ácido abscísico (ABA) nas sementes com uma consequente inibição do alongamento celular e redução da germinação. Na fase III há intensa absorção de água e protrusão da raiz primária. Desta forma, as sementes de *P. aculeata* não apresentam uma boa germinação e desenvolvimento em ambientes com pouca disponibilidade hídrica. Este comportamento se reflete na biologia da espécie através de mecanismos que as faz invadir áreas de matas ciliares, que ficam alagadas durante vários meses do ano, sem acarretar problemas para a espécie.

Jeller e Perez (2001) registraram ausência de germinação em sementes de *Senna spectabilis* (DC) Irwin e Barneby, submetidas ao potencial de -0,8 MPa. A germinação das sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (BOTELHO e PEREZ, 2001), *Adenantha pavonina* (FONSECA e PEREZ, 2003), e de *Ateleia glazioviana* (ROSA et al., 2005) mostrou-se sensível ao estresse hídrico simulado com PEG, uma vez que a germinação foi reduzida a partir do potencial -0,4 MPa. Para sementes de *Acacia mangium* Willd. que observou redução significativa da porcentagem de germinação a partir do potencial a -0,3 MPa em soluções de polietilenoglicol (JACINTO, 2007). A porcentagem de germinação de sementes de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke), apresentou decréscimos significativos a partir do potencial de -0,1 MPa em soluções de PEG 6000 (BRAGA et al., 2008).

Os dados referentes ao vigor determinado pela primeira contagem de germinação de sementes de *P. aculeata* encontram-se na Figura 2. Verificou-se que os maiores percentuais de germinação na primeira contagem foram obtidos com sementes provenientes da temperatura de 30°C no tratamento controle (potencial 0,0), atingindo 100% de germinação, seguido da temperatura de 25°C, na qual se obteve 80% de germinação na primeira contagem. Quando os potenciais se tornaram mais negativos houve uma redução drástica na germinação, independente da temperatura utilizada, com inibição da germinação no potencial de 0,8 MPa, indicando sensibilidade das sementes ao estresse.

Nos potenciais osmóticos de -0,25 MPa e -0,30 MPa não ocorreu a formação de plântulas normais de *Foeniculum vulgare* Miller na primeira contagem do teste de germinação (STEFANELLO et al., 2006). 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 (PEREZ, 1998).





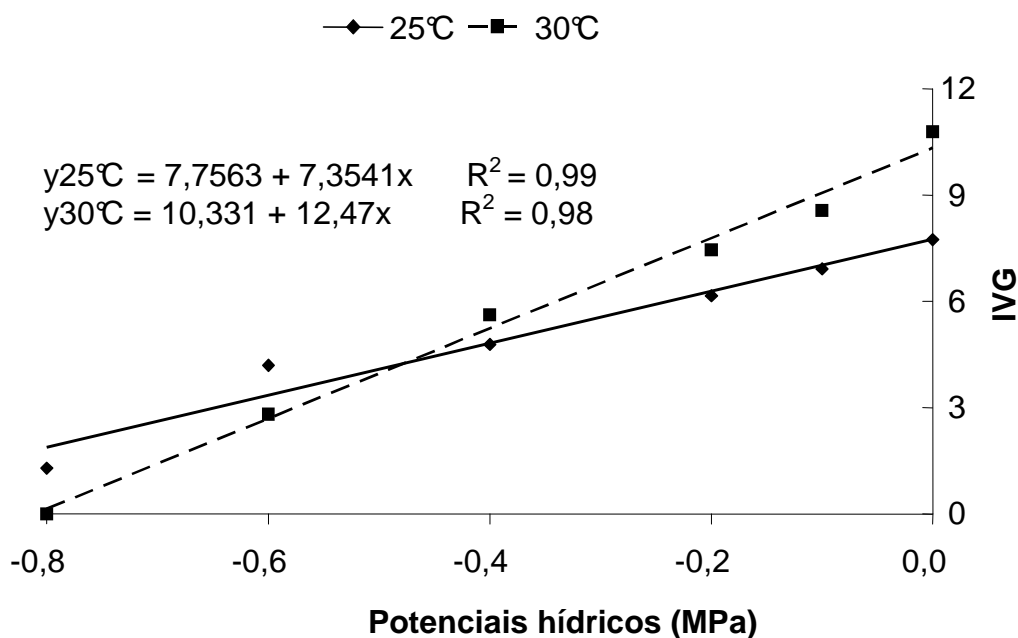
**Figura 2.** Primeira contagem de germinação de sementes de *Parkinsonia aculeata* L. submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico e temperaturas.

Quanto ao índice de velocidade de germinação de sementes de *P. aculeata* foi observado que o maior valor foi alcançado pelas sementes do tratamento controle (Figura 3) em ambas as temperaturas e, a partir daí, foi sendo reduzido linearmente, à medida que se aumenta o potencial osmótico. Com estes dados evidencia-se a necessidade de um período mais longo para que a semente intumescça e germine, portanto, há uma menor velocidade de germinação. Esses resultados são condizentes com as informações de Heydecker (1977), de que o aumento do estresse ambiental, em geral, leva inicialmente a um decréscimo na velocidade de germinação e só posteriormente vem afetar a germinação das sementes. A espécie *P. aculeata* por ser invasora de ambientes paludosos provavelmente, desenvolveu mecanismos adaptativos para favorecer a embebição das suas sementes uma vez que as mesmas passam vários meses do ano armazenadas em solos alagados. Por esta razão com o estresse hídrico as mesmas sofrem redução na germinação e conseqüentemente no seu desenvolvimento.

Tanto a germinação quanto a velocidade de germinação foi maior na temperatura mais alta (30°C), o que decorre, possivelmente, da embebição mais rápida e, conseqüentemente, da aceleração das reações metabólicas que ocorreram durante o processo de germinação das sementes na temperatura mais elevada.

Segundo Bewley e Black (1994), em condições naturais, o estresse hídrico pode atuar de forma positiva no estabelecimento das espécies distribuindo a germinação no

tempo, aumentando assim a probabilidade das plântulas encontrarem condições ambientais adequadas ao estabelecimento e desenvolvimento. Isto explica, em parte, o fato de muitas espécies invasoras com *P. aculeata* apresentarem sucesso reprodutivo nos mais diferentes ambientes, dificultando o seu controle.



