



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**Géssica Miranda da Silva Oliveira**

**EFEITOS DA LUZ E DA TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO**  
**DE SEMENTES DE DUAS EXÓTICAS INVASORAS NAS**  
**ÁREAS DOS CANAIS DO PISF**

Petrolina

2017

**GÉSSICA MIRANDA DA SILVA OLIVEIRA**

**EFEITOS DA LUZ E DA TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO DE  
SEMENTES DE DUAS EXÓTICAS INVASORAS NAS ÁREAS DOS  
CANAIS DO PISF**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Ciências Biológicas.

**Orientador:** Prof. Dr. Renato Garcia Rodrigues

Petrolina

2017

O48e Oliveira, Géssica Miranda da Silva  
Efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de duas exóticas invasoras nas áreas dos canais do pif / Géssica Miranda da Silva Oliveira. -- Petrolina, 2017.  
50 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina, 2017.  
Orientador: Prof. Dr. Renato Garcia Rodrigues.

Referências.

1. Sementes - Germinação. 2. Fatores abióticos. 3. Plantas exóticas. I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco

CDD 631.521

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Géssica Miranda da Silva Oliveira

**EFEITOS DA LUZ E DA TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE  
DUAS EXÓTICAS INVASORAS NAS ÁREAS DOS CANAIS DO PISF**

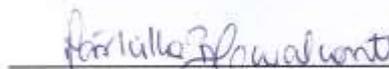
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 05 de maio de 2017.

**Banca Examinadora**



Dr. Renato Garcia Rodrigues – Orientador  
Universidade Federal do Vale do São Francisco



Dr. Márkilla Zunete Beckmann Cavalcante  
Universidade Federal do Vale do São Francisco



Dr. Jefferson Guedes de Carvalho Sobrinho  
Universidade Federal do Vale do São Francisco

Dedico ao meu filho, João Guilherme, que mesmo não tendo noção do que faço, trouxe a cada dia motivação para que eu finalizasse esta etapa.

## AGRADECIMENTOS

É difícil agradecer nesse pequeno espaço a todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram. Por isso agradeço de coração a todos que fizeram parte da minha vida.

Agradeço inicialmente, aos meus avós paternos (Salette e Boaventura) e maternos (Lourdes e Deoclécio) por serem presentes em minha vida e por terem me dado pais incríveis.

Aos meus pais, Cida Miranda e Geraldo José, por serem meu exemplo de vida; por me mostrarem através de suas determinações que cada esforço valerá a pena, e pela dedicação na minha formação e na dos meus irmãos. Agradeço ainda mais pela compreensão e apoio no momento mais decisivo de minha vida. Vocês são minha base. Amo vocês!

Aos meus irmãos, Geraldo Júnior e Victor Augusto, por estarem ao meu lado por mais complicada que fossem as situações. Vocês são incríveis.

Aos meus tios e primos pela convivência e alegrias do dia-a-dia.

Ao meu precioso filho, João Guilherme, por ser a peça fundamental que rege a minha vida. Você chegou no início da minha graduação como uma preocupação, mas nunca foi visto como um empecilho, pelo contrário, só trouxe ainda mais motivação. Comecei esta etapa em 2011 por mim, e hoje finalizo por nós dois. Obrigada por ser o sopro de luz na vida da mamãe. Te amo imensamente.

Ao meu amigo, companheiro e esposo, João Junior, por ter me incentivado e, principalmente, por ter aguentado os meus momentos de estresse. Você sempre foi paciente e bondoso, além de cuidar de mim quando mais precisei. Obrigado por sonhar junto comigo e compartilhar cada momento. Ao construirmos uma vida sabíamos que não ia ser fácil, mas você me mostrou com seu carinho que as dificuldades podem ser agradáveis quando resultam em algo tão maravilhoso como amor verdadeiro. Te amo.

Aos meus sogros, Socorro e João, que sempre agiram como meus segundos pais. Vocês sempre nos ajudaram sem nunca questionar. Obrigada por serem compreensivos e me acolherem como uma filha.

