



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

**HERMINA GONÇALVES ALMEIDA LOIOLA**

**ESPÉCIES COCORRENTES E COM O MESMO TIPO DE DORMÊNCIA PODEM  
APRESENTAR DIFERENÇAS DE PERSISTÊNCIA NO SOLO?**

**FORTALEZA**

**2017**

HERMINA GONÇALVES ALMEIDA LOIOLA

ESPÉCIES COCORRENTES E COM O MESMO TIPO DE DORMÊNCIA PODEM  
APRESENTAR DIFERENÇAS DE PERSISTÊNCIA NO SOLO?

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Área de Concentração: Ecologia e Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Medeiros Filho.

Coorientador: Prof. Dr. Rafael Carvalho da Costa.

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

L826e Loiola, Hermina Gonçalves Almeida.

Espécies coocorrentes e com o mesmo tipo de dormência podem apresentar diferenças de persistência no solo? / Hermina Gonçalves Almeida Loiola. – 2017.  
45 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Fortaleza, 2017.

Orientação: Prof. Dr. Sebastião Medeiros Filho.

Coorientação: Prof. Dr. Rafael Carvalho da Costa.

1. Biometria. 2. Dormência física. 3. Teor de água. I. Título.

CDD 577

---

HERMINA GONÇALVES ALMEIDA LOIOLA

ESPÉCIES COCORRENTES E COM O MESMO TIPO DE DORMÊNCIA PODEM  
APRESENTAR DIFERENÇAS DE PERSISTÊNCIA NO SOLO?

Dissertação submetida à Coordenação do curso de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.  
Área de concentração: Ecologia e Recursos naturais

Aprovada em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Sebastião Medeiros Filho (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Iracema Bezerra Loiola  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Susana Churka Blum  
Universidade da Integração Internacional da Lusofania Afro Brasileira (UNILAB)

À minha família;

Aos profissionais da Educação, que acreditam e lutam por uma educação pública com qualidade.

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

A Deus;

À minha família pelo amor, carinho, cuidado, apoio e incentivo;

Ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais pela oportunidade concedida;

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela concessão da bolsa;

Ao meu Orientador Prof. Dr. Sebastião Medeiros Filho pela acolhida e paciência;

Ao meu Coorientador Prof. Dr. Rafael Carvalho da Costa, pela relevante contribuição para a realização desta pesquisa e pelos momentos de aprendizagem e reflexão;

As professoras Dr<sup>a</sup>. Maria Iracema Bezerra Loiola, Dr<sup>a</sup> Lígia Queiroz Matias e Dr<sup>a</sup>. Cynthia Yuri Ogawa, pelas sugestões durante a revisão do projeto de pesquisa;

Aos professores do programa, pelos momentos de aprendizagem;

Aos meus irmãos Auricelio Loiola e Rogerio Loiola pela ajuda nas etapas de reconhecimento da área, coletas, enterro, exumação de sementes;

À Eng<sup>a</sup>. Agr. Ms. Sara Monaliza Costa Carvalho (UFERSA), pelos esclarecimentos sobre o teste de tetrazólio;

À Eng<sup>a</sup>. Agr. Dr<sup>a</sup> Maria da Conceição Freitas Moura, por ter sido o elo entre Sara Monaliza Costa Carvalho e minha pessoa;

Aos colegas do Laboratório de Análises de Sementes, Charles Lobo, Marcos da Silva, Liliane Silva e a técnica Regina Célia, pela ajuda na realização dos experimentos.

Ao doutorando Rodrigo Costa (Departamento de Química - UFC) pelos esclarecimentos sobre preparação de soluções;

Aos colegas Alexandre Lopes e Messias Oliveira, que sempre quando foi necessário, durante a noite e aos sábados, estiveram comigo no Laboratório de Análises de Sementes garantindo minha segurança;

Aos membros da banca examinadora por aceitarem contribuir com a melhoria deste trabalho.

Dentro de uma simples e minúscula semente se encerram uma árvore inteira, passarinhos, abelhas, gosto de fruta madura, riso de criança, borboletas, sombra, minhocas e mais sementes.

Fabiana Peneireiro.

## RESUMO

A persistência de sementes é influenciada por vários fatores, entre esses: dormência, traços específicos da semente como tamanho, massa, forma e espessura do revestimento externo. Esta pesquisa teve como objetivo compreender como as diferenças de tamanho, massa e teor de umidade em sementes com dormência física, afetam a persistência das mesmas no solo. Para isso, verificamos as características biométricas, as condições ideais de temperatura e luminosidade e realizamos um experimento de persistência com sementes de duas espécies co-ocorrentes *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz var. *férrea* (Jucá) e *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke (Jurema-branca) na caatinga. No experimento de persistência, armazenamos sementes em laboratório (controle) e no solo por 14 meses. Após o oitavo, décimo, décimo segundo e décimo quarto mês, testes de germinação e tetrazólio foram realizados. Identificamos que as sementes de *L. ferrea* são maiores e mais pesadas que as de *P. stipulacea*, porém, apresentam teor de água menor; ambas as espécies possuem requisitos de germinação muito semelhantes; no campo, 85,4% das sementes de *L. ferrea* se deterioraram, enquanto *P. stipulacea* manteve a persistência. Desta forma, há diferenças de persistência entre sementes com dormência física e características biométricas contrastantes. Nossos resultados podem ajudar a entender a estruturação de comunidades vegetais na Caatinga e ajudar no planejamento de programas de recuperação de áreas em processo de desertificação.

**Palavras-chave:** Biometria. Dormência física. Teor de água.



## ABSTRACT

The persistence of seeds is influenced by several factors, among them: dormancy, specific seed traits such as size, mass, shape and thickness of the external coating. This research aimed to understand how the differences in size, mass and moisture content in seeds with physical dormancy affect soil persistence in the soil. For this, we verified the biometric characteristics, the ideal conditions of temperature and luminosity and performed a persistence experiment with seeds of two co-occurring species *Libidibia ferrea* (Mart. Ex Tul.) L. P. Queiroz var. *ferrea* (Jucá) and *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke (Jurema-branca) in the caatinga. In the persistence experiment, we stored seeds in the laboratory (control) and in the soil for 14 months. After the eighth, tenth, twelfth and fourteenth month, germination and tetrazolium tests were performed. We identified that the seeds of *L. ferrea* are larger and heavier than those of *P. stipulacea*, however, they present lower water content; both species have very similar germination requirements; in the field, 85.4% of *L. ferrea* seeds deteriorated, while *P. stipulacea* maintained persistence. Thus, there are differences in persistence between seeds with physical dormancy and contrasting biometric characteristics. Our results can help to understand the structuring of plant communities in the Caatinga and help in the planning of recovery programs for areas in the process of desertification.

**Keywords:** Contrasting traits. Physical dormancy. Water content.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Localização da área onde o experimento de persistência no solo foi realizado no município de Tauá, Ceará.....	16
Figura 2 -	Precipitação (mm) total mensal e temperatura (° C) média mínima e máxima mensais, no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2016, no município de Tauá.....	21
Figura 3 -	Porcentagens de germinação (PG), índices de velocidade (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes recém-coletadas de <i>Libidibia ferrea</i> e <i>Piptadenia stipulacea</i> . Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras minúsculas comparação entre fotoperíodos. Letras maiúsculas comparação entre temperaturas.....	29
Figura 4 -	Porcentagem de germinação (PG), índices de velocidade (IVG) e tempo médio de germinação (TMG), de sementes de <i>Piptadenia stipulacea</i> , armazenadas em solo e em laboratório. Letras minúsculas comparação entre o mesmo tipo de armazenamento (laboratório ou solo). Letras maiúsculas comparação entre armazenamento no laboratório e campo.....	31

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Análise de solo da área onde foi realizado o experimento de persistência.....	17
Tabela 2 -	Médias de comprimento, largura e espessura de uma amostra de 100 sementes de <i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz var. <i>ferrea</i> e <i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke.....	26
Tabela 3 -	Análise de variância das respostas de porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de <i>Libidibia ferrea</i> , em cinco temperaturas e duas condições de luz.....	27
Tabela 4 -	Análise de variância das respostas de porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de <i>Piptadenia stipulacea</i> , em cinco temperaturas e duas condições de luz.....	28
Tabela 5 -	Porcentagem de sementes de <i>Piptadenia stipulacea</i> , germinadas e inviáveis, armazenadas no laboratório e no solo.....	30

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Área de coleta e experimento.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b>Espécies analisadas.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3</b>	<b>Coletas de amostras botânicas, frutos e beneficiamento de sementes.....</b>	<b>18</b>
<b>2.4</b>	<b>Caracterização das sementes (biometria e teor de água).....</b>	<b>19</b>
<b>2.5</b>	<b>Experimentos de persistência.....</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1</b>	<b>Caracterização das sementes (biometria e teor de água).....</b>	<b>26</b>
<b>3.2</b>	<b>Experimentos de persistência.....</b>	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>32</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>6</b>	<b>PERSPECTIVAS FUTURAS.....</b>	<b>36</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As sementes ao serem dispersas podem germinar imediatamente ou não (Fenner; Thompson, 2005). Quando não germinam e permanecem sobre a superfície do solo disponíveis sobre a serrapilheira ou enterradas em um determinado espaço e período de tempo, formam estoques de sementes viáveis e não germinadas conhecidos como bancos de sementes (Roberts, 1981; Walck *et al.*, 2005).

Esses bancos podem ser classificados como transitórios ou persistentes (Thompson; Grime, 1979). Um banco transitório é formado por sementes que não sobrevivem até a segunda estação de crescimento, enquanto que um banco persistente é constituído por sementes que se mantêm viáveis, mesmo após o segundo ano após dispersão (Walck *et al.*, 2005).

A persistência consiste na capacidade das sementes sobreviverem até o momento da germinação (Long *et al.*, 2015), mesmo em condições adversas (Ooi, 2012). As vantagens da persistência em sementes incluem formação de bancos persistentes por vários anos (Thompson; Grime, 1979; Walck *et al.*, 2005), coexistência entre espécies (Chesson *et al.*, 2004), reestabelecimento de populações após períodos de seca ou perturbações (Fenner e Thompson, 2005), bloqueio a germinação em condições desfavoráveis (Ooi, 2012) e alta probabilidade de estabelecimento em ambientes favoráveis (Long *et al.*, 2015).

Características específicas das sementes como tamanho, massa, forma, espessura do revestimento externo e características próprias da germinação (Abedi *et al.*, 2014), assim como condições ambientais, influenciam a persistência no solo (Fenner; Thompson, 2005; Long *et al.*, 2015). As características da germinação estão relacionadas à exigência de luz, reações às flutuações diárias de temperaturas e germinação atrasada (Baskin; Baskin, 2014). A germinação atrasada geralmente ocorre devido a mecanismos de dormência (Baskin; Baskin, 1989).

A dormência tem a função de impedir a germinação, mesmo quando seus requisitos são satisfeitos, porém, insuficientes para o estabelecimento e crescimento das plântulas (Fenner; Thompson, 2005). A mesma pode permitir germinação por particionamento temporal, aumentando a probabilidade de sobrevivência das plântulas (Starrfelt; Kokko, 2012), determinar a distribuição de espécies (Donohue *et al.*, 2010) e garantir a persistência de uma população em ambientes com ocorrência

de eventos estocásticos frequentes como secas, geadas e incêndios (Tozer; Ooi, 2014). Atualmente são conhecidas cinco tipos de dormência: fisiológica, morfológica, morfofisiológica, física e uma combinação entre dormência fisiológica e física (Baskin; Baskin, 2004).