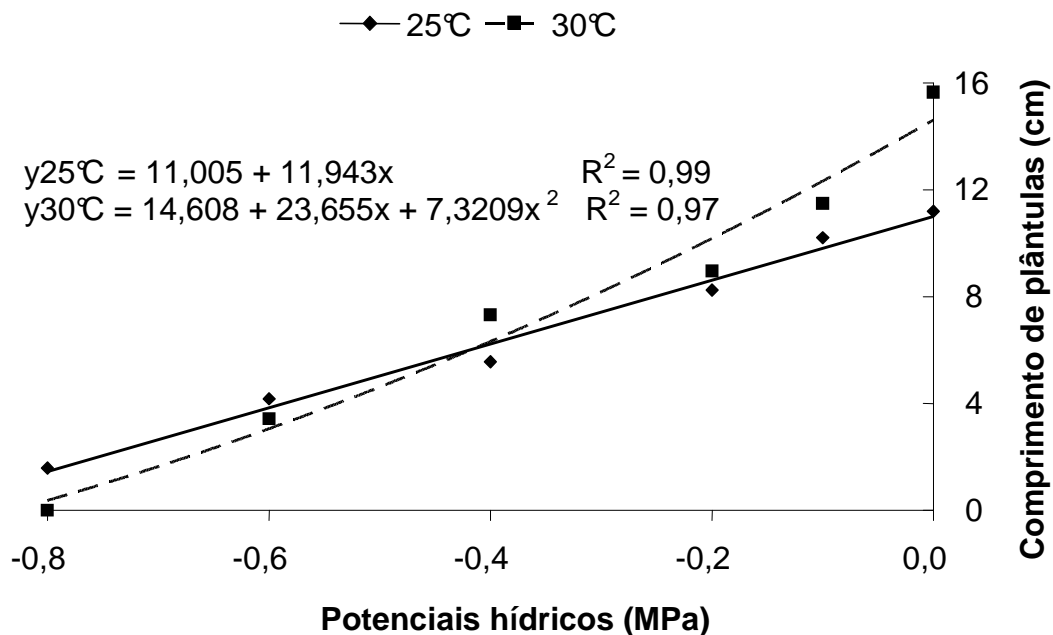
**Figura 3.** Índice de velocidade de germinação de sementes de *Parkinsonia aculeata* L. submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico e temperaturas.

Embora a temperatura de 30°C tenha proporcionado a máxima germinação num período mais curto, esta foi desfavorável quando os potenciais osmóticos estavam mais concentrados (-0,4, -0,6 e -0,8 MPa). Nestes potenciais houve protrusão da radícula, mas não o desenvolvimento subsequente do sistema radicular impedindo a formação de plântulas normais e favorecendo à deterioração das sementes.

Para sementes de *Senna spectabilis* (DC) Irwin e Barneby, houve redução significativa do índice de velocidade de germinação a partir do potencial -0,2 MPa (JELLER e PEREZ, 2001). A velocidade de germinação das sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. começou a reduzir significativamente em potenciais -0,2 MPa (BOTELHO e PEREZ, 2001). Fonseca e Perez (2003) observaram maior tempo requerido para a germinação de sementes de *Adenantha pavonina* quando o potencial osmótico reduziu da testemunha até -0,5 MPa. Em sementes *Foeniculum vulgare* Miller o potencial de osmótico -0,1 MPa promoveu reduções significativas na velocidade de germinação (STEFANELLO et al., 2006). A germinação sementes de *Schizolobium amazonicum*

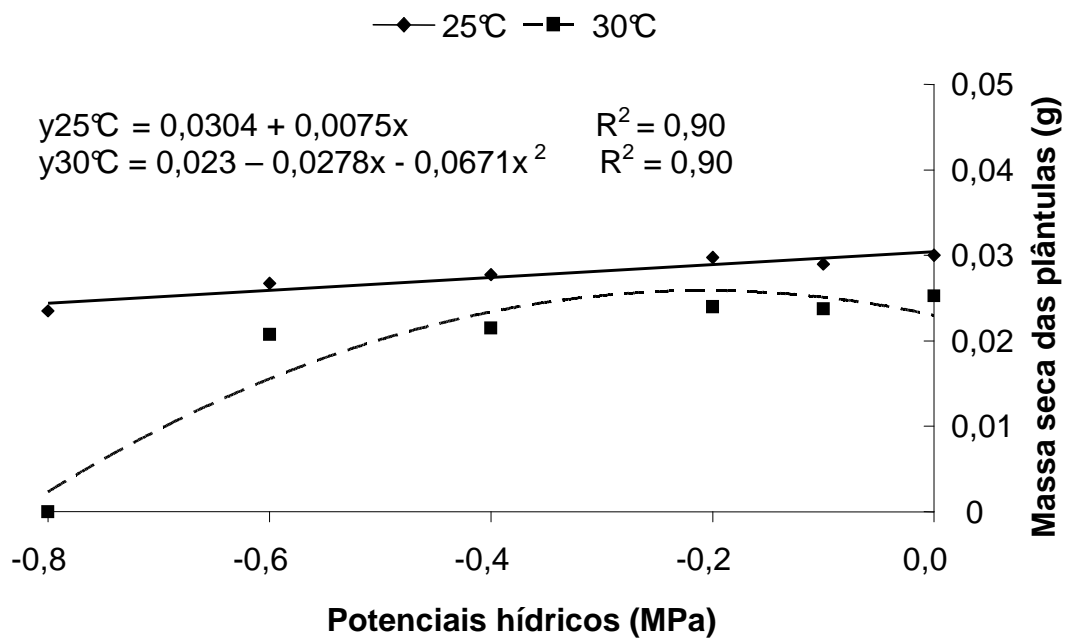
(Huber ex Ducke), foi inibida completamente a partir de -0,3 MPa em soluções de PEG 6000 (BRAGA et al., 2008).

Na temperatura de 25°C verificou-se um decréscimo linear do comprimento de plântulas de *P. aculeata* oriundas de sementes submetidas a diferentes potenciais osmóticos e temperaturas. A temperatura de 30°C foi responsável pelo maior comprimento (14,6 cm) de plântulas (Figura 4).



**Figura 4.** Comprimento de plântulas de *Parkinsonia aculeata* L., oriundas de sementes submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico e temperaturas.

Na temperatura de 30°C o maior conteúdo de massa seca de plântulas de *P. aculeata* foi de 0,023 g no tratamento controle, ocorrendo a partir deste potencial redução do conteúdo até se tornar nulo no potencial osmótico de -0,8 MPa. Na temperatura de 25°C verificou-se redução linear do conteúdo de massa seca de plântulas, no entanto foi menos afetado que na temperatura de 30°C, onde houve maior redução do vigor. Em sementes *Foeniculum vulgare* Miller a diminuição do potencial osmótico promoveu reduções significativas na massa seca das plântulas (STEFANELLO et al., 2006).