Ao meu professor e orientador, Renato Garcia, por contribuir com o meu trabalho, além de me conceder a oportunidade de estagiar no NEMA, e assim, fazer parte de um grupo maravilhoso que me ajudou bastante nesses últimos dois anos.

Aproveito para agradecer a Nazareth, Paula, Adriano e Bruno que tiveram parte fundamental nisso. Agradeço também ao Ministério da Integração pelo financiamento que permitiu a infraestrutura para o desenvolvimento deste trabalho.

A todos os professores pelo conhecimento compartilhado e por contribuírem para a minha formação profissional. Muito obrigada!

Aos meus amigos, que hoje considero como minha família, pelos momentos maravilhosos durante os seis anos de universidade. Em especial, aos insanos que me proporcionaram muita felicidade, tornando a minha trajetória inesquecível da melhor forma possível. Vocês são as peças raras que faço questão de levar pelo resto da vida comigo.

E finalmente agradeço a Deus, por permitir não só a realização de oportunidades extraordinárias, mas também, a passagem de todos que tornaram minha vida mais doce, além de ter me dado uma família maravilhosa e amigos sinceros.

Lembra-vos: “aquele que pouco semeia, igualmente, colherá pouco, mas aquele que semeia com generosidade, da mesma forma colherá com fartura”. (2 Coríntios 9:6)

## RESUMO

O processo germinativo é um importante parâmetro reprodutivo das espécies e fundamental para a compreensão da regeneração e do estabelecimento de espécies vegetais em condições naturais. Dentre os principais fatores ambientais, a temperatura e a luminosidade atuam como fatores importantes e limitantes para a germinação das sementes. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Calotropis procera* (Aiton) W.T.Aiton (Apocynaceae) e a *Nicotiana glauca* Graham (Solanaceae). As sementes foram colocadas para germinar sob duas condições de luminosidade (fotoperíodo de 12 h e ausência total de luz) e cinco temperaturas, das quais três foram constantes (25, 30 e 35°C) e duas alternadas (25/30°C e 30/35°C), resultando em 10 tratamentos com 10 repetições de 25 sementes para cada um deles. Foram calculados a porcentagem de germinação (germinabilidade), o tempo médio de germinação, o índice de velocidade de germinação e o índice de sincronização. Tanto a *Calotropis procera* como a *Nicotiana glauca* podem ser classificadas como fotoblásticas neutras. As temperaturas ideais para a germinação de *Calotropis procera* encontram-se entre 30°C e 35°C, diferentemente da *Nicotiana glauca*, para a qual as temperaturas ideais encontram-se entre 25°C e 30°C. Os resultados obtidos indicaram que as sementes das duas espécies são capazes de germinar e de se estabelecer em faixas de temperatura semelhantes as que ocorrem na Caatinga.

**Palavras-chave:** *Calotropis procera*, *Nicotiana glauca*, fatores abióticos.

## ABSTRACT

The germination process is an important reproductive parameter of plant species and it is fundamental for understanding the regeneration and establishment of species under natural conditions. Among the main environmental factors, temperature and luminosity act as important and limiting factors for seed germination. Thus, the aim of this study was to determine the effect of light and temperature on seed germination of *Calotropis procera* (Aiton) W.T.Aiton (Apocynaceae) and *Nicotiana glauca* Graham (Solanaceae). The seeds were germinated under two light conditions (photoperiod of 12 h and total absence of light) and five temperatures, in which three temperatures were constant (25, 30 and 35 ° C) and two temperatures alternates (25/30 ° C and 30 ° C / 35 ° C), resulting in 10 treatments with 10 replicates of 25 seeds for each of them. The percentage of germination (germinability), mean germination time, germination speed index and synchronization index were calculated. Both *Calotropis procera* and *Nicotiana glauca* can be classified as neutral photoblasts. The optimal temperatures for *Calotropis procera* germination were between 30 ° C and 35 ° C, unlike *Nicotiana glauca*, for which the optimal temperatures were between 25 ° C and 30 ° C. The results indicated that the seeds of both species are able to germinate and establish in similar temperature ranges as those occurring in the Caatinga.