A dormência física, por exemplo, é caracterizada por um endurecimento do tegumento que torna as sementes impermeáveis à água (Baskin *et al.*, 2000), ocorre em sementes de 18 famílias de angiospermas (Baskin; Baskin, 2014), incluindo a família Fabaceae (Jayasuriya *et al.*, 2013; Baskin; Baskin, 2014) que apresenta o maior número de espécies com este tipo de dormência (Jaganatha *et al.*, 2016).

O desenvolvimento deste tipo de dormência ocorre durante o processo de maturação e secagem (Baskin *et al.*, 2000). Após esses processos, a dormência física pode ser classificada como superficial, se há um alto teor de umidade na semente, ou absoluta se o teor de umidade é baixo (Jaganatha, 2016). O envoltório externo, além de adaptado para controlar a germinação, é também um mecanismo de proteção contra patógenos e predadores (Dalling *et al.*, 2011; Paulsen *et al.*, 2013).

Após a dispersão das sementes, fatores ambientais específicos como temperatura do solo, umidade relativa, luz e concentração de oxigênio, podem ser responsáveis por regular ou desfazer a dormência (Hoang, 2013). No caso do solo, além da temperatura, devem ser considerados a textura, composição química, teor de nutrientes, matéria orgânica, pH, e potencial hídrico (Long *et al.*, 2015). O teor de água a temperatura são considerados como as principais influências sobre a persistência (Long *et al.*, 2009).

No campo, a perda de dormência física pode ocorrer quando sinais ambientais específicos superam a mesma (Baskin; Baskin, 2014; Jaganathan, 2015). Esses sinais podem ser temperaturas diárias normais (Quinlivan, 1966), altas (Baskin, Baskin, 2014) e suas flutuações (McDonald, 2002), desencadeadas pela radiação solar ou pelo calor do fogo (Baskin; Baskin, 2014), umidade (Taylor, 1981; Fairbrother, 1991) e uma associação desta com altas temperaturas (Van Klinken; Flack, 2005; Jayasuriya *et al.*, 2008; Baskin; Baskin, 2014), assim como a passagem das sementes pelo sistema digestivo de animais (Baskin; Baskin, 2014).

Mesmo a dormência não sendo considerada uma garantia de persistência no solo (Thompson; Ooi, 2010), há a possibilidade de diferenciação de persistência

das sementes devido ao grau de dormência pré-dispersão (Batlla; Benech-Arnold, 2010), fatores pós-dispersão como: temperatura, precipitação, umidade relativa, características do solo (Long *et al.*, 2015), estresse hídrico (D'Hondt *et al.*, 2010; Tozer; Ooi, 2014) e características da própria semente relacionadas ao tamanho (Calero *et al.*, 1981; Yaklich *et al.*, 1986), composição do revestimento (Egley *et al.*, 1983; Stabell *et al.*, 1996) e posição na inflorescência (Perez-García, 1997). Assim, a dormência física possibilita a muitas espécies formarem bancos persistentes no solo (Ooi, 2012; Ooi *et al.*, 2012; Baskin; Baskin, 2014). Em ambientes áridos e secos, por exemplo, as espécies produzem uma grande porcentagem de sementes com dormência física (Jaganathan, 2016).

Dessa forma, dormência e persistência podem ser uma estratégia utilizada para redução da competição e coexistência entre espécies no ambiente, através da germinação tardia entre cortes de sementes (Volis *et al.*, 2013) e atraso nas interações competitivas (Connell, 1978).

Estimativas de persistência podem ajudar a prever a probabilidade de uma espécie sobreviver em ambientes fragmentados e sob alterações climáticas (Renton *et al.*, 2012), a elaborar modelos para análise de distribuição de espécies (Mok *et al.*, 2012) e realizar inferências sobre o nicho de regeneração (Grubb, 1977). No entanto, pesquisas sobre persistência envolvendo características da semente como tamanho e massa associados a algum tipo de dormência em ambientes áridos, ainda necessitam serem estudados mais detalhadamente. Pesquisas com esse enfoque são necessárias para a elaboração de modelos de resistência-exposição quantitativa de sementes em ambientes naturais (Long *et al.*, 2015).

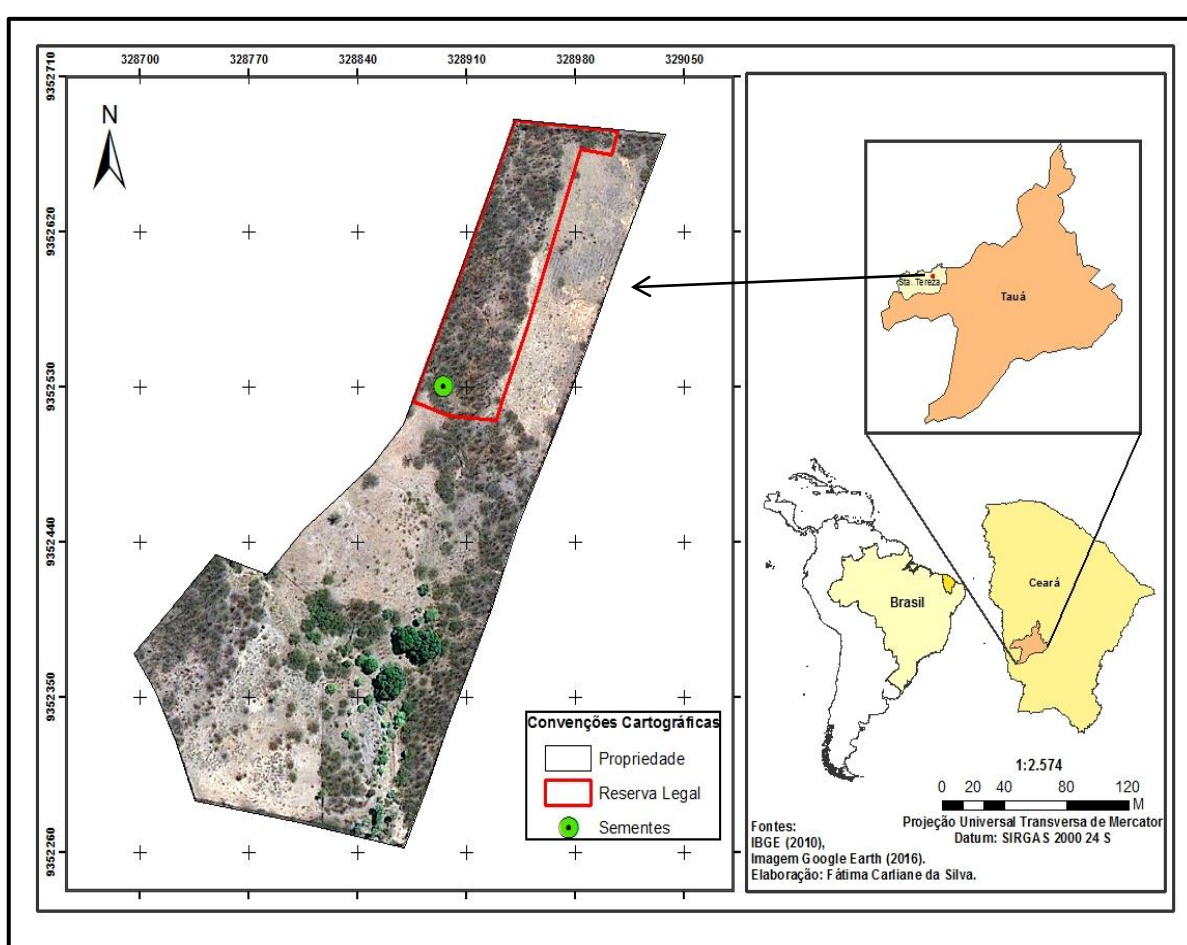
Assim, esperamos responder a seguinte questão: espécies coocorrentes e com o mesmo tipo de dormência, apresentam diferenças de persistência no solo? Nossa hipótese é que espécies coocorrentes com dormência física, mas com características contrastantes de tamanho e massa, apresentem variação na persistência. Acreditamos que espécies com sementes pequenas e mais leves sejam mais persistentes em relação à espécies com sementes grandes e pesadas. Nosso objetivo consiste em avaliar como as diferenças de tamanho, massa e teor de água em sementes com dormência física, influenciam a persistência das mesmas no solo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de Coleta e experimento

As coletas de sementes e o experimento de persistência no solo foram realizados em uma propriedade particular, localizada no município de Tauá, na microrregião dos Inhamuns, Ceará, nordeste do Brasil (Figura 1).

Figura 1 - Localização da área onde o experimento de persistência no solo foi realizado no município de Tauá, Ceará.



O clima do município na classificação de Köppen é BSw'h' quente e semiárido (Brasil, 1973), com média pluviométrica anual de 597,2 mm, temperatura média entre 26° C e 28° C e período chuvoso entre os meses de fevereiro e abril (IPECE, 2015).

A estrutura geomorfológica está inserida no domínio morfoestrutural da depressão sertaneja, constituído predominantemente por rochas do embasamento



crystalino, com baixo potencial hidrogeológico (Oliveira, 2006). A tabela 01 apresenta a análise do solo da área do experimento de persistência. A flora predominante é caracterizada como Caatinga arbustiva aberta (IPECE, 2015), arbórea densa e arbustos esparsos associados a um extenso tapete herbáceo anual, destacando-se espécies adaptadas a xericidade (Oliveira, 2006).

Tabela – 1 Análise de solo da área onde foi realizado o experimento de persistência.

Propriedades do solo	Valores
pH (H <sub>2</sub> O)	5,7
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> /Kg)	5,70
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> /Kg)	2,0
Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> /Kg)	0,02
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> /Kg)	0,20
H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> /Kg)	2,97
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> /Kg)	0,10
S (cmol <sub>c</sub> /Kg)	7,9
C (g/Kg)	8,04
N (g/Kg)	0,85
MO (g/Kg)	13,86
P (mg/Kg)	78

## 2.2 Espécies analisadas

Entre as espécies presentes na Caatinga selecionamos *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz var. *ferrea* com ocorrência também confirmada nos domínios fitogeográficos Cerrado e Mata atlântica e *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke com ocorrência restrita a Caatinga (Brasil, 2017). Em análises florísticas e fitossociológicas realizadas em áreas de Caatinga, por Costa e Araújo (2012), Lima (2011) e Moreira *et al.* (2007), *Piptadenia stipulacea* apresenta densidade de indivíduos superior a *Libidibia ferrea*. Em outros levantamentos realizados também em áreas de Caatinga por Ferraz (2011), Alves-Junior (2010) e Pessoa *et al.* (2008), apenas *Piptadenia stipulacea* foi encontrada nas áreas estudadas.

A espécie *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz var. *ferrea* é conhecida pelo nome popular de Jucá, pertence à família Fabaceae, subfamília Caesalpinioideae. São árvores que podem chegar até 10 m de altura com período de floração na estação chuvosa e na transição entre as estações chuvosa e seca, seguida pela frutificação. Os frutos indeiscentes têm a forma de vagem achatada e

medem entre 6 e 8 cm de comprimento e 1,5 cm de largura. Suas sementes são lisas, lustrosas, duras e apresentam dormência física (Maia, 2012).