**Figura 5.** Massa seca de plântulas de *Parkinsonia aculeata* L., oriundas de sementes submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico e temperaturas.

#### 4. CONCLUSÕES

A diminuição dos potenciais osmóticos com polietilenoglicol 6000, a partir de -0,6 MPa, reduz drasticamente a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas de *Parkinsonia aculeata* L, indicando que esta espécie invasora, possui restrições à ambientes com baixa disponibilidade de água, nas fases iniciais, o que gera uma barreira natural à dispersão da mesma. Provavelmente, a espécie está sendo submetida a interações genótipo-ambiente, o que se expressa pela presença cada vez mais frequente deste táxon em áreas da caatinga completamente fora dos seus nichos preferenciais.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, L.A.; FABRICANTE, J.R.; AGRA, P.F.M. **Invasão Biológica na Caatinga: um Estudo com Populações de *Parkinsonia aculeata* L. (Fabaceae)** (Relatório de Pesquisa do Projeto Financiado pelo CNPq), 2009.

BANSAL, R.P.; BHATI, P.R.; SEM, 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**. 3.ed. New York: Plenum Press, 445p, 1994.

BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, p.83-136, 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.

BRACCINI, A.L.; RUIZ, H.A.; BRACCINI, M.C.L.; REIS, M.S. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzidos por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietileno glicol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, p.10-16, 1996.

BRADFORD, K. J. Water relations in seed germination. In: KIGEL, J. D.; GALILI, G. (eds.) **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, p. 351-396, 1995.

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.

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

COCHARD, R.; JACKES, B. R. Seed ecology of the invasive tropical tree *Parkinsonia aculeata*. **Plant Ecology**, Oxford v.180, n.1, p. 13-31, 2005.

EIRA, M.T.S. **Condicionamento osmótico de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.): efeitos sobre a germinação e desempenho sob estresse hídrico, salino, térmico**. 90f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1988.

FONSECA, S.C.L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Acao do polietileno glicol na germinação de sementes de *Adenantha payonina* L. e o uso de poliaminas na atenuação do estresse hidrico sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, p.1-6, 2003.

GENOVESI, P. Eradications of invasive alien species in Europe: a review. **Biological Invasions**, v.7, p.127-133, 2005.

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

HEYDECKER, W. Stress and seed germination: an agronomic view. In: KHAN, A.A. **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination**. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, p.237-282, 1977.

JACINTO, J.D. **Superação da dormência, influência da temperatura, luz e estresse osmótico sobre a germinação de sementes de *Acacia mangium* Willd.** 30p. Monografia (Conclusão de curso de Engenharia Florestal) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, 2007.

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, jun. 2001.

KLINKEN, R.D.V.; LUKITSCH, B.; COOK, C..Interaction Between Seed Dormancy-release Mechanism, Environment and Seed Bank Strategy for a Widely Distributed Perennial Legume, *Parkinsonia aculeata* (Caesalpinaceae). **Annals of Botany**, Oxford v.102, p. 255–264, 2008.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.76-177, 1962.

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

MARCOS FILHO, J. Germinação de sementes. In: CICERO, S.M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R. (Coord.) **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, p.11-39, 1986.

MORAES, G.A.F.; MENEZES, N.L. Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.2, p.219-226, 2003.

PARKER, I.M.; SIMBERLOFF, D.; LONSDALE, W.M.; GOODELL, K.; WONHAM, M.; KAREIVA, P.M.; WILLIAMSON, M.H.; HOLLE, B.V.; MOYLE, P.B.; BYERS, J.E.;

GOLDWASSER, L. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. **Biological Invasions**, v.1, p.3-19, 1999.

PEREZ, S.C.J.G.A.; FANTI, S.C.; CASALI, C.A. Influência da temperatura sobre a resistência das sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng) Taubert) ao estresse hídrico simulado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.96-103, 1998.

ROSA, L.S.; FELIPPIA, 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.

SOUSA, M.P. **Germinação de sementes de *Plantago ovata***: estresse hídrico e salino, teor de prolina e atividade das enzimas amilase e ascorbato peroxidase. 2004. 80f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2004.

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**, Brasília, v.28, n.2, p.135-141, 2006.

VILLELA, F.A.; FILHO, L.D.; SEQUEIRA, E.L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietilenoglicol 6.000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, p.1957-1968, 1991.

ZILLER, S. R. **Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica**. Ciência Hoje. Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas e da Auto-sustentabilidade (Ideas) – PR, 79p. 2001.



**GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Parkinsonia aculeata* L. EM FUNÇÃO DO  
ESTRESSE SALINO EM DIFERENTES TEMPERATURAS**

# GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Parkinsonia aculeata* L. EM FUNÇÃO DO ESTRESSE SALINO EM DIFERENTES TEMPERATURAS

## RESUMO

A biodiversidade global está mudando a uma velocidade sem precedentes e as espécies exóticas constituem, atualmente, a segunda causa mundial de perda da diversidade biológica, alterando, portanto, as características naturais dos ecossistemas autóctones. *Parkinsonia aculeata* L. é uma Fabaceae arbórea, popularmente conhecida por turco. A espécie foi introduzida em diversos países, principalmente com fins ornamentais e atualmente se apresenta como uma nova invasora em diversos ambientes, inclusive em determinados sítios da caatinga e ecossistemas associados. A disponibilidade hídrica e o movimento de água para as sementes são importantes para a germinação e emergência das plântulas, sendo estes fatores influenciados pelo potencial hídrico do solo, textura do solo e área de contato solo-semente. Sabendo que a salinidade limita o crescimento de muitas plantas, o objetivo desse trabalho foi determinar os níveis de tolerância à salinidade em diferentes temperaturas sobre a germinação de sementes de *P. aculeata*. O experimento foi realizado no Laboratório de Ecologia Vegetal (CCA-UFPB), onde as sementes foram semeadas em rolos de papel-toalha embebidos com soluções de cloreto de sódio (NaCl), utilizando-se cinco níveis de potencial osmótico: 0,0 (controle); 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup> em quatro temperaturas: 20, 25, 30 e 35°C. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada por meio de testes de germinação e vigor (índice de velocidade de germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca de plântulas). Os resultados indicam que a espécie *P. aculeata* germina bem na faixa de temperaturas testadas, mesmo quando submetidas à condições salinas de 6 dS m<sup>-1</sup>, o que potencializa o seu caráter invasor.