**Keywords:** *Calotropis procera*, *Nicotiana glauca*, abiotic factors

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1:** (A) Indivíduo de *Calotropis procera* em um canal do PISF, (B) Frutos da espécie, (C) Ramo florífero e (D) Sementes. (Fotos: P. M. Ferreira, 2015; G.M.S. Oliveira, 2016).....22

**Figura 2:** (A) Indivíduo de *Nicotiana glauca* em um canal do PISF, (B) Ramo florífero, (C) Frutos e (D) Sementes. (Fotos: P. M. Ferreira, 2015).....23

**Figura 3:** Locais de coleta das sementes de *Calotropis procera* e *Nicotiana glauca* (Fonte: NEMA, 2016).....24

**Figura 4:** Germinabilidade (média  $\pm$  desvio padrão) de sementes de *Calotropis procera* submetidas a diferentes tratamentos de temperaturas, com luz (C) e sem luz (S). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam as condições de luminosidade, enquanto que as minúsculas comparam os regimes de temperatura.....27

**Figura 5:** Índice de velocidade de germinação (média  $\pm$  desvio padrão) de sementes de *Calotropis procera* submetidas a diferentes tratamentos de temperaturas, com luz (C) e sem luz (S). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam as condições de luminosidade, enquanto que as minúsculas comparam os regimes de temperatura...28

**Figura 6:** Índice de sincronização (média  $\pm$  desvio padrão) de sementes de *Calotropis procera* submetidas a diferentes tratamentos de temperaturas, com luz (C) e sem luz (S). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam as condições de luminosidade, enquanto que as minúsculas comparam os regimes de temperatura.....28

**Figura 7:** Tempo médio de germinação (média  $\pm$  desvio padrão) de sementes de *Calotropis procera* submetidas a diferentes tratamentos de temperaturas, com luz (C) e sem luz (S). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de

Newman-Keuls, a 5% de probabilidade. \* Indica diferenças significativas pelo teste de Mann-Whitney entre a presença e ausência para cada temperatura.....29

**Figura 8:** Germinabilidade (média  $\pm$  desvio padrão) de sementes de *Nicotiana glauca* submetidas a diferentes tratamentos de temperaturas, com luz (C) e sem luz (S). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Newman-Keuls, a 5% de probabilidade. \* Indica diferenças significativas pelo teste de Mann-Whitney entre a presença e ausência para cada temperatura.....30

**Figura 9:** Índice de velocidade de germinação (média  $\pm$  desvio padrão) de sementes de *Nicotiana glauca* submetidas a diferentes tratamentos de temperaturas, com luz (C) e sem luz (S). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam as condições de luminosidade, enquanto que as minúsculas comparam os regimes de temperatura...30

**Figura 10:** Tempo médio de germinação (média  $\pm$  desvio padrão) de sementes de *Nicotiana glauca* submetidas a diferentes tratamentos de temperaturas, com luz (C) e sem luz (S). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Newman-Keuls, a 5% de probabilidade. \* Indica diferenças significativas pelo teste de Mann-Whitney entre a presença e ausência para cada temperatura.....31

**Figura 11:** Índice de sincronização (média  $\pm$  desvio padrão) de sementes de *Nicotiana glauca* submetidas a diferentes tratamentos de temperaturas, com luz (C) e sem luz (S). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Newman-Keuls, a 5% de probabilidade. \* Indica diferenças significativas pelo teste de Mann-Whitney entre a presença e ausência para cada temperatura.....32

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Testes estatísticos aplicados para cada parâmetro em <i>Calotropis procera</i> e <i>Nicotiana glauca</i> .....	26
---	----