Esta espécie é classificada na literatura como secundária tardia a clímax (Carvalho, 1994) ou apenas como clímax (Ferretti *et al.*, 1995). Geralmente, suas plântulas são forrageadas (Maia, 2012). Assim, a falta de êxito no estabelecimento das mesmas, compromete seu processo de regeneração em médio prazo (Santos *et al.*, 2013).

A espécie *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke, conhecida pelo nome popular de Jurema-branca, pertence à família Fabaceae, subfamília Mimosoideae. São árvores pequenas com 2 a 4 m de altura, apresentando floração na estação chuvosa, seguida da frutificação. Seu fruto deiscente é uma vagem com 8 e 12 cm de comprimento. As sementes são ovais, pequenas (Maia, 2012) e apresentam dormência física (Farias *et al.*, 2013).

Essa espécie é capaz de fixar nitrogênio no solo por simbiose com bactérias e é classificada como uma pioneira (Maia, 2012). Tolerava elevados níveis de degradação a vegetação, sendo indicada para recuperação de solos e recomposição florestal mista de áreas degradadas (Pereira *et al.*, 2001; Maia, 2012).

Estas espécies foram escolhidas para a realização da pesquisa porque ambas pertencem à família Fabaceae, apresentam dormência física, porém têm características contrastantes como tamanho e massa. Esta família é considerada uma das mais importantes para pesquisa sobre a relação entre este tipo de dormência e fatores ecológicos (Jaganathan *et al.*, 2016).

### **2.3 Coletas de amostras botânicas, frutos e beneficiamento de sementes**

Realizamos as coletas de ramos com flores e frutos de *Libidibia ferrea* var. *ferrea* e *Piptadenia stipulacea* entre maio e junho de 2015, de plantas matrizes presentes na área já mencionada anteriormente e após o processo de herborização as exsicatas foram incorporadas ao acervo do Herbário Prisco Bezerra - EAC, pertencente à Universidade Federal do Ceará, com os *vouchers* 58.338 (*L. ferrea*) e 59.674 (*P. stipulacea*).

Na coleta dos frutos, realizada entre os meses de julho e agosto de 2015, adotamos a distância mínima de 50 metros entre as plantas matrizes (Figliolia; Piña-Rodrigues, 2012). Após a coleta, acondicionamos os frutos em sacos plásticos separados, etiquetamos e levamos os mesmos ao Laboratório de Análises de

Sementes, no Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, onde executamos a extração e o beneficiamento das sementes.

A extração das sementes ocorreu por meio de abertura manual dos frutos. Estas foram previamente triadas e selecionamos para os experimentos apenas as isentas de patógenos, com bom aspecto de coloração e ausência de má formação. Em seguida, realizamos a homogeneização e contagem da amostra obtida.

#### **2.4 Caracterizações das sementes (biometria e teor de água)**

As variáveis biométricas comprimento (ápice a base), largura (lado direito ao esquerdo) e espessura (parte dorsal à ventral) das sementes, foram medidas com um paquímetro digital (resolução de 0,01mm). Utilizamos uma amostra de 100 sementes para cada espécie, previamente homogeneizadas e escolhidas aleatoriamente. Realizadas as medições, calculamos a média, desvio padrão e coeficiente de variação.

O peso de mil sementes foi verificado conforme metodologia proposta nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Neste experimento, pesamos oito repetições de 100 sementes para cada espécie e calculamos o peso médio a partir da média aritmética das oito repetições. Em seguida, multiplicamos o resultado do peso médio por dez e obtivemos o peso de mil sementes.

Verificamos o teor de água das sementes recém-coletadas, pelo método de estufa a  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ , por um período de 24 horas, conforme descrito pelas Regras para Análises de Sementes (Brasil, 2009), com adaptações na quantidade de amostras utilizadas. Para cada espécie pesamos quatro repetições com 25 sementes cada e colocamos na estufa. Após 24 horas, as repetições foram retiradas e pesadas novamente. Calculamos o resultado para cada repetição utilizando a fórmula expressa abaixo e o resultado final pela média aritmética das quatro repetições.

$$\% \text{ de teor de água} = 100 (P-p)/P-t$$

**P** = massa inicial, peso do recipiente e sua tampa mais a massa das sementes úmidas;

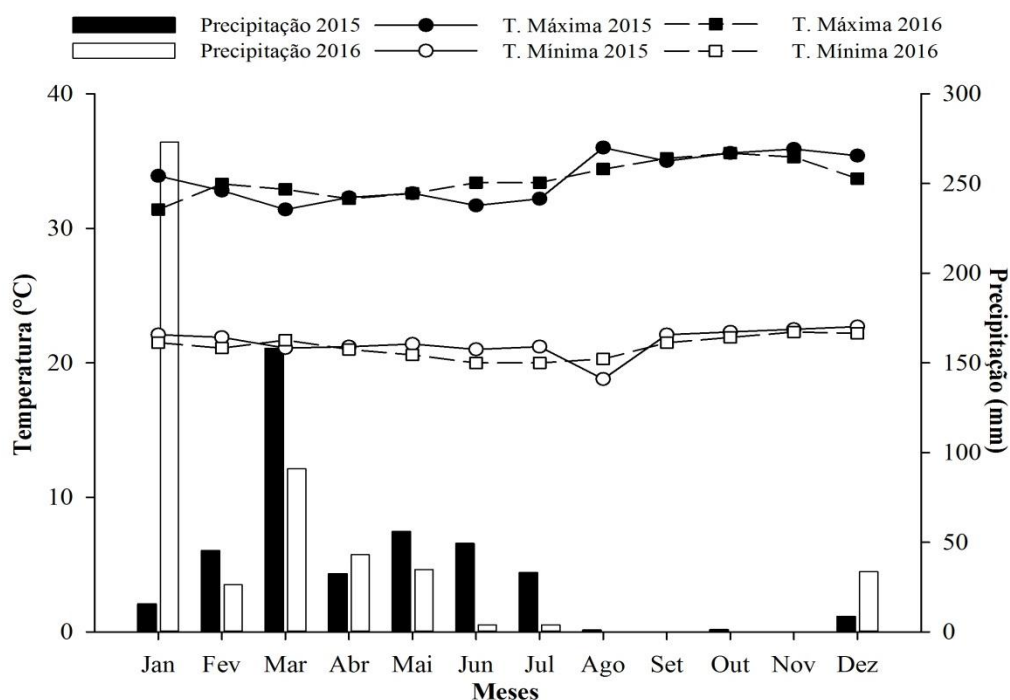
**p** = massa final, peso do recipiente e sua tampa mais a massa das sementes secas;  
**t** = tara, peso do recipiente com sua tampa.

## **2.5 Experimentos de persistência**

Para verificarmos a diferença de persistência entre as duas espécies, armazenamos sementes de ambas no laboratório e no solo em área de Caatinga. Após o processo de homogeneização, acondicionamos as sementes em três condições diferentes: em recipientes de vidro a 10° C e 60% de umidade; em recipientes de vidro a temperatura ambiente; em pequenos sacos de nylon enterrados no solo. Consideramos as sementes guardadas em laboratório como controles e comparamos os resultados das variáveis de germinação das mesmas com os resultados obtidos para sementes armazenadas no campo.

Sementes armazenadas no solo foram escolhidas aleatoriamente e acondicionadas em sacos de nylon (Lunt, 1995; Cheib; Garcia, 2012; Kaeser; Kirkman, 2012), com malha 0,5 mm, nas dimensões de sete centímetros de comprimento por cinco centímetros de largura (Cheib; Garcia, 2012). Colocamos 25 sementes em cada saco totalizando 875 sementes e 35 sacos para cada espécie (Cheib; Garcia, 2012). Em agosto de 2015, enterramos os sacos no local de ocorrência natural das espécies (figura 1), a uma profundidade de cinco centímetros no solo, em pequenas covas enumeradas e dispostas em fileiras sendo um saco por cova. A figura 2 apresenta as médias mensais de precipitação e temperatura nas quais as sementes foram submetidas durante dois anos.

Figura 2 – Precipitação (mm) total mensal e temperatura ( $^{\circ}$  C) média mínima e máxima mensais, no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2016, no município de Tauá.



As exumações ocorreram em intervalos diferentes, sendo que a primeira aconteceu no oitavo mês após o armazenamento das sementes no solo, a segunda no décimo, a terceira no décimo segundo e a quarta no décimo quarto mês (Garcia *et al.*, 2011; Cheib; Garcia, 2012; Kaeser; Kirkman, 2012; Baskin; Baskin, 2014; Garcia *et al.*, 2014; Duarte; Garcia, 2015). Esse método garante a exposição das sementes a temperaturas e condições de umidade naturais do solo (Baskin; Baskin, 2014).

Em relação às sementes que consideramos como nossos controles, estas também foram escolhidas aleatoriamente e distribuídas em sete recipientes de vidro (100 sementes por recipiente), totalizando 700 sementes. Os recipientes foram vedados, enumerados e guardados em um espaço reservado a temperatura ambiente por 14 meses (Cheib; Garcia, 2012), no Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará.

A escolha da sequência de exumações dos sacos de nylon e da abertura dos recipientes foi realizada por meio de sorteio. As variáveis analisadas nos testes

de germinação foram: porcentagem de germinação (%G), o índice de velocidade (IVG) e o tempo médio (TMG) de acordo com, respectivamente Laboriau e Pacheco (1978), Maguire (1962) e Laboriau (1983), sendo os cálculos para os resultados feitos por meio das fórmulas:

$$\%G = (N/A) \times 100$$

%G= porcentagem de germinação;

N= número total de sementes germinadas;

A= número total de sementes semeadas.

$$IVG = G1 / N1 + G2 / N2 + G3 / N3 + \dots + Gn / Nn$$

IVG= índice de velocidade de germinação;

G1, G2, G3... Gn= número de sementes germinadas da primeira a última contagem;

N1, N2, N3... Nn= número de dias decorridos entre semeadura e germinação;

$$TMG = \sum Ni \times Ti / \sum Ni$$

TMG= tempo médio de germinação;

Ni= número de sementes germinadas no intervalo entre cada contagem;

Ti= tempo médio decorrido entre o início da germinação e a i-ésima contagem

Antes de realizarmos os testes de germinação em sementes enterradas e armazenadas em laboratório, foi necessário realizarmos experimentos de superação de dormência, influência da luz e temperatura na germinação e padronização de teste do tetrazólio em sementes recém-coletadas de *Libidibia ferrea* e *Piptadenia stipulacea*.

O tratamento para quebra de dormência consistiu na utilização de escarificação química com ácido sulfúrico por 05, 10, 20 e 30 minutos. Utilizamos em cada tratamento e para o controle (sementes sem escarificação), a quantidade de 100 sementes distribuídas em quatro repetições de 25 sementes, sendo usadas 500 sementes de cada espécie nessa etapa. Após a escarificação química as sementes foram lavadas em água corrente e semeadas em placas de petri estéreis conforme recomendações das Regras para Análises de sementes - RAS (Brasil, 2009).