**Palavras-chave:** invasão biológica, espécie exótica, NaCl

## GERMINATION OF *Parkinsonia aculeata* L. SEEDS IN FUNCTION OF SALT STRESS IN DIFFERENT TEMPERATURES

### ABSTRACT

The global biodiversity is changing at an unprecedented speed and exotic species are currently the second leading cause of global biodiversity loss, changing therefore the characteristics of indigenous communities. *Parkinsonia aculeata* L. is a legume tree, popularly known as Turkish. The species was introduced in several countries, mainly for ornamental purpose and now performs as an invasive in many environments, including in some places the caatinga and associated ecosystems. Water availability and water movement to the seed are important for germination and emergence of seedlings, and these factors are influenced by soil water potential, the soil texture and the area of soil-seed contact. Knowing that salinity limits the growth of many plants, this study aimed to determining the levels of tolerance to salinity and different temperatures on germination of *P. aculeata*. The experiment was conducted at the Laboratory of Plant Ecology (CCA-UFPB), where the seeds were planted in rolls of paper towels embebiton with solutions of sodium chloride (NaCl), using five levels of osmotic potential: 0.0 (control), 1, 5, 3.0, 4.5 and 6.0 dS m<sup>-1</sup> and four temperatures: 20, 25, 30 and 35°C. The physiological quality of seeds was evaluated by germination and vigor (first count germination, germination speed index, length and dry mass of seedling). The results indicate that the species *P. aculeata*. Germinates very well in the range of tested temperature, even when subjected to saline conditions of 6 dS m<sup>-1</sup>, which enhances its invasive nature.

**Key words:** biological invasion, exotic species, NaCl.

## 1. INTRODUÇÃO

A biodiversidade global está mudando a uma velocidade sem precedentes (PIMM et al., 1995) de forma que as espécies exóticas constituem, atualmente, a segunda causa mundial de perda da diversidade biológica, alterando, portanto, as características naturais dos ecossistemas nativos. *Parkinsonia aculeata* L. é uma Fabaceae arbórea, popularmente conhecida por turco. A espécie foi introduzida em diversos países, principalmente com fins ornamentais e atualmente se apresenta como uma invasora em diferentes locais do planeta (COCHARD e JACKES, 2005), inclusive no bioma caatinga.

Nas regiões áridas e semi-áridas o excesso de sais no solo tem limitado a produção agrícola, uma vez que a salinização 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 elevada concentração de sais é um fator de estresse para as plantas devido à redução do potencial que provoca uma retenção de água, além de promover a ação de íons sobre o protoplasma. Segundo Ribeiro et al. (2001) 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. Com o aumento da salinidade ocorre a diminuição do potencial osmótico do solo, dificultando a absorção de água pelas raízes (AMORIM et al., 2002).

A capacidade das sementes de algumas espécies germinarem sob condições de estresse hídrico confere vantagens ecológicas em relação a outras que são sensíveis à seca. Na ecofisiologia de sementes, o conhecimento sobre como o estresse influencia o processo de germinação tem importância especial para avaliar os limites de tolerância e a capacidade de adaptação das espécies. O grau de tolerância ao estresse salino depende da capacidade das plantas de minimizarem os efeitos da salinidade através de mecanismos específicos de adaptação (LARCHER, 2000).

Um dos métodos mais utilizados em laboratório para determinação da tolerância das plantas ao excesso de sais é a observação da porcentagem de germinação em substratos salinos. De acordo com Rehman et al. (1996), a redução do poder germinativo, em comparação com o controle, serve como indicador do índice de tolerância da espécie a salinidade e aos estádios subsequentes do desenvolvimento. A salinidade afeta a germinação não só dificultando a cinética de absorção da água, mas também facilitando a entrada de íons em quantidade tóxica nas sementes embebidas (BRADFORD, 1995; BRACCINI et al., 1996).

Para *Senna spectabilis* (DC.) Irwin et Barn. variedade *excelsa* (Schrad.) Irwin et Barn., a diminuição do potencial osmótico das soluções de NaCl proporcionou um decréscimo no sincronismo, na velocidade e porcentagem de germinação de suas sementes, com germinação totalmente suprimida a -1,6 MPa (JELLER e PEREZ, 2001). Em sementes de *Chorisia speciosa* St. Hil. Fanti e Perez (2004) constataram que não houve decréscimos na porcentagem de germinação em presença dos sais NaCl e CaCl<sub>2</sub>, 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. Para *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) a porcentagem de germinação de suas sementes decresceu significativamente. No entanto, para sementes de *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth. a menor porcentagem e velocidade de germinação foram obtidas à medida que os potenciais se tornaram mais negativos (BRAGA et al., 2009).

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2000) e Marcos Filho (2005), outro fator que tem influência sobre a germinação é a temperatura. A temperatura interfere tanto na dinâmica da absorção de água como nos limites e velocidade das reações bioquímicas, além dos processos fisiológicos que determinam todo o processo germinativo.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo determinar os níveis de tolerância de sementes de *Parkinsonia aculeata* L. à salinidade sob diferentes temperaturas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ecologia Vegetal (LEV), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, (CCA/UFPB), Areia – PB, com sementes de *Parkinsonia aculeata* L. obtidas de frutos coletados diretamente de árvores matrizes no município de Juazeirinho – PB, no leito e entorno de um açude. A área possui 48.788 ha e coordenadas geográficas de 7° 2' 3,4" S e 36° 30' 16,6" W, encontra-se nos domínios da Savana Estépica (caatinga), é um ambiente totalmente distonante da paisagem dominante. O clima segundo classificação de Thornthwaite: DA'da' (semiárido) apresenta índice de aridez de 56,49 % e precipitação média anual de 498 mm. (7°2'3,4"S e 36°30'16,6"W). Após a coleta, os frutos foram levados ao LEV e as sementes beneficiadas por meio de debulha manual.

### Teste de germinação

Na simulação do estresse salino utilizou-se papel-toalha umedecido em soluções contendo NaCl nos seguintes níveis de potencial osmótico: 0,0 (controle); 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>, onde o nível zero foi utilizado como testemunha (controle), constando apenas água destilada para umedecer o substrato. Para a formulação das concentrações da solução salina utilizou- como soluto o cloreto de sódio (NaCl) diluído em água destilada e deionizada, cujo valor da condutividade elétrica das soluções foi determinado com auxílio de um condutímetro. Os valores de condutividade elétrica da fonte cloreto de sódio foram obtidos pela expressão de Richards (1954):  $CS = \frac{0,001(CEs - CEan)Peq}{0,97}$ , onde: CS = concentração (g L<sup>-1</sup>); CEs = condutividade elétrica a 25°C da água da mistura (dS m<sup>-1</sup>); CEan = condutividade elétrica da água utilizada (dS m<sup>-1</sup>); 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<sup>-1</sup>) para o preparo das soluções salinas estão na Tabela 1.