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2.OBJETIVOS .....</b>	<b>16</b>
2.1.Objetivo Geral .....	16
2.2.Objetivos Específicos .....	16
<b>3.REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
3.1.Germinação .....	16
3.2.Espécies exóticas .....	17
3.3.A Caatinga e o Projeto de Integração do Rio São Francisco.....	20
<b>4.MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
4.1.Espécies estudadas.....	20
4.1.1. <i>Calotropis procera</i> .....	20
4.1.2. <i>Nicotiana glauca</i> .....	22
4.2.Locais de coleta e beneficiamento .....	23
4.3.Testes de germinação.....	24
4.4.Tratamentos de temperatura e luz .....	25
4.5.Parâmetros de germinação e análises estatísticas .....	25
4.6.Testes estatísticos.....	26
<b>5.RESULTADOS .....</b>	<b>27</b>
5.2. <i>Calotropis procera</i> .....	27
5.3. <i>Nicotiana glauca</i> .....	29
<b>6.DISSCUSSÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>7.CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>36</b>
<b>8.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>37</b>
<b>9. APÊNDICE A (IX Semana de Ensino, Pesquisa e Extensão).....</b>	<b>45</b>

## 1.INTRODUÇÃO

A biodiversidade mundial está passando por uma crise com a crescente diminuição de espécies (CEBALLOS et al, 2015; LAMBERS, 2015), sendo apontadas como as principais causas, a conversão de habitats naturais para a produção agrícola, as mudanças climáticas, a poluição ambiental, a superexploração de recursos naturais e as espécies exóticas invasoras (MA, 2005). Esta última causa é tida como a segunda maior responsável pela extinção de espécies (BRASIL, 2006).

Com processo da globalização, a locomoção humana e de cargas aumentou consideravelmente pelo mundo, o que cooperou para que barreiras ecológicas fossem ultrapassadas, e conseqüentemente, espécies exóticas fossem introduzidas em vários países (OLIVEIRA; MACHADO, 2009b). Atualmente, são 443 espécies exóticas registradas no Brasil, sendo a maioria introduzida de forma intencional, com objetivos econômicos (I3N, 2016). Dentre os aspectos negativos resultantes destas invasões estão o declínio dos ambientes, a simplificação dos ecossistemas e a extinção de espécies nativas (BRASIL, 2016b).

As áreas abertas promovidas pelo desmatamento do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) possibilitaram a entrada ou expansão de populações de plantas exóticas, que mais à frente poderão ocasionar graves problemas sejam eles ambientais ou econômicos a esta região (SOUZA et al, 2014). Das 62 espécies exóticas presentes no PISF (FABRICANTE; SIQUEIRA FILHO, 2012), a ***Calotropis procera*** (Aiton) W.T.Aiton (Apocynaceae) e a ***Nicotiana glauca*** Graham (Solanaceae) merecem destaque pelo potencial invasor e encontram-se estabelecidas em alguns pontos dos canais (NEMA, 2016).

O processo germinativo é um importante parâmetro reprodutivo das espécies vegetais, e conseqüentemente fundamental para a compreensão da regeneração e do estabelecimento das espécies em condições naturais (GUERRA; MEDEIROS FILHO; GALLÃO, 2006; TURNER, 2004). Assim, o conhecimento dos padrões de germinação das espécies exóticas é de extrema relevância, pois permite avaliar o potencial de invasão biológica identificando situações ideais para o desenvolvimento de novos indivíduos.

## 2.OBJETIVOS

### 2.1.Objetivo Geral

- ✓ Avaliar o potencial de invasão biológica de *Calotropis procera* (Aiton) W.T.Aiton (Apocynaceae) e *Nicotiana glauca* Graham (Solanaceae), duas espécies exóticas invasoras presentes nas áreas dos canais do PISF.

### 2.2.Objetivos Específicos

- ✓ Avaliar o processo germinativo de sementes de *Calotropis procera* (Aiton) W.T.Aiton (Apocynaceae) em função da luz e da temperatura.
- ✓ Avaliar o processo germinativo de sementes de *Nicotiana glauca* Graham (Solanaceae) em função da luz e da temperatura.

## 3.REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.1.Germinação

A germinação é definida como a emergência e o desenvolvimento das partes que compõe o embrião, indicando a tendência de produzir uma planta normal em condições favoráveis (BRASIL, 2013). É determinada por fatores internos e externos, sendo os internos intrínsecos da semente e os externos associados aos fatores ambientais (MARCOS FILHO, 2005).