Os dados obtidos para as duas espécies, por não satisfazerem aos pressupostos de normalidade dos resíduos de uma análise de variância, foram submetidos ao teste não paramétrico Kruskal-Wallis para verificarmos diferenças significativas nas médias das variáveis de germinação, em diferentes tempos de exposição ao ácido. Utilizamos o software Assistat versão 7.7 na realização dessa análise. Assim, após identificação do tempo mais apropriado à superação da dormência com ácido sulfúrico, prosseguimos com a identificação das condições de temperatura e luz, mais adequadas a germinação.

Constatamos que a imersão das sementes de *L. ferrea* em ácido sulfúrico pelo período de 10 minutos foi o único período em que a %G e o IVG apresentaram diferenças significativas em relação as sementes sem escarificação, enquanto que o tempo médio não apresentou diferenças em nenhum intervalo de tempo. Para as sementes de *P. stipulacea* a %G e IVG foram mais elevados durante o intervalo de 5 minutos. Dessa forma, nos testes de germinação a superação da dormência das sementes de ambas as espécies foi realizada com escarificação química a 10 minutos para *L. ferrea* e 5 minutos para *P. stipulacea*.

Para o teste de germinação, escolhemos o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial, com cinco temperaturas e duas condições de luminosidade para ambas as espécies. Utilizamos as temperaturas de 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, e a variação de 20°-35°C, em fotoperíodo alternado com 12 horas de luz/ 12 horas de escuro e escuro contínuo. Na condição de luminosidade escuro contínuo, as placas foram envolvidas em papel alumínio e depois em sacos pretos de polietileno (Cheib; Garcia, 2012). A luz foi fornecida por lâmpadas de 20 W presentes no interior das BOD.

Em cada tratamento utilizamos 100 sementes distribuídas em quatro repetições de 25, totalizando 1.000 sementes utilizadas para cada espécie. Submetemos previamente as sementes de *L. ferrea* e *P. stipulacea* à escarificação química nos tempos com os melhores resultados obtidos no teste de quebra de dormência, que corresponderam a dez minutos para a primeira espécie e cinco minutos para a segunda.

A semeadura foi realizada de acordo com as Regras para Análises de Sementes (Brasil, 2009) para testes de germinação. Realizamos contagens diárias a cada 24 horas verificando a quantidade de sementes germinadas e umedecendo as placas sempre que necessário. Utilizamos como critério de germinação, a

emergência da radícula a 2 mm. A contagem de sementes submetidas ao escuro contínuo foi realizada com luz verde de segurança (Garcia; Diniz, 2003). Encerramos o experimento no décimo primeiro dia após a semeadura, quando a germinação já havia se estabilizado. Analisamos os tratamentos utilizando uma ANOVA *two-way* (temperatura x luz). As médias da porcentagem de germinação, índice de velocidade e tempo médio foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, no software Sisvar.

Em seguida, realizamos o teste de tetrazólio com sementes recém-coletadas. Este tipo de teste permite avaliar a viabilidade de sementes florestais, a partir de um rápido diagnóstico da coloração do embrião. A sequência de padronização da metodologia compreende quatro etapas: amostragem, preparo das sementes, coloração e interpretação dos resultados. Esse processo é necessário porque a concentração do sal na solução e o tempo de coloração variam de espécie para espécie (Fogaça, 2015).

Desta forma, para que as sementes não germinadas de *L. ferrea* e *P. stipulacea* após o experimento de persistência, fossem submetidas ao teste de tetrazólio, foi necessário verificarmos antes qual a concentração ideal do sal 2, 3, 5 trifetil cloreto de tetrazólio a ser utilizada e o tempo de imersão na solução. Nesta pesquisa, testamos soluções aquosas de tetrazólio nas concentrações de 0,05%, 0,075% e 1% (Brasil, 2009), nos períodos de três e quatro horas de embebição, a temperatura de 35° C no fotoperíodo escuro contínuo (Brasil, 2009; Fogaça, 2015).

As sementes usadas nessa etapa de padronização foram coletadas entre junho e agosto de 2015, sendo que as mesmas foram mantidas em ambiente refrigerado a 10°C, até a realização dos testes. Utilizamos 100 sementes de cada espécie para cada concentração (50 cortadas transversalmente e 50 com tegumento removido), sendo 300 embebidas em solução por três horas e 300 por quatro horas (Brasil, 2009; Fogaça, 2015). Desse modo, foram utilizadas 600 sementes de cada espécie.

A etapa de preparação consistiu na escarificação química em ácido sulfúrico para superação da dormência e pré-umedecimento. Na sequência, realizamos o pré-umedecimento por embebição lenta entre papel, umedecido com água destilada em placas de petri, a 25° C em BOD (Brasil, 2009; Fogaça, 2015), por 24 horas para sementes de *P. stipulacea* e 48 horas para *L. ferrea*. Depois de pré-umedecidas, as sementes estavam prontas para a fase de coloração.



Após a etapa de coloração as sementes foram lavadas em água corrente. As análises e fotografias foram realizadas com o auxílio de um microscópio óptico. A coloração ideal é obtida com sementes cortadas transversalmente e imersas em solução de tetrazólio a 0,05% por três horas.

As exumações das sementes enterradas aconteceram no oitavo, décimo, décimo segundo e décimo quarto mês após o armazenamento no solo. Em virtude da quantidade mínima de 100 sementes necessárias para a realização do teste de germinação, o número de sacos exumados para ambas as espécies variou em cada exumação, uma vez que observamos sementes mortas nos sacos.

Assim, para a espécie *L. ferrea* no oitavo mês após o armazenamento no solo, foram exumados 21 sacos e no décimo mês os 14 sacos restantes estavam vazios, pois todas as sementes já estavam mortas. Quanto à espécie *P. stipulacea*, exumamos cinco sacos no oitavo mês, sete sacos no décimo e no décimo segundo mês, e oito no décimo quarto mês.

Após cada exumação as sementes foram lavadas em água corrente e imersas em ácido sulfúrico por cinco (*P. stipulacea*) e dez minutos (*L. ferrea*). O mesmo procedimento de imersão em ácido também foi realizado com as sementes guardadas em laboratório. Em seguida, lavamos novamente as mesmas e realizamos a semeadura em placas de petri estéreis, conforme as recomendações da RAS (2009). As placas foram acondicionadas em BOD na temperatura de 30° C e fotoperíodo alternado 12h de claro/12h de escuro contínuo, previamente definidos no teste de germinação.

Realizamos as contagens diariamente com reumedecimento das placas sempre que necessário. Encerramos os experimentos sempre após a estabilização da germinação. As variáveis porcentagem, índice de velocidade e tempo médio de germinação, foram analisadas de acordo com, respectivamente, Laboriau e Pacheco (1978), Maguire (1962) e Laboriau (1983), conforme fórmulas já descritas na página 20.

Na análise estatística da porcentagem de germinação, índice de velocidade e tempo médio das sementes de *L. ferrea* enterradas no solo e guardadas em laboratório por oito meses comparamos as médias pelo teste t de Student. Quanto a comparação das variáveis %G e IVG das sementes guardadas em laboratório por oito, dez, doze e quatorze meses, utilizamos uma ANOVA *one way* com médias comparadas pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Para os dados de porcentagem de germinação tanto de sementes enterradas como guardadas em laboratório de *P. stipulacea*, por oito, dez, doze e quatorze meses, transformamos os mesmos em arcoseno e realizamos uma ANOVA *two-way* (tempo x condição de armazenamento) com médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As médias referentes ao tempo médio e índice de velocidade por não atenderem aos pressupostos de uma ANOVA, foram comparadas pelo teste de Mann-Whitney.

Em relação às sementes não germinadas, quando foi possível verificamos a viabilidade das mesmas através de imersão em solução de tetrazólio a 0,05% por 3 horas de embebição, como as condições mais adequadas, conforme identificado nos testes de padronização. As sementes após serem cortadas transversalmente, foram colocadas na solução e levadas a BOD na temperatura de 35° C e escuro contínuo. Após três horas foram lavadas em água corrente e analisadas em microscópio óptico.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Caracterizações das sementes (biometria e teor de água)

As sementes de *L. ferrea* apresentaram maiores dimensões de comprimento, espessura e largura em relação às sementes de *P. stipulacea* (Tabela 2). No entanto, verificamos que os teores de água para *L. ferrea* foram 9,04% e 14,41% para *P. stipulacea*. O peso de mil sementes para *L. ferrea* foi de 159,4g e para *P. stipulacea* de 46,7g, o que permite inferir que possa haver 6.273 unidades em um quilograma de sementes de *L. ferrea* e 21.413 unidades em um quilograma de sementes de *P. stipulacea*.

Tabela 2 - Médias de comprimento, largura e espessura de uma amostra de 100 sementes de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz var. *ferrea* e *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke.

Variáveis	Espécies					
	<i>Libidibia ferrea</i>			<i>Piptadenia stipulacea</i>		
	Média	DP	CV (%)	Média	DP	CV (%)
Comprimento (mm)	8,29	0,67	8,08	5,85	0,38	6,52
Espessura (mm)	4,12	0,53	12,96	1,98	0,13	6,60
Largura (mm)	4,97	0,43	8,70	4,39	0,25	5,79
Peso (g)	15,35	0,44	2,84	4,67	0,09	1,82

DP: desvio padrão/ CV: coeficiente de variação

### 3.2 Experimentos de persistência

No experimento de efeito da temperatura e luminosidade sobre a germinação, identificamos que apenas a temperatura influenciou significativamente a %G, o IVG e o TMG das sementes de *L. ferrea* (Tabela 3). As sementes de *L. ferrea* começaram a germinar (emissão da radícula a 2 mm) no terceiro dia após a semeadura, enquanto que as sementes de *P. stipulacea* iniciaram o processo de germinação no segundo dia após semeadura. Em todas as temperaturas testadas as taxas de germinação de *L. ferrea* foram acima de 80%. No entanto, as sementes germinaram mais rápido quando expostas as temperaturas de 25°C e 30°C (Figura 3).

Tabela 3 - Análise de variância das respostas de porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG), de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz var. *ferrea*, em cinco temperaturas e duas condições de luz.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

Fonte de variação	PG (%)			IVG		TMG	
	GL	F	P	F	P	F	P
Temperatura (T)	4	3,72*	0,01	18,66*	0	13,2*	0
Luz (L)	1	2,17 ns	0,15	0,45 ns	0,50	0,01 ns	0,90
Interação T x L	4	1,35 ns	0,27	0,41 ns	0,79	0,57 ns	0,68
Resíduo	30	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	4,62		10,73		3,43	

ns – não significativo

GL: graus de liberdade

F: teste F

P: p-value

CV: coeficiente de variação

Quanto à espécie *P. stipulacea*, observamos que a temperatura apresentou efeito apenas sobre o índice de velocidade e o tempo médio, enquanto que a luz e a interação entre esta e a temperatura, apresentaram efeito sobre as três variáveis analisadas (Tabela 4). A interação entre temperatura e luz influenciou as porcentagens de germinação, sendo que as temperaturas de 20°C, 35°C e na variação 20°C – 35°C apresentaram médias melhores em escuro contínuo (Figura 3).

Tabela 4 - Análise de variância das respostas de porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG), de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke, em cinco temperaturas e duas condições de luz.