**Tabela 1.** Quantidades de cloreto de sódio para o preparo das soluções salinas.

CEa (dS m <sup>-1</sup> )	NaCl (g L <sup>-1</sup> )
0,004	0
1,500	0,59
3,000	1,18
4,500	1,77
6,000	2,36

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

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 20, 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 do terceiro ao décimo dia após a instalação do teste, quando o experimento foi encerrado. O critério de avaliação utilizado foi de plântulas normais, conforme Brasil (1992).

### **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 terceiro dia após a semeadura.

### **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 três até os dez dias após a instalação do teste, 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.

## **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 (inserção das plúmulas), com auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm plântula<sup>-1</sup>.

## **Massa seca de plântulas**

As mesmas plântulas da avaliação anterior foram colocadas em sacos de papel "Kraft", com os cotilédones, 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;

## **Delineamento experimental e análise estatística**

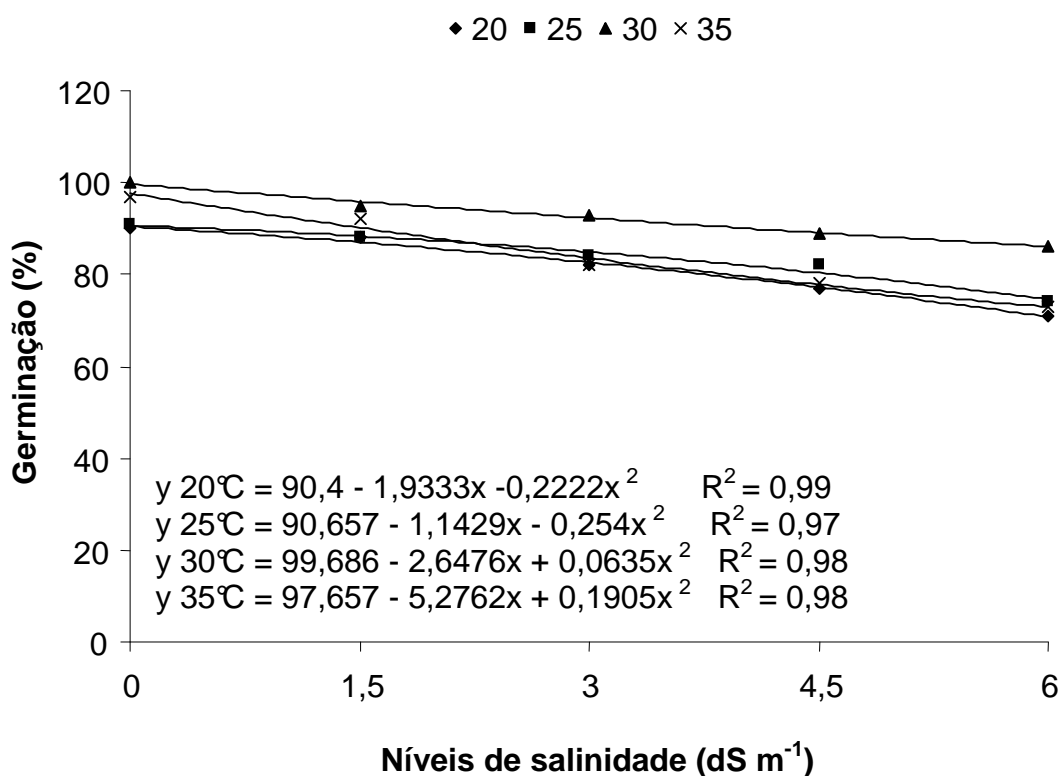
O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5 x 4 (potencias osmóticos x temperaturas), em quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e de regressão polinomial, onde se selecionou o modelo significativo de maior ordem ( $R^2$ ).



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com as sementes *Parkinsonia aculeata* L. submetidas ao estresse salino nas diferentes temperaturas indicaram que as interações entre esses fatores exerceram influência sobre a porcentagem de germinação (Figura 1). Em todas as temperaturas, a porcentagem de germinação das sementes reduziu à medida que houve aumento na concentração de sais das soluções de NaCl, sendo que os maiores percentuais de germinação (100 e 98%) foram obtidos com sementes submetidas as temperaturas de 30 e 35°C no nível zero de salinidade de (controle). No entanto, a partir deste nível a germinação foi afetada negativamente, atingindo 86 e 73% (30 e 35°C respectivamente), no nível 6,0. As sementes incubadas a 20 e 25°C atingiram 90% de germinação no tratamento controle, reduzindo para 70 e 75% no nível 6,0 de salinidade (Figura 1).

Deve-se ressaltar ainda, que mesmo havendo redução na porcentagem de germinação das sementes de *P. aculeata*, as mesmas continuam germinando mesmo com o aumento dos níveis de salinidade. Considerando o tamanho do banco de sementes que essa espécie forma, percentuais de germinação dessa natureza conferem ao táxon a capacidade de formar imensas populações, mesmo em ambientes salinos.



**Figura 1:** Germinação (%) de sementes de *Parkinsonia aculeata* L. submetidas a estresse salino e diferentes temperaturas

Essa redução no percentual de germinação ocorreu porque a salinidade afeta a germinação, não só dificultando a cinética de absorção da água, mas também facilitando a entrada de íons em quantidade tóxica nas sementes em embebição (BRACCINI et al., 1996; BRADFORD, 1995), o que poderia explicar o efeito do NaCl nas sementes de *P. aculeata*. Segundo Rehman et al. (1996), a redução do poder germinativo em comparação ao controle serve como indicador do índice de tolerância da espécie a salinidade e aos estádios subsequentes do desenvolvimento.