Os principais fatores ambientais capazes de influenciar o processo germinativo são: temperatura, luz, disponibilidade de água, meio de crescimento, nutrientes, alelopatia e micro-organismos (FLORIANO, 2004). A temperatura e a luminosidade são fatores importantes e limitantes para a germinação das sementes (ANDRADE, 1995), uma vez que podem maximizar a porcentagem, a velocidade e a uniformidade da germinação (NASSIF; VIEIRA; FERNANDES, 1998).

Geralmente, as sementes possuem um comportamento germinativo variável em relação a diferentes temperaturas, sendo necessário o entendimento que a sua influência exerce em cada uma das espécies (MONDO et al., 2008). Considera-se como temperatura ótima a que permite uma maior eficiência na porcentagem da germinação juntamente com uma maior velocidade. Entretanto, não existe uma mesma temperatura ótima para todas as espécies, possuindo cada uma delas, uma faixa de temperatura (mínima, ótima e máxima) caracterizada pela sua distribuição geográfica. Para espécies tropicais a mesma encontra-se entre 15° e 30° C, sendo que tanto a velocidade, como a uniformidade da germinação, diminuem ou

umentam à medida que as temperaturas estejam abaixo ou acima da temperatura ótima, respectivamente (MARCOS FILHO, 2005; NASSIF; VIEIRA; FERNANDES, 1998).

De maneira geral, a luminosidade e a temperatura agem de forma dependente na germinação de sementes, uma vez que a temperatura realiza um papel importante nas sementes fotossensíveis, influenciando a absorção de água e as reações bioquímicas que ocorrem durante este processo (NASSIF; VIEIRA; FERNANDES, 1998).

Em relação à sensibilidade a luz, algumas espécies caracterizam-se como fotoblásticas positivas, pois necessitam da presença de luz para que as sementes germinem, já as fotoblásticas negativas são aquelas sementes que germinam apenas na ausência de luminosidade. Tendo ainda as fotoblásticas neutras que são espécies indiferentes à presença ou ausência de luz (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989).

Compreender como a germinação de uma espécie se distribui ao longo do tempo é de extrema importância, uma vez que estas informações possibilitam inferir o sucesso no estabelecimento desta espécie (RANAL; SANTANA, 2006). Além disso, pesquisas relacionadas ao comportamento germinativo têm se apresentado de forma útil para analisar como os fatores ambientais determinam a distribuição geográfica das espécies (ABREU; GARCIA, 2005; DONOHUE et al., 2010).

### **3.2. Espécies exóticas**

Segundo a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), uma espécie exótica é aquela que se encontra em uma região diferente de sua distribuição natural. Caso esta espécie expanda a sua população e afete a biodiversidade nativa, a mesma será considerada então, como uma espécie exótica invasora (CBD, 2016).

As espécies exóticas podem ser introduzidas voluntariamente, quando ocorre a dispersão intencional de uma espécie numa região diferente de sua distribuição natural, ou de maneira involuntária, quando a mesma acontece acidentalmente. A introdução proposital pode ser realizada por inúmeros motivos que dizem respeito a questões econômicas, sociais e/ou ambientais, como o paisagismo urbano, o controle biológico de pragas, opções de subsistência para famílias de baixa renda, entre outras causas (LEÃO, 2011). Quanto mais a mesma

espécie é utilizada para diferentes finalidades, maior será a sua dispersão e o seu potencial de invasão (ZILLER, 2001).

Inicialmente, a introdução de uma espécie pode significar um acréscimo à biodiversidade da região, contudo, as espécies exóticas invasoras são conhecidas por seus aspectos negativos em relação aos organismos presentes no ambiente invadido (OLIVEIRA; MACHADO, 2009b). Dentre estes aspectos estão, a competição, a predação, a modificação na cadeia alimentar e no ciclo de nutrientes (VITOUSEK, 1990).

Grande parte dos problemas ambientais tem os seus impactos negativos amenizados com o passar do tempo, enquanto que os problemas gerados pelas exóticas invasoras tendem a agravar à medida que estas espécies dão continuidade ao processo de invasão (ZILLER, 2001).