Fonte de variação	PG (%)			IVG		TMG	
	GL	F	P	F	P	F	P
Temperatura (T)	4	1,59 ns	0,20	26,98*	0	64,79*	0
Luz (L)	1	11,84*	0	10,76*	0	7,06*	0,01
Interação T x L	4	3,28*	0,02	3,90*	0,01	9,24*	0
Resíduo	30	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	6,06		5,07		7,44	

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns – não significativo

GL: graus de liberdade

F: teste F

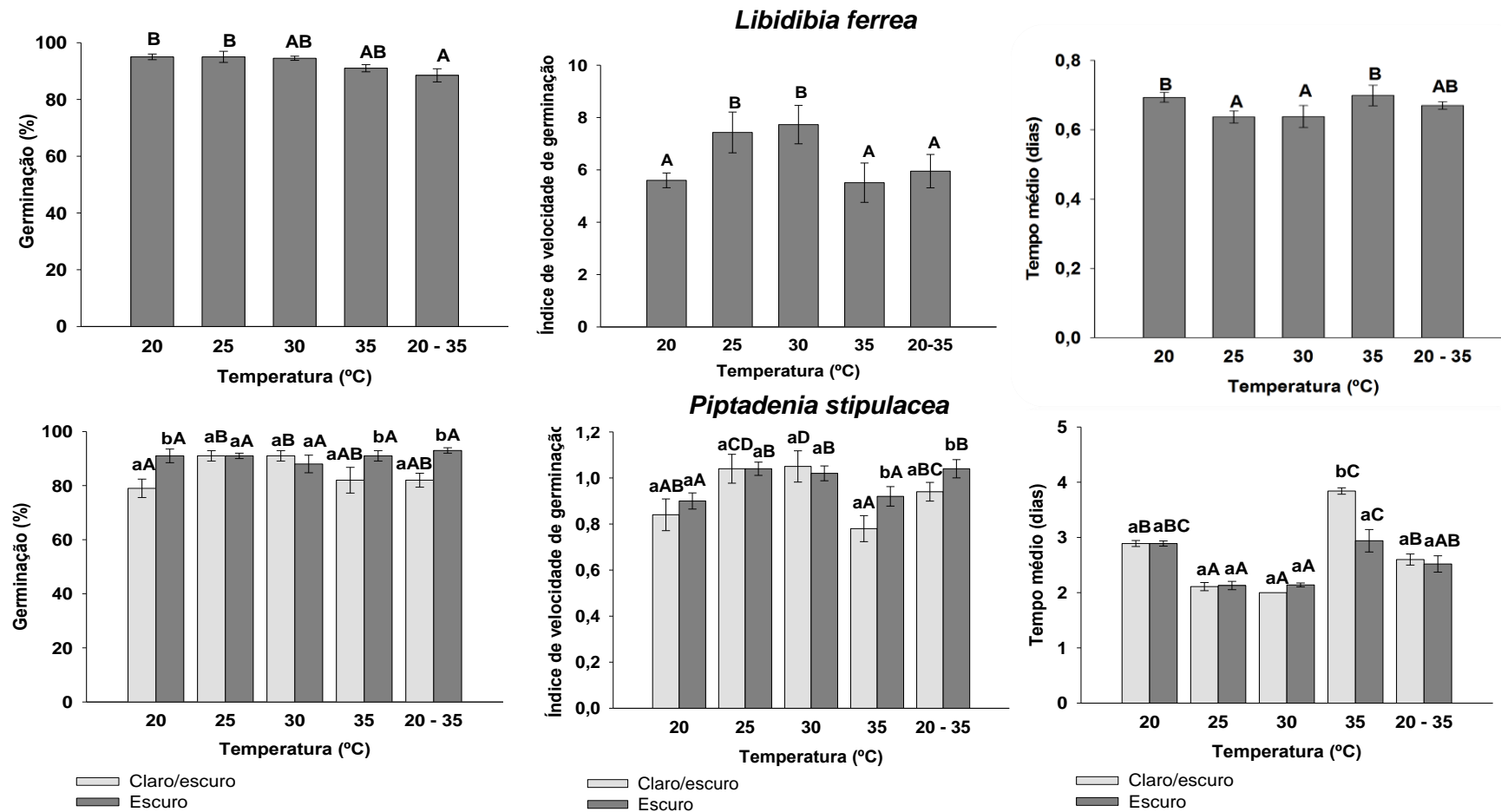
P: p-value

CV: coeficiente de variação

Os resultados referentes às sementes armazenadas no solo e laboratório apresentam diferenças entre as duas espécies em relação ao tempo de viabilidade. As sementes de *L. ferrea* enterradas no solo sobreviveram até o 8º mês, sendo que 85,4% se deterioraram, restando nos sacos de nylon apenas restos dos tegumentos e apenas 14,63% foram recuperadas. A porcentagem de germinação no oitavo mês foi de 96%, não havendo diferença significativa pelo teste t, em relação às sementes armazenadas em laboratório no mesmo período ( $p=0,7$ ). Da mesma forma, o tempo médio ( $p=0,5$ ) e o índice de velocidade de germinação ( $p=0,4$ ) não apresentaram diferenças.

As sementes desta mesma espécie, armazenadas em laboratório, ainda estavam viáveis no décimo quarto mês; no entanto a porcentagem de germinação diminuiu. No oitavo mês, 95% das sementes germinaram, no décimo 88%, no décimo segundo 89% e no décimo quarto mês 72%. Desta forma, utilizando uma ANOVA *one way* com médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, verificamos que houve diferença significativa entre o oitavo e décimo quarto mês ( $F_{(3)} = 5,04$ ;  $p=0,01$ ). Não foi possível verificar a viabilidade das sementes não germinadas por solução de tetrazólio, devido à alta concentração de fungos nas mesmas.

Figura 3 - Porcentagens de germinação, índices de velocidade e tempo médio de germinação de sementes recém-coletadas de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz var. *ferrea* e *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras minúsculas comparação entre fotoperíodos. Letras maiúsculas comparação entre temperaturas.



O tempo médio de germinação também sofreu alterações, pois enquanto no oitavo mês às sementes germinavam em até quatro dias, no décimo e décimo segundo mês levaram seis dias para completar a germinação, e no décimo quarto mês necessitaram de dez dias. Assim, a velocidade de germinação que apresentava média de 8,70 no oitavo mês, caiu para 3,70 no décimo quarto mês. Verificamos através de uma ANOVA *one way* com médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, que houve diferença significativa na velocidade de germinação entre o oitavo, décimo e décimo quarto mês ( $F_{(3)} = 61,59; p < 0$ ).

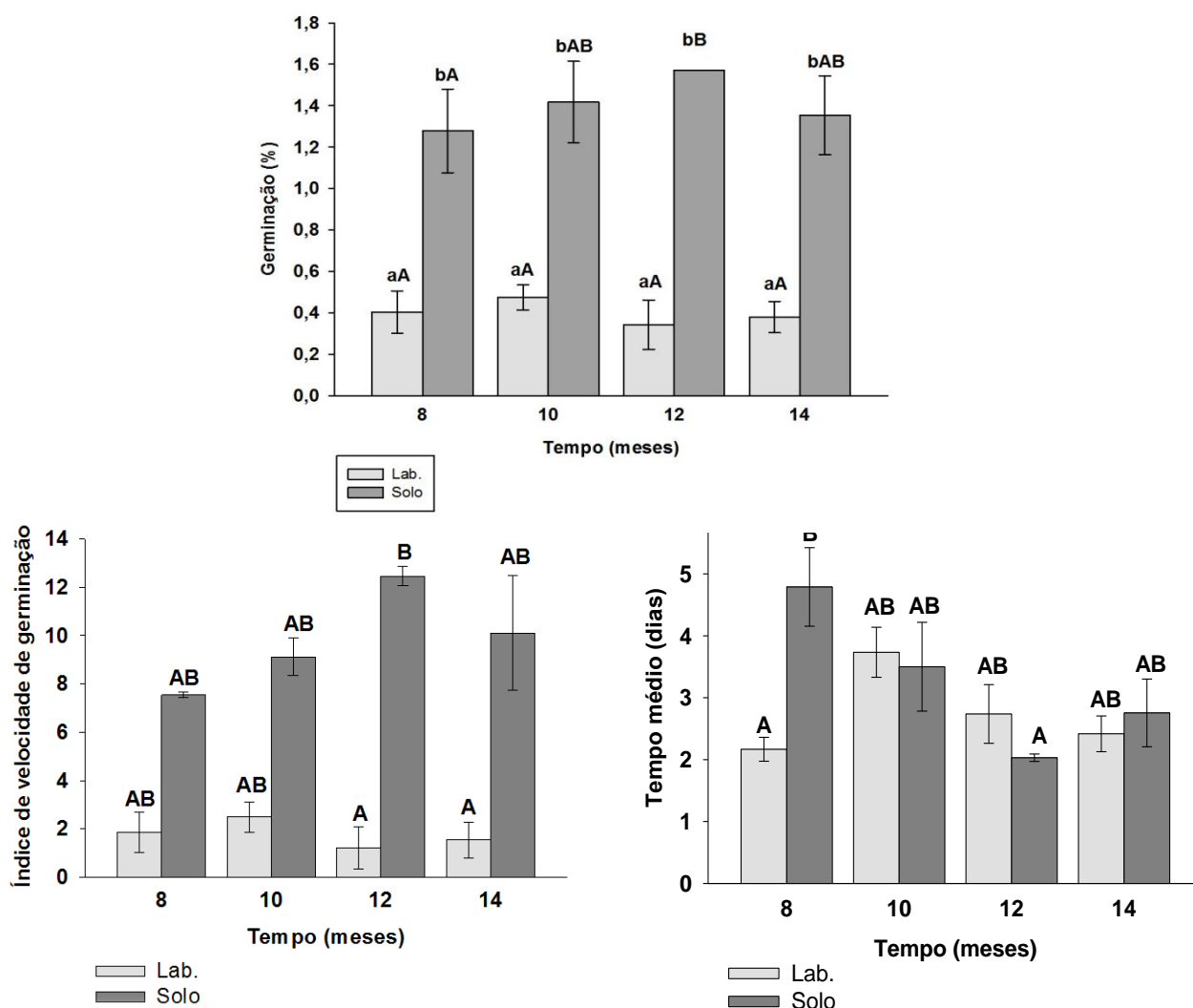
*Piptadenia stipulacea* apresentou sementes persistentes no solo durante os quatorze meses que permaneceram enterradas, com 51,78% de sementes recuperadas viáveis. Porém, sementes guardadas em laboratório apresentaram baixa viabilidade (Tabela 5). Houve diferença significativa ( $F_{(1)} = 432,32; p = 0$ ) na porcentagem de germinação entre sementes enterradas e sementes guardadas em laboratório, sendo que sementes enterradas apresentaram porcentagem de germinação maior nos quatro períodos analisados em relação aquelas guardadas em laboratório (Figura 4). Todas as sementes de *P. stipulacea* guardadas em laboratório e não germinadas no oitavo, décimo, décimo segundo e décimo quarto mês, que foram imersas em solução de tetrazólio a 0,05%, por três horas, não apresentaram tecidos embrionários corados, portanto, foram classificadas como inviáveis.

Tabela 5 - Porcentagem de sementes de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke, germinadas e inviáveis, armazenadas no laboratório e no solo.