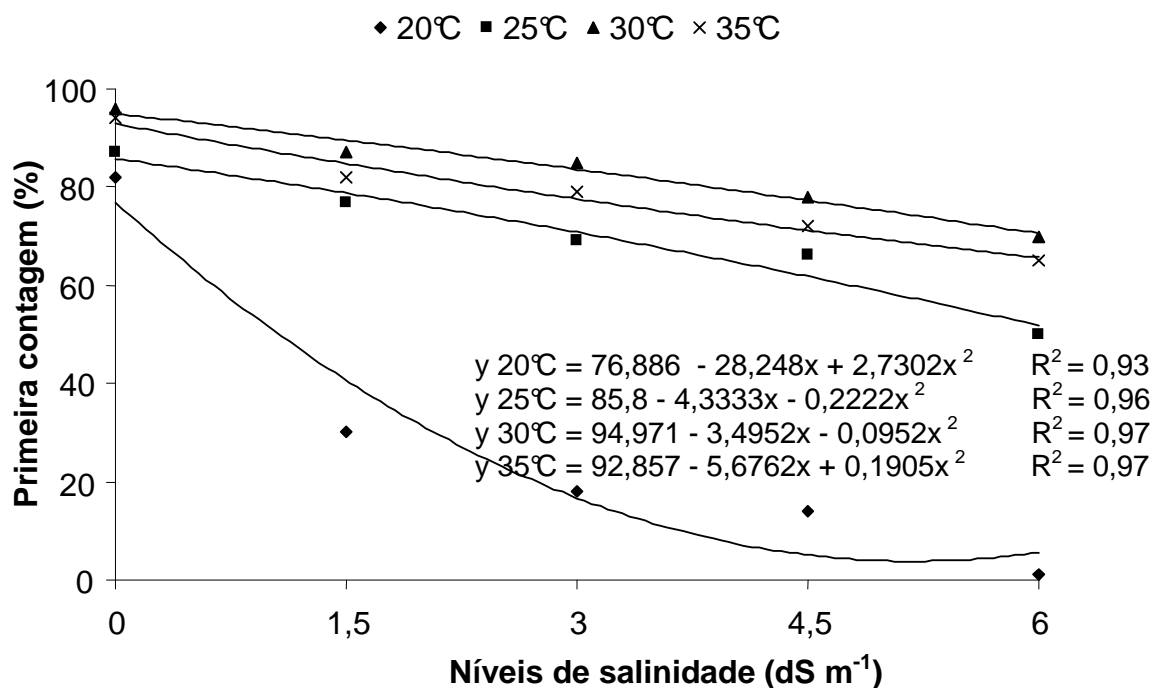
Diante disto pode-se inferir que a espécie *P. aculeata* é altamente tolerante à salinidade, tendo sua germinação pouco afetada pelas concentrações de sais no meio, o que demonstra o potencial invasor da espécie nas regiões semiáridas do nordeste, caracterizadas pelos solos salinos devido ao emprego incorreto de técnicas agrícolas. A tolerância da espécie a salinidade aliada a sua germinação na temperatura em torno de 30°C, também explica, em parte, o processo de invasão biológica que vem ocorrendo no semiárido nordestino, por parte dessa espécie que se caracteriza pela formação de maciços populacionais adensados, que acabam por eliminar a vegetação autóctone causando significativa redução da biodiversidade local.

Resultados semelhantes foram obtidos por Jeller e Perez (2001) para sementes de *Senna spectabilis* (DC.) Irwin et Barn. variedade *excelsa* (Schrad.) Irwin et Barn. houve uma redução na porcentagem de germinação à medida que o potencial osmótico das soluções de NaCl tornou-se mais negativo. A porcentagem de germinação de sementes de *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth reduziu significativamente em soluções de NaCl com potencial a partir de -0,2 MPa (BRAGA et al., 2009). Em sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. ocorreu decréscimo significativo na germinação em potenciais a partir de -0,3 MPa (LIMA e TORRES, 2009). Em sementes de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. a porcentagem de germinação manteve-se em torno de 80%, quando o potencial osmótico atingiu -0,5 MPa e -1,0 MPa de NaCl, a redução no potencial osmótico além desse valor causou declínio na germinação de maneira mais drástica (FARIAS et al., 2009).

Os dados referentes a primeira contagem de germinação das sementes de *P. aculeata* estão na Figura 2, pelos quais se observa que na temperatura de 20°C o percentual de germinação aos três dias tornou-se nulo a partir do nível 6,0 de salinidade. Para as temperaturas de 25, 30 e 35°C a porcentagem de germinação decresceu à medida que aumentou o nível de salinidade das soluções, passando de 86, 95 e 93% no potencial 0,0 (controle) para 52, 70 e 66%, respectivamente no nível 6,0 de NaCl.

Os baixos valores de obtidos na primeira contagem de germinação na temperatura de 20°C devem-se, provavelmente, ao fato da mesma não ser ideal para a germinação

das sementes de *P. aculeata*, o que torna mais lentas todas as atividades metabólicas, pois a espécie é originária de regiões quentes e se estabeleceu na região da caatinga nordestina.



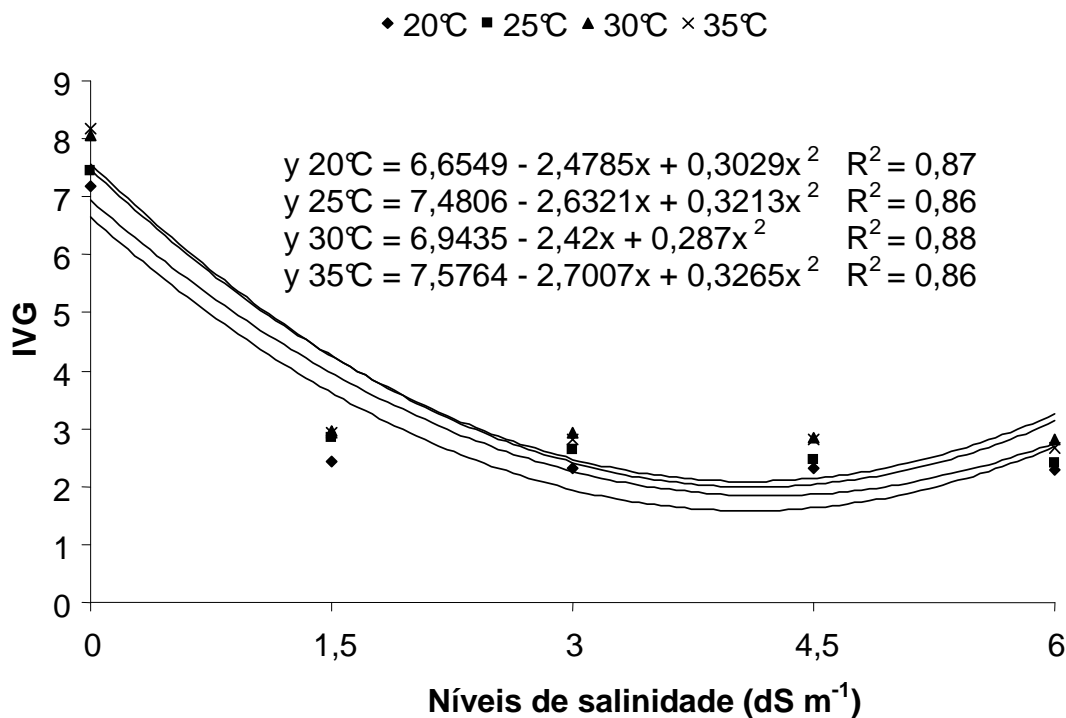
**Figura 2:** Primeira contagem de germinação (%) de sementes de *Parkinsonia aculeata* L. submetidas a estresse salino e diferentes temperaturas .