As espécies exóticas invasoras podem ser eficazes na competição por recursos, sendo capazes de ocasionar danos ambientais e econômicos (DAEHLER 2003). Pressupõe-se que aproximadamente 1,4 trilhão de dólares são gastos anualmente devido aos problemas resultantes das bioinvasões, correspondendo a cerca de 5% da economia global (SÃO PAULO, 2010). Também são responsáveis por danos e custos em relação à saúde humana, a partir do contato com patógenos e parasitas exóticos. O parasita *Schistosoma mansoni*, por exemplo, é proveniente da África e da Ásia, o mesmo é responsável por causar a esquistossomose. Acredita-se que no Brasil cerca de 1,5 milhão de pessoas vivam em áreas de risco (BRASIL, 2014; DECHOUM, 2010; PORTAL SAÚDE, 2014).

A quantidade de introduções vem aumentando consideravelmente em decorrência das intervenções antrópicas. Diante desta situação, torna-se necessário medidas que sejam capazes de prevenir ou erradicar estas invasões (OLIVEIRA; PEREIRA, 2010). São consideradas como atividades de prevenção desde a inspeção em fronteiras, até a execução de análises de risco para introduções legais, sendo estas táticas mais eficazes e econômicas (ZILLER; ZALBA; ZENNI, 2007).

Caso a introdução aconteça, a erradicação deve ocorrer antes que a espécie exótica comece a se dispersar e se estabeleça como invasora, sendo que uma vez estabelecida como tal, mecanismos serão aplicados apenas para controle populacional (SAKAI et al., 2001). Informações sobre a biologia reprodutiva de espécies exóticas são relevantes, pois auxiliam no desenvolvimento de medidas

para evitar a propagação de grandes populações já estabelecidas (GOODELL; PARKER; GILBERT, 2000).

Não é possível identificar antecipadamente se uma espécie exótica tem a potencialidade de tornar-se invasora, sendo necessário refazer análises quando houver mudanças ambientais ou climáticas na região em questão. O critério mais importante para inferir o potencial invasor de uma espécie é o seu histórico de invasão em outras localidades. Outras ferramentas podem ser utilizadas, como mapas de similaridade climática e a análise do comportamento da espécie no local da invasão (VALÉRY et al., 2008; ZILLER; ZALBA; ZENNI, 2007).

Acredita-se que regiões com uma biodiversidade menor são mais vulneráveis a invasão devido às funções ecológicas insuficientes que serão supridas pelas exóticas. Além disso, são capazes de se fixar com grande facilidade em ambientes com maior grau de degradação (ZILLER, 2001).

Outro fator é que as espécies exóticas invasoras possuem características que as permitem aumentar a sua potencialidade de invasão, dentre elas, a produção de sementes pequenas e em grande quantidade, com uma dispersão eficaz e longa durabilidade no solo. Sem contar o crescimento rápido, a maturação precoce, fases reprodutivas mais longas e a produção de substâncias alelopáticas (ZILLER, 2001; ZILLER; ZALBA, 2007).

São relatadas graves ocorrências de invasões biológicas no Nordeste brasileiro devido a introduções voluntárias (LEÃO, 2011), como é o caso da algaroba – *Prosopis juliflora* (Sw.) DC, que foi introduzida no Brasil em 1942 através de Serra Talhada, PE com sementes oriundas do Peru (RIBASKI et al., 2009). A partir de plantios e da dispersão natural, esta espécie se expandiu pelo restante dos estados nordestinos (ANDRADE; FABRICANTE; OLIVEIRA, 2010).

Mesmo com estudos sendo realizados, dúvidas básicas ainda persistem como o número exato de espécies exóticas invasoras no país, a diferenciação das espécies exóticas que causam impactos negativos e a intensidade do processo de introdução no país. Dessa forma, sem a realização de medidas eficazes no combate as espécies exóticas, novas espécies terão a chance de ser introduzidas, podendo causar problemas ambientais e a saúde humana, e conseqüentemente, a aumentar os gastos do Poder Público para reparar os danos ocasionados por estas introduções (OLIVEIRA; MACHADO, 2009a).