	<i>Piptadenia stipulacea</i>							
	8º mês		10º mês		12º mês		14º mês	
	Lab.	Solo	Lab.	Solo	Lab.	Solo	Lab.	Solo
Sementes germinadas	16%	89%	21%	95%	12%	100%	14%	93%
Sementes inviáveis	84%	11%	79%	5%	88%	-	73%	7%

O tempo médio de germinação apresentou diferença significativa apenas no oitavo mês. Quanto à velocidade de germinação, houve diferença significativa apenas no décimo segundo mês, com as sementes exumadas completando a germinação mais rapidamente (Figura 3).

Figura 4 - Porcentagem de germinação (PG), índices de velocidade (IVG) e tempo médio de germinação (TMG), de sementes de *Piptadenia stipulacea*, armazenadas em solo e em laboratório. Letras minúsculas comparação entre o mesmo tipo de armazenamento (laboratório e solo). Letras maiúsculas comparação entre armazenamento no laboratório e solo.



## 4 DISCUSSÃO

Nos tratamentos de temperatura e fotoperíodos utilizados em sementes recém coletadas, *L. ferrea* germinou bem nos dois fotoperíodos, portanto, podem ser classificadas como fotoblásticas neutras. Esta espécie pode se estabelecer tanto em ambientes de clareiras como em ambientes sombreados resultantes de dossel mais fechado, tendo a temperatura como o principal fator ambiental atuando sobre a sincronização da germinação de suas sementes no solo. De acordo com Gualtieri e Fanti, (2015), para muitas espécies, a temperatura é considerada o fator que afeta a porcentagem e o tempo de germinação, além de atuar na superação ou indução de dormência.

A espécie *P. stipulacea* apresentou porcentagem de germinação mais elevada numa faixa de temperatura mais restrita correspondente a 25°C e 30°C e em fotoperíodo escuro contínuo. Suas sementes também podem ser consideradas fotoblásticas neutras, porque germinaram bem nos dois fotoperíodos utilizados. Dessa forma, mesmo *P. stipulacea* sendo uma espécie pioneira e *L. ferrea* uma espécie secundária, possuem requisitos de germinação semelhantes, o que pode desencadear exclusão competitiva da espécie com plântulas menos hábeis em competição, pois normalmente as sementes respondem a combinações específicas de luz, umidade e temperatura mais adequadas ao estabelecimento de suas plântulas no campo (Baskin; Baskin, 2014)

Dessa forma, ambas as espécies além de possuírem o mesmo tipo de dormência e serem coocorrentes, também possuem requisitos de germinação semelhantes. As diferenças encontradas nas medidas biométricas, em que *L. ferrea* apresentou sementes maiores, mais pesadas e com menor teor de água, são uma forma de garantir diferenças de persistência das sementes no campo e promover a coexistência entre as espécies. Variações no tamanho das sementes podem promover coexistência entre as espécies (Adler *et al.*, 2013), através de diferenças nas respostas de germinação a perturbações e especialização em clareiras de diferentes tamanhos no ambiente (Pearson *et al.*, 2002). Outros autores argumentam que sementes



maiores apresentam probabilidade mais baixa de escape a predação pré e pós-dispersão, são menos persistentes em bancos no solo e dispersas a uma curta distância da planta matriz (Bekker *et al.*, 1998; Gomez, 2004; Bohrer *et al.*, 2008). As sementes menores podem ser mais eficientes na colonização de clareiras (Ben-Hur *et al.*, 2012) e menos tolerantes a estresses ambientais na fase de plântulas (Muller-Landau, 2010).

Do mesmo modo, a massa das sementes possui efeito positivo na capacidade competitiva, porém negativo na capacidade de colonização ou dispersão (Rees; Westoby, 1997; Kisdi; Geritz, 2003). Sementes com medidas biométricas maiores levam vantagem competitiva sobre as sementes menores devido a quantidade de massa (Volis; Bohrer, 2013). As reservas de nutrientes mais limitadas em sementes pequenas e enterradas podem ser insuficientes para que as plântulas cheguem à superfície e iniciem o processo fotossintético (Pons, 2000).

Nossos resultados demonstram que sementes de *L. ferrea* armazenadas em laboratório continuaram viáveis até o décimo quarto mês, embora a porcentagem de germinação tenha diminuído. Quanto às sementes enterradas no campo, essas não persistiram no solo. Sugerimos que o fruto indeiscente de *L. ferrea* pode ajudar a proteger as sementes desta espécie no campo contra predadores, manter a dormência, controlar a dessecação nos meses em que a temperatura é mais elevada e impedir a embebição quando as condições são desfavoráveis ao estabelecimento das plântulas.

Desta forma, por terem sido extraídas dos frutos e enterradas sem a proteção dos mesmos, as sementes de *L. ferrea* não resistiram à dessecação durante o segundo semestre de 2015, caracterizado como o período mais quente e seco no semiárido. Lu *et al.* (2015) ao analisarem o efeito do pericarpo de frutos indeiscentes nas sementes de seis espécies da família Brassicaceae, concluíram que o mesmo intensificou a dormência, restringiu o crescimento embrionário e inibiu a germinação. Da mesma forma, Cousens *et al.* (2010) verificaram que os frutos indeiscentes da espécie *Raphanus raphanistrum* (Brassicaceae), retardaram a embebição e germinação de sementes da espécie.

Quando as sementes são expostas no solo, fora dos frutos, Dalling *et al.* (2011) sugerem que a necessidade de germinar, quando as condições ambientais parecem ideais, pode ser um mecanismo de escape contra infecções por patógenos, e/ou uma forma de evitar a competição interespecífica na fase de plântulas. Outros autores ressaltam que em ambientes onde este tipo de competição é intensa, principalmente por luz (Miller, 1994), a velocidade de germinação e o estabelecimento imediato das plântulas, é muito importante para a sobrevivência da espécie (Ross; Harper, 1972; Mack; Harper, 1977; Abul-Fatih; Bazzaz, 1979; Weiner, 1985; Weiner; Thomas, 1986; Smith *et al.*, 2000). Plântulas que se estabelecem mais cedo em relação a outras plântulas tendem a apresentar melhor desempenho no crescimento e na competição com plântulas que se estabelecem mais tarde (Ross; Harper, 1972; Turkington *et al.*, 2005).

Há também a possibilidade de que estruturas anatômicas específicas presentes nas sementes de algumas espécies das subfamílias Mimosoideae (Hanna 1984; Serrata-Valenti *et al.*, 1995), Papilionoideae (Jayasuriya *et al.*, 2012; Karak *et al.*, 2012) e Caesalpinioideae (De Paula *et al.*, 2012; Rodrigues-Junior *et al.*, 2014) tenham contribuído para o rompimento da dormência física pela entrada de água em maior número de sementes de *L. ferrea* do que de *P. stipulacea*. Mesmo ambas as espécies podendo apresentar as estruturas anatômicas que facilitam a embebição, podem haver diferenças entre as espécies na localização dessas estruturas no tegumento, com algumas exercendo a função de abertura primária e outras de abertura secundária (Jaganathan *et al.*, 2016). Em *Senna macranthera* (De Paula *et al.*, 2012), *Senna multijuga* (Rodrigues-Junior *et al.*, 2014) e *Cassia leptophylla* (De Paula *et al.*, 2012), todas da família Caesalpinioideae, a lente foi identificada como a principal abertura pela qual ocorre a embebição das sementes.

Assim, devido a exposição das sementes as flutuações de temperatura do solo e as altas precipitações no mês de janeiro de 2016, essas estruturas podem ter permitido a embebição de uma grande porcentagem de sementes de *L. ferrea*, no entanto, ao invés de germinarem, as sementes podem ter apodrecido. Geralmente depois que sementes dormentes fisicamente tornam-se permeáveis, germinam ou apodrecem (Baskin; Baskin,

2014). Ainda de acordo com Jaganathan *et al.* (2016) as condições ambientais impostas pelo verão mesmo sem precipitações, podem ser importantes sinais para o rompimento da dormência física em ecossistemas tropicais. Estes autores sugerem também que parece haver uma interação específica não esclarecida, entre as espécies e as condições do ambiente como, por exemplo, a temperatura, que determina a quantidade de sementes que devem perder a dormência.

Quanto à espécie *P. stipulacea* as diferenças de germinabilidade entre as sementes armazenadas em embalagens impermeáveis e no campo podem está relacionadas ao teor de água, que em sementes a serem armazenadas em embalagens impermeáveis deve ser igual ou inferior a 10% (Schmidt, 2007) e possivelmente aos fatores edáficos. Teores de água acima de 10% aceleram a respiração das sementes no interior da embalagem, o que leva a um aumento da temperatura e perda de umidade das mesmas, reduzindo a germinabilidade (Schmidt, 2007). Dessa forma, as sementes de *P. stipulacea* guardadas em laboratório, por apresentarem teor de água inicial de 14,41%, não conseguiram manter a viabilidade durante o período de armazenamento. No entanto, esse mesmo teor de umidade pode ter contribuído para a tolerância das sementes a dessecação no campo.

Mesmo havendo condições ideais para a germinação de sementes de *P. stipulacea* durante o verão de 2016 com temperaturas e precipitações suficientes para o estabelecimentos das plântulas, uma quantidade considerável de sementes persistiram. Desta forma, concluímos que o calor úmido não foi suficiente para romper a dormência das mesmas. Resultados semelhantes foram observados em sementes de *Cassia leptophylla* e *Senna macranthera* submetidas a variações de temperatura entre 15° C e 30°C (De Paula *et al.*, 2012).

No entanto, resultados diferentes foram observados em sementes de espécies florestais do México com dormência física. Das sementes enterradas no campo, apenas 11 espécies permaneciam viáveis por até 02 anos e 16 espécies mantinham sementes viáveis armazenadas em laboratório por 03 anos (Soriano *et al.*, 2014). Os autores observaram também que a maioria das espécies que formavam banco persistente eram aquelas que apresentavam

sementes dormentes. Vazquez-Yanes e Orozco-Segovia (1993) consideram que a reserva de nutrientes, o teor de água e a tolerância à dessecação, são fundamentais para determinar o tempo em que sementes podem permanecer viáveis em bancos no solo ou armazenadas em embalagens.

## 5. CONCLUSÃO

- Nossos resultados indicam que há diferença de persistência no solo entre sementes com o mesmo tipo de dormência, mas com características biométricas contrastantes;
- Sementes maiores e mais pesadas formam bancos em curto prazo;
- A dormência física não significa garantia de persistência em longo prazo;
- Sementes menores, leves e tolerantes a dessecação apresentam persistência no solo;
- As sementes de *P. stipulacea* quando expostas ao solo aumentam a porcentagem e a velocidade de germinação no décimo segundo mês.
- O teor de umidade inicial pode contribuir para a persistência de sementes em ambientes áridos

## 6 PERSPECTIVAS FUTURAS

Diante dos resultados observados neste trabalho, sugerimos que novas pesquisas relacionadas as estruturas morfo-anatomicas de sementes de ambas as espécies sejam realizadas. Estas podem detectar e esclarecer a influência de um complexo sistema de estruturas especializadas, conhecido como “water-gap complex” presente em algumas espécies de Fabaceae, sobre a embebição das sementes, a persistência ou transitoriedade das mesmas.