De forma semelhante ao que ocorreu na germinação e na primeira contagem, o índice de velocidade de germinação das sementes de *P. aculeata* também foi afetado negativamente pelo aumento de sais nas concentrações de NaCl (Figura 3). Os maiores índices de velocidade de germinação (7,48) foram registrados no tratamento controle na temperatura de 30°C, enquanto que na temperatura de 20°C obteve-se os menores índices (6,65) no mesmo potencial.

A partir do nível 0,0 houve redução significativa do índice de velocidade de germinação, à medida que se aumentou a concentração de sal, atingindo os valores de 2,68; 2,75; 3,25 e 3,12, respectivamente nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C. Este comportamento pode ser explicado pelas restrições na disponibilidade hídrica, causada pela presença de sais, o que torna lenta a absorção de água pela semente.

De forma semelhante Jeller e Perez (2001) constataram que em sementes de *Senna spectabilis* (DC.) Irwin et Barn. variedade excelsa (Schrad.) Irwin et Barn. houve uma redução na velocidade de germinação à medida que o potencial osmótico das soluções de NaCl tornou-se mais negativo sendo observada uma redução significativa a partir do potencial de -0,2 MPa. O mesmo ocorreu com sementes de *Prosopis juliflora*

(S.W.) D.C. que tiveram a velocidade de germinação reduzida a partir do potencial de -0,3 MPa de NaCl (PEREZ e TAMBELINI, 1995).

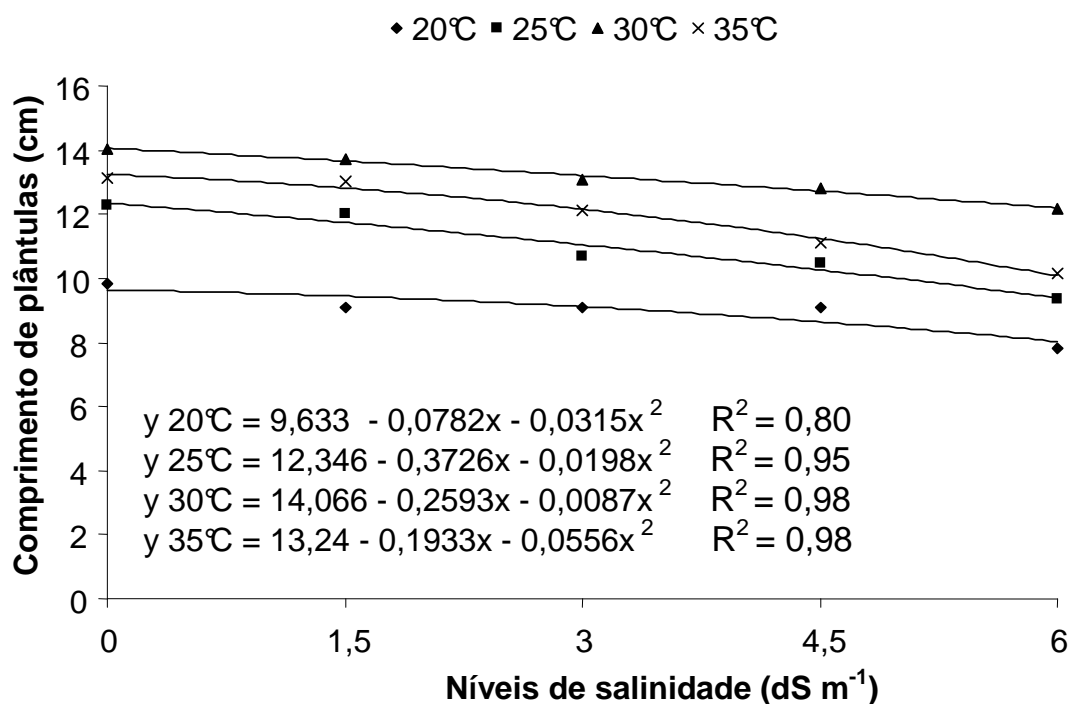


**Figura 3:** Índice de velocidade de germinação de sementes de *Parkinsonia aculeata* L. submetidas a estresse salino e diferentes temperaturas.

O comprimento de plântulas de *P. aculeata* foi afetado pelos diferentes potenciais de estresse salino e temperaturas, havendo decréscimo do comprimento das plântulas à medida que os potenciais se tornaram mais negativos, em ambas as temperaturas (Figura 4). A temperatura de 30°C foi responsável pelos maiores comprimentos de plântulas (14,06 cm) do que aquelas que foram submetidas às temperaturas de 20°C, 25°C e 35°C, ambas no tratamento controle, as quais atingiram 9,63 cm; 12,3 cm e 13,24 cm, respectivamente (Figura 4). Na temperatura de 20°C, registrou-se o menor crescimento das plântulas de *P. aculeata* (8,02 cm), quando submetidas ao potencial osmótico de 6,0 MPa. Lima e Torres (2009) estudando sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), observaram que houve diferença significativa no crescimento da parte aérea entre a testemunha e os demais tratamentos, notando-se que a partir do potencial osmótico -0,6 MPa de NaCl não ocorreu crescimento significativo da plântula.

O desenvolvimento da espécie no semiárido nordestino é justificado uma vez que o comprimento das plântulas foi elevado mesmo com o aumento nos níveis de salinidade e

nas temperaturas testadas. No entanto, uma redução na temperatura aliada ao aumento da salinidade afetou o crescimento das plântulas de *P. aculeata*.



**Figura 4:** Comprimento de plântulas (cm) de *Parkinsonia aculeata* L. oriundas de sementes submetidas a estresse salino e diferentes temperaturas.