### **3.3. A Caatinga e o Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF)**

A Caatinga abrange uma área de cerca de 844.453 Km<sup>2</sup> correspondendo a 11% do território nacional. É o principal bioma do Nordeste brasileiro e inclui os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e parte do norte de Minas Gerais (BRASIL, 2017; PRADO, 2003).

O clima semiárido é o que mais representa o Nordeste, correspondendo a cerca de 50% do seu território, sujeitando assim a Caatinga a diversos fatores climáticos críticos como alta taxa de radiação solar, temperaturas médias anuais com valores entre 26°C e 28°C, além de precipitações baixas e irregulares (NIMER, 1989; REIS, 1976).

Dados indicam que até meados de 2010 cerca de 46% de área da caatinga se encontrava desmatada (BRASIL, 2010), o que pode favorecer a invasão e o estabelecimento de exóticas invasoras, uma vez que foram diminuídas as interações competitivas entre as plantas (DAVIS, 2009).

A má distribuição de chuvas ou até mesmo a sua ausência atrelado ao fato de que quase metade da população do semiárido se mantém através da agricultura e da pecuária, torna esta região extremamente vulnerável às secas (CASTRO, 2011). Por esse motivo, o PISF surgiu como uma alternativa para aumentar a disponibilidade hídrica, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico das regiões favorecidas por ele. A obra beneficiará 12 milhões de pessoas presentes em 390 municípios nos estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte (BRASIL, 2016a).

Além disso, o projeto abrange 38 estratégias socioambientais, entre elas o Programa de Conservação de Fauna e Flora com a finalidade de monitorar a diversidade animal e vegetal nas áreas das obras. O Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA) realiza além do monitoramento e estudos de inventário florístico, um programa de recuperação de áreas degradadas (BRASIL, 2016a).

## **4.MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1.Espécies estudadas**

#### **4.1.1.*Calotropis procera***

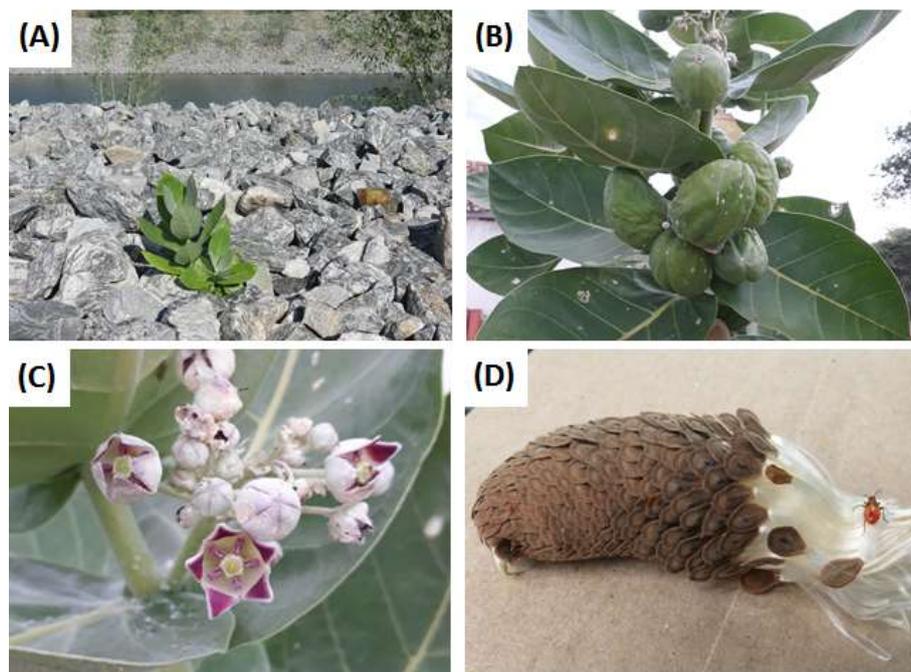
A espécie *Calotropis procera* (Aiton) Dryand. (Apocynaceae) é considerada nativa na África, Madagascar, Península Arábica e Sudoeste da Ásia. Vulgarmente conhecida como