## REFERÊNCIAS

- ABUL-FATIH, H. A.; BAZZAZ, F. A. The biology of *Ambrosia trifida* L. II. Germination, emergence, growth and survival. **New Phytologist**, Lancaster, v. 83, n. 3, p. 817-827, 1979.
- ARAÚJO, E. L. Estresses abióticos e bióticos como forças modeladoras da dinâmica de populações vegetais da caatinga. *In*: NOGUEIRA R. J. M.; ARAÚJO E. L.; WILLADINO, L.G.; CAVALCANTE U. M. T. (Org.) **Estresses Ambientais: Danos e Benefícios em Plantas**. Recife: Editora MXM, 2005. p. 50-64.
- ARAÚJO, E. L.; CASTRO, C. C.; ALBUQUERQUE, U. P. Dynamics of Brazilian Caatinga - a review concerning the plants, environment and people. **Functional Ecosystems and Communities**, v. 1, n. 1, p. 15-28, 2007.
- ALVES JÚNIOR, F. T. **Estrutura, biomassa e volumetria de uma área de caatinga, Floresta-PE**. 2010. 123 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Pró - Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.
- ABEDI, M.; BARTELHCIMER, M.; POSCHLOD, P. Effects of substrate type, moisture and its interaction on soil seed survival of three Rumex species. **Plant and Soil**, v. 374, n. 1-2, p. 485-495, 2014.
- ADLER, P. B.; FAJARDO, A.; KLEINHESSELINK, A. R.; KRAFT, N. J. B. Trait-based tests of coexistence mechanism. **Ecology letters**, v. 16, n. 10, p. 1294-1306, 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento Exploratório Reconhecimento de Solos do Ceará**. Recife, 1973.
- BRASIL. **Herbário virtual projeto Re flora**. Disponível em: <<http://reflora.ibrij.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/ConsultaPublicoHVUC.do>> Acesso em: 27 Janeiro 2017.
- BASKIN J. M.; BASKIN C. C. Physiology of dormancy and germination in relation to seed bank ecology. *In*: LECK, M. A, PARKER V. T, SIMPSON, R. L. (Org) **Ecology of soil seed banks**. London: Academic Press, 1989. p. 53-66.
- BASKIN, J. M., BASKIN, C. C., Li, X. Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. **Plant Species Biology**, v. 15, n. 2, p. 139-152, 2000.
- BASKIN; J. M.; BASKIN, C. C. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 14, n. 1, p. 1-16, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS. 2009.

BATLA, D.; BENECH-ARNOLD, R. L. Predicting changes in dormancy level in natural seed soil banks. **Plant Molecular Biology**, v. 73, n. 1-2, p. 3-13. 2010.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds**: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. 2. ed. San Diego: Academic Press, 2014.

BEKKER, R. M.; BAKKER, J. P.; GRANDIN, U.; KALAMEES, R.; MILBERG, P.; POSCHLOD, P.; THOMPSON, K.; WILLEMS, J. H. Seed size, shape and vertical distribution in the soil: indicators of seed longevity. **Functional Ecology**, London, v. 98, p. 834-842, 1998.

BEN-HUR, E.; FRAGMAN-SAPIR, O.; HADAS, R.; SINGER, A.; KADMON, R. Functional trade-offs increase species diversity in experimental plant communities. **Ecology Letters**, v. 15, n. 11, p. 1276-1282, 2012.

BOHRER, G.; NATHAN, R.; KATUL, G. G.; WALKO, R. L.; AVISSAR, R.,. Effects of canopy heterogeneity, seed abscission, and inertia on wind-driven dispersal kernels of tree seeds. **Journal of Ecology**, London, v. 96, n. 4, 569-580, 2008.

CONNELL, J. H. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. **Science**, Washington, v. 199, n. 4.335 p. 1302-1310, 1978.

CALERO, E.; WEST, S. H.; HINSON, K. Water absorption of soybean seeds and associated causal factors. **Crop Science**, Madison, v. 21, n. 6, p. 926-933, 1981.

CARVALHO, P.E.R. *Caesalpinia leiostachya* (Bentham) Ducke. In: CARVALHO, P. E. R. (Org.). **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: CNPF/EMBRAPA, 1994. p.118-122.

CHESSON, P.; GEBAUER, R. L. E.; SCHWINNING, S.; HUNTLY, N.; WIEGAND, K.; ERNEST, M.S.K.; SHER, A.; NOVOPLANSKY, A.; WELTZIN, J. F. Resource pulses, species interactions, and diversity maintenance in arid and semi-arid environments. **Oecologia**, v. 141, n; 2, p. 236-253, 2004.

COUSENS, R. D.; YOUNG, K. R.; TADAYYON, A. The role of the persistent fruit wall in seed water regulation in *Raphanus raphanistrum* (Brassicaceae). **Annals of Botany**, Oxford, v. 105, n. 1, p. 101-108, 2010.

CHEIB, A. L.; GARCIA, Q. S. Longevity and germination ecology of seeds of endemic Cactaceae species from high-altitude sites in south-eastern Brazil. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 22, n. 1, p. 45-53, 2012.

COSTA, R. C.; ARAÚJO, F. S. Physiognomy and structure of a caatinga with *Cordia oncocalyx* (Boraginaceae), a new type of community in Andrade-Lima's classification of caatinga. **Rodriguesia**, Rio de Janeiro, v. 63, n. 2, p. 269-276, 2012.

D'HONDT, B.; BRYNS, R.; HOFFMANN, M., The incidence, field performance and heritability of non-dormant seeds in white clover (*Trifolium repens* L.). **Seed Science Research**, Cambridge, v. 20, n. 3, p. 169-177, 2010.

DONOHUE, K.; CASAS, R. R.; BURGHARDT, L.; KOVACH, K.; WILLIS, C. G. Germination, postgermination adaptation, and species ecological Ranges. **The Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Danvers, v. 41, p. 293-319, 2010.

DALLING, J. W.; DAVIS, A. S.; SCHUTTE, B. J.; ARNOLD, A. E. Seed survival in soil: interacting effects of predation and the soil microbial community. **Journal of Ecology**, London, v. 99, n. 1, p. 89-95, 2011.

DE PAULA A. S.; DELGADO C. M. L.; PAULILO M.T.S., SANTOS, M. Breaking physical dormancy of *Cassia leptophylla* and *Senna macranthera* (Fabaceae: Caesalpinioideae) seeds: water absorption and alternating temperatures. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 22, n. 4, 259-267, 2012.

DUARTE, D. M.; GARCIA, Q. S. Interactions between substrate temperature and humidity in signalling cyclical dormancy in seeds of two perennial tropical species. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 25, n. 2, p. 170-178, 2015.

EGLEY, G. H.; PAUL, R. N. Jr.; VAUGHN, K. C.; DUKE, S. O. Role of peroxidase in the development of water-impermeable seed coats in *Sida spinosa* L. **Planta**, v. 157, n. 3, p. 224-232, 1983.

FAIRBROTHER, T. E. Effect of fluctuating temperatures and humidity on the softening rate of hard seed of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.). **Seed Science Technology**, v. 19, p. 93-105, 1991.

FERRETTI, A. R.; KAGEYAMA, P. Y.; ÁRBOCZ, G. F.; SANTOS, J. D.; BARROS, M. I. A.; LORZA, R. F.; OLIVEIRA, C. Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação com nativas no estado de São Paulo. **Florestar Estatístico**, v. 3, p. 73-77, 1995.

FENNER, M.; THOMPSON, K. **The ecology of seeds**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

FERRAZ, J. S. F. **Análise da vegetação de caatinga arbustivo-arbórea em Floresta, PE, como subsídio ao manejo florestal**. 2011. 131 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Pró- Reitoria de pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

- FIGLIOLIA, M. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. **Manual técnico de colheita, manejo e produção de sementes de espécies florestais nativas da mata atlântica**. Serviço Florestal Brasileiro. 2012.
- FARIAS, R. M.; FREITAS, R. M. O.; NOGUEIRA, N. W.; DOMBRASKI, J. L. D. Superação de dormência em sementes de jurema-branca (*piptadenia stipulacea*). **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 56, n. 2, p. 160-165, 2013.
- FOGAÇA, C. A. Teste de tetrazólio e testes de vigor. *In*: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A. (Org.). **Sementes florestais tropicais: da ecologia a produção**. Londrina: Abrates, 2015. p. 344-359.
- GRUBB, P. J. Maintenance of species-richness in plant communities – importance of regeneration niche. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, v. 52, n. 1, p. 107-145, 1977.
- GARCIA, Q. S.; DINIZ, I. S. S., Comportamento germinativo de três espécies de *vellozia* da serra do Cipó, MG. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 17, n. 4, p. 287-494, 2003.
- GARCIA, Q. S.; GIORNI, V. T.; MUNNÉ-BOSCHE, S. Common and distinct responses in phytohormone and vitamin E changes during seed burial and dormancy in *Xyris bialata* and *X. peregrine*. **Plant biology**, v. 14, n. 2, p. 347-353, 2011.
- GARCIA, Q. S.; OLIVEIRA, P. G.; DUARTE, D. M. Seasonal changes in germination and dormancy of buried seeds of endemic Brazilian Euriocaulaceae. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 24, n. 2, p. 113-117, 2014.
- GOMEZ, J. M. Bigger is not always better: conflicting selective pressures on seed size in *Quercus ilex*. **Evolution**, v. 58, n. 1, p. 71-80, 2004.
- GUALTIERI, S. C. J.; FANTI, S. C. Ecofisiologia da germinação de sementes. *In*: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A. (Org.). **Sementes florestais tropicais: da ecologia a produção**. Londrina: Abrates, 2015. p. 259-275.
- KHURANA, E.; SINGH, J. S. Ecology of seed and seedling growth for conservation and restoration of tropical dry forest: a review. **Environmental Conservation**, Cambridge, v. 28, n.1, p. 39-52, 2001.
- KISDI, E.; GERITZ, S. On the coexistence of perennial plants by the competition-colonization trade-off. **The American Naturalist**, Chicago, v. 161, n. 2, p. 350-354, 2003.



- KAESER, M. J.; KIRKMAN, L. K. Seed longevity of 12 native herbaceous species in a fire-maintained pine savanna after 8 years of burial. **Forest Ecology and Management**, v. 281, n. p. 68-74, 2012.
- KARAKI T., WATANABE, Y., KONDO T., KOIKE, T. Strophiole of seeds of the black locust acts as a water gap. **Plant Species Biology**, n. 27, v. 3, p. 226-232, 2012.
- HANNA, P. J. Anatomical features of the seed coat of *Acacia kempeana* (Mueller) which relate to increased germination rate induced by heat treatment. **New Phytologist**, Lancaster, v. 96, n.1, p. 23-29, 1984.
- HOANG, H. H.; CORBINEAU, F.; LEYMARIE, J. Induction of secondary dormancy by hypoxia in barley grains and its hormonal regulation. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 64, n. 7, p. 2017-2025, 2013.
- IPECE. Governo do estado do Ceará. **Perfil básico municipal: Tauá**. Fortaleza, 2015.
- JAYASURIYA, K. M. G. G.; BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. Cycling of Sensitivity to physical dormancy-break in seeds of *Ipomoea lacunose* (Convolvulaceae) and ecological significance. **Annals of Botany**, Oxford, v. 101, n. 3, p. 341-352, 2008.
- JAYASURIYA K. M. G., BASKIN, J. M., BASKIN, C. C., FERNANDO, M. R. T., Variation in seed dormancy and storage behavior of three liana species of *Derris* (Fabaceae, Faboideae) in Sri Lanka and ecological implications. **Research Journal of Seed Science**, v. 5, n. 1, 1-18, 2012.
- JAYASURIYA, K. M. G. G.; WIJETUNGA, A. S.; BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. Seed dormancy and storage behaviour in tropical Fabaceae: a study of 100 species from Sri Lanka. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 23, n. 4, p. 257-269, 2013.
- JAGANATHAN, G. K.; DALRYMPLE, S. E.; LIU, B. Towards an understanding of factors controlling seed bank composition and longevity in the alpine environment. **Botanical Review**, v. 81, n.1, p. 70-103, 2015.
- JAGANATHAN, G. K. Influence of maternal environment in developing different levels of physical dormancy and its ecological significance. **Plant Ecology**, v. 217, n. 1, p. 71-79, 2016.
- JAGANATHAN, G. K.; WU, G. R.; HAN, Y. Y.; LIU, B. L. Role of the lens in controlling physical dormancy break and germination of *Delonix regia* (Fabaceae: Caesalpinioideae). **Plant biology**, v. 19, n. 1, p. 53-60, 2016.
- LABOURIAU, L. G.; PACHECO, A. On the frequency of isothermal germination in seeds of *Dolichos biflorus* L. **Plant and Cell Physiology**, Oxford, v. 19, n.3, p. 507-512, 1978.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos. 1983.