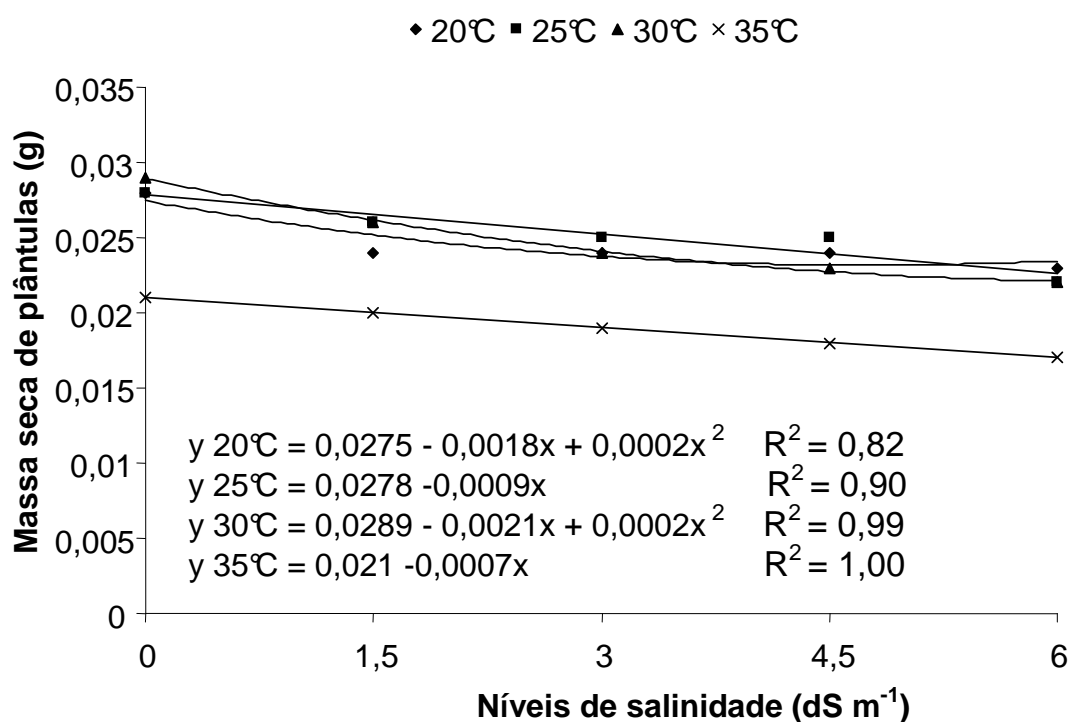
A redução do conteúdo de massa seca de plântulas de *P. aculeata* foi mais drástica na temperatura de 35°C, atingindo 0,016g no nível 6,0 (Figura 5). Esses resultados, possivelmente ocorreram devido a desestabilização do metabolismo nutricional das plântulas, pois levou a diminuição da produção da matéria seca (SOUZA et al., 2000). Além da baixa disponibilidade de água que atua reduzindo a velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos e, desta forma promove o menor crescimento das plântulas de *P. aculeata* nessas condições de estresse, resultando em menor comprimento de plântulas e menor acúmulo de massa seca. A redução da massa seca de plântulas em função da restrição hídrica ocorre devido à dificuldade de hidrólise e mobilização das reservas da semente (BEWLEY e BLACK, 1994).

Resultados semelhantes foram observados por Lima e Torres (2009) que estudando sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae) verificaram redução progressiva na massa seca das plântulas com o decréscimo do potencial osmótico das soluções sendo reduzido de 17,8g no controle para 8,0g no potencial 0,3 MPa.

Segundo Tobe et al. (2000), os sais ocasionam inibição do crescimento tanto pelo efeito osmótico, ou seja, à seca fisiológica produzida, como ao efeito tóxico, resultante da

concentração de íons no protoplasma. Diante disto, pode-se inferir que na temperatura de 35°C e concentração de 6,0 MPa de NaCl as plântulas de *P. aculeata* sofreram interferência da elevada temperatura e concentração salina apresentando os menores conteúdos de massa seca quando comparadas as demais temperaturas. Este resultado pode ter ocorrido pela ação isolada do sódio testado em laboratório, uma vez que este elemento não é o único sal solúvel encontrado nos solos do semiárido nordestino.

Em certos casos não é a quantidade absoluta de um íon, que pode afetar as plantas, mas sim a composição e a concentração total de sais. Em condições ambientais as concentrações de NaCl além do limite de tolerância da espécie *P. aculeata* podem estar combinados com altas concentrações de cálcio, potássio ou sulfato que irão moderar o efeito tóxico do NaCl, permitindo assim, que as plantas possam se desenvolver e formar maciços populacionais.



**Figura 5:** Massa seca de plântulas (g) de *Parkinsonia aculeata* L. oriundas de sementes submetidas a estresse salino em diferentes temperaturas

#### 4. CONCLUSÃO

As sementes de *Parkinsonia aculeata* L. germinam bem na faixa de temperaturas testadas (de 20 a 35°C), mesmo quando submetidas à condições salinas de 6 dS m<sup>-1</sup>, o que potencializa o seu caráter invasor.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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, p.167-176, 2002.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum, 445 p., 1994.
- BRACCINI, A.L.; RUIZ, H.A.; BRACCINI, M.C.L.; REIS, M.S.. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietileno glicol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.1, p.10-16, 1996.
- BRADFORD, K.J. Water relations in seed germination. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Eds.). **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, p.351-396, 1995.
- BRAGA, L.F.; SOUSA, M.P.; ALMEIDA, T.A. Germinação de sementes de *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth. submetidas a estresse salino e aplicação de poliamina. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.11, n 1. p.63-70, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365p., 1992.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Funep: Jaboticabal, 588p., 2000.
- COCHARD, R.; JACKES, B. R.. Seed ecology of the invasive tropical tree *Parkinsonia aculeata*. **Plant Ecology**, Austrália v.180, n.1 p. 13-31, 2005.
- FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Processo germinativo desementes de paineira sob estresses hídrico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.9, p.903-909, 2004.
- FARIAS, S.G.G.; FREIRE, A.L.O.; SANTOS, D.R.S.; BAKKE, I.A.; SILVA, R.B. Efeitos dos estresses hídrico e salino na germinação de sementes de gliricidia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.]. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.4, p.152-157, 2009.
- 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.



- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos-SP. Ed. Rima Arts e Textos, 531 p, 2000.
- 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.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n. 1, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 495p., 2005.
- 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.
- PIMM, S.I.; RUSSEL, G.J.; GITTELMAN, J.L.; BROOKS, T.M. The future of biodiversity. **Science**, Washington, v. 269, p. 347-350, 1995.
- REHMAN, S.; HARRIS, P.J.C.; BOURNE. W.F.; WILKIN, J. The effect of sodium chloride on germination and the potassium and calcium contents of Acacia seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.25, n.1, p.45-57, 1996.
- 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**, Brasília, v.23, n.1, p.281-284, 2001.
- RICHARDS, L.A. **Diagnóstico y rehabilitacion de suelos salinos y sódicos**. México: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. Manual de Agricultura, 172p., 1954.
- SILVA, D.; PRUSKI, F.F. **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Brasília: MMA/ SBH/ABEAS, 1997.
- 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.
- 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.391-6, 2000.

# 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](#)