LIMA, B. G. **Composição florística e análise fitossociológica em duas áreas de caatinga no centro-sul cearense**. 2011. 106 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Pro- Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2011.

LONG, R. L.; STEADMAN, K. J.; PANETTA, F. D.; ADKINS, S. W. Soil type does not affect seed ageing when soil water potential and temperature are controlled. **Plant and Soil**, v. 320, p.131-140, 2009.

LONG, R. L.; GORECKI, M. J.; RENTON, M.; SCOTT, J. K.; COLVILLE, L.; GOGGIN, D. E.; COMMANDER, L. E.; WESTCOTT, D. A.; CHERRY, H.; FINCH-SAVAGE, W. E. The ecophysiology of seed persistence: a mechanistic view of the journey to germination or demise. **Biological Reviews**, Oxford, v. 90, n. 1, p. 31-59, 2015.

LUNT, I. D. Seed longevity of six native forbs in a closed *Themeda triandra* Grassland. **Australian Journal of Botany**, v. 43, n. 5, p. 439-449, 1995.

LU, J. J.; ZHOU, Y. M.; TAN, D. Y.; BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. Seed dormancy in six cold desert Brassicaceae species with indehiscent fruits. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 25, n. 3, p. 276-285, 2015.

MACK, R. N.; HARPER, J. L., Interference in dune annuals: spatial pattern and neighbourhood effects. **Journal of Ecology**, London, v. 65, n. 2, p. 345-363, 1977.

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

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 2. ed. Fortaleza: Printcolor Gráfica e Editora, 2012.

MCDONALD, C. K. Germination response to temperature in tropical and subtropical pasture legumes. 2. Alternating temperatures. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 42, n. 4, p. 421-429, 2002.

MILLER, T. E.; WINN, A.; SCHEMSKE, D. W. The effects of density and spatial distribution on selection for emergence time in *Prunella vulgaris* (Lamiaceae). **American Journal of Botany**, v. 81, n. 1, p. 1- 6, 1994.

MOREIRA, A. R. P.; MARACAJÁ, P. P.; GUERRA, A. M. N. M. Sizenando FILHO, F. A.; PEREIRA, T. F. C. Composição florística e análise fitossociológica arbustivo-arbóreo no município de Caraúbas – RN. **Revista Verde**, Pombal, v.2, n. 1, 113-126, 2007.

MOK, H. F.; ARNDT, S. K.; NITSCHKE, C. R. Modelling the potential impact of climate variability and change on species regeneration potential in the temperate forests of South-Eastern Australia. **Global Change Biology**, v. 18, n. 3, p. 1053-1072, 2012.

MULLER-LANDAU, H. C. The tolerance-fecundity trade-off and the maintenance of diversity in seed size. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 107, n. 9, p. 4242-4247, 2010.

OLIVEIRA, V. P. V. A problemática da degradação ambiental dos recursos naturais no Domínio dos Sertões Secos do Estado do Ceará-Brasil. *In*: SILVA, J. B.; DANTAS, E. W. C.; ZANELLA, M. E.; MEIRELES, A. J. A. (Org.). **Litoral e Sertão: Natureza e Sociedade no Nordeste Brasileiro**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006. p. 209-222.

OOI, M. K. J. Seed bank persistence and climate change. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 22, n. 1, p. 53-60, 2012.

OOI, M.K.J.; AULD, T.D.; DENHAM, A.J. Projected soil temperature increase and seed dormancy response along an altitudinal gradient: implications for seed bank persistence under climate change. **Plant Soil**, v. 353, n. 1-2, p. 289-303, 2012.

PÉREZ-GARCÍA, F. Germination of *Cistus ladanifer* seeds in relation to parent material. **Plant Ecology**, v. 133, n. 1, p. 57-62, 1997.

PONS, T. L., Seed responses to light. *In*: FENNER, M. (Org.). **Seeds: the Ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford: CABI publishing, 2000. p. 237-260. .

PEREIRA, J. M.; ANDRADE, L. A.; COSTA, J. R. M.; Dias, J. M. Regeneração natural em um remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no Agreste Paraibano. **Acta Botânica Brasília**, Belo Horizonte, v.15, n. 3, p. 413-426, 2001.

PEARSON, T. R. H.; BURSLEM, D. F. R. P., MULLINS, C. E.; DALLING, J. W. Germination ecology of neotropical pioneers: interacting effects of environmental conditions and seed size. **Ecology**, Washington, v. 83, n. 10, p. 2798-2807, 2002.

PESSOA, M. F.; GUERRA, A. M. N. M.; MARACAJÁ, P. B.; LIRA, J. F. B.; DINIZ FILHO, E. T. Estudo da cobertura vegetal em ambientes da caatinga com diferentes formas de manejo no assentamento Moacir Lucena, Apodi - RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 3, n. 3, p. 40-48, 2008.

PAULSEN, T. R.; COLVILLE, L.; KRANNER, I.; DAWS, M. I.; HÖGSTEDT, G.; VANDVIK, V.; THOMPSON, K. Physical dormancy in seeds: a game of hide and seek?. **New phytologist**, Lancaster, v. 198, n. 2, p. 496-503, 2013.

QUINLIVAN, B. J. The relationship between temperature fluctuations and the softening of hard seeds of some legume species. **Australian Journal of Agriculture Research**, v. 17, n. 5, p. 625-631, 1966.

ROSS, M. A.; HARPER, J. L. Occupation of biological space during seedling establishment. **Journal of Ecology**, London, v. 60, n. 1, p. 77-88, 1972.

ROBERTS, H. A. Seed banks in soils. **Advances in Applied Biology**, New York, v. 6, p. 1-55, 1981.

REES, M.; WESTOBY, M. Game theoretical evolution of seed mass in multispecies ecological models. **Oikos**, v. 78, n. 1, p. 116-126, 1997.

RENTON, M.; SHACKELFORD, N.; STANDISH, R. J., 2012. Habitat restoration will help some functional plant types persist under climate change in fragmented landscapes. **Global Change Biology**, 18: 2057-2070.

RODRIGUES-JUNIOR A. G.; FARIA J. M. R.; VAZ T. A. A.; NAKAMURA, A.T.; JOSE, A. C. Physical dormancy in *Senna multijuga* (Fabaceae: Caesalpinioideae) seeds: the role of seed structures in water uptake. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 24, n. 2, p. 147-157, 2014.

SERRATO-VALENTI, G., DE VRIES, M., CORNARA, L. The hilar region in *Leucaena leucocephala* Lam. (De Wit) seed: structure, histochemistry and the role of the lens in germination. **Annals of Botany**, Oxford, v. 75, n. 6, p. 569-574, 1995.

STABELL, E.; UPADHYAYA, M. K.; ELLIS, B. E. Development of seed coat-imposed dormancy during seed maturation in *Cynoglossum officinale*. **Physiologia Plantarum**, Lund, v. 97, n.1, 28-34, 1996.

SCHMIDT, L. **Tropical Forest Seed**. 1. ed. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007.

STARRFELT, J.; KOKKO, H. Bet-hedging-a triple trade-off between means, variances and correlations. **Biological Reviews**, Oxford, v. 87, n. 3, p. 742-755, 2012.

SANTOS, L. W.; COELHO, M. F. B.; Azevedo, R.A.B. Qualidade de mudas de pau-ferro produzidas em diferentes substratos e condições de luz. **Brazilian Journal of Forestry Research**., Colombo, v. 33, n. 74, p. 150-157, 2013.

SORIANO, D.; HUANTE, P.; GAMBOA-DEBUEN, A.; OROZCO-SEGOVIA, A. Effect of burial and storage on germination and seed reserves of 18 tree species in a tropical deciduous forest in Mexico. **Oecologia**, v. 174, n. 1, p. 33-34, 2014.

THOMPSON, K., GRIME, J. P. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. **Journal Ecology**, London, v. 67, n. 3, p. 893-921, 1979.

TAYLOR, G. B. Effect of constant temperature treatments followed by fluctuating temperatures on the softening of hard seeds of *Trifolium subterraneum* L. **Australian Journal Plant Physiology**, v. 8, n. 6, p. 547-558, 1981.

TURKINGTON, R. D. E.; GOLDBERG, L. OLSVIG-WHITTAKER; DYER, A. R. Effects of density on timing of emergence and its consequences for survival and growth in two communities of annual plants. **Journal of Arid Environments**, v. 61, n. 3, p. 377-396, 2005.

THOMPSON, K.; OOI, M. K. J. To germinate or not to germinate: more than just a question of dormancy. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 20, n. 4, p. 209-211, 2010.

TOZER, M. G.; OOI, M. J. Humidity-regulated dormancy onset in the Fabaceae: a conceptual model and its ecological implications for the Australian wattle *Acacia saligna*. **Annals of Botany**, Oxford, v. 114, n. 3, p. 579-590, 2014.

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

VAN KLINKEN, R. D.; FLACK, L. Wet heat mechanism for dormancy release and germination of seeds with physical dormancy. **Weed Science**, v. 53, p. 663-669, 2005.

VOLIS, S.; BOHRER, G. Joint evolution of seed traits along an aridity gradient: seed size and dormancy are not two substitutable evolutionary traits in temporally heterogeneous environment. **New Phytologist**, Lancaster, v. 197, n. 2, p. 655-667, 2013.

WALCK, J. L.; BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C.; HIDAYATI, S. N. Defining transient and persistent seed banks in species with pronounced seasonal dormancy and germination patterns. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 15, n. 3, p. 189-196, 2005.

WEINER, J. Size hierarchies in experimental populations of annual plants. **Ecology**, Washington, v. 66, n. 3, 743-752, 1985.

WEINER, J.; THOMAS, S. C. Size variability and competition in plant monocultures. **Oikos**, v. 47, n. 2, p. 211-222, 1986.

YAKLICH, R.; VIGIL, E.; WERGIN, W. Pore development and seed coat permeability in soybean. **Crop Science**, v. 26, n. 3, p. 616-624, 1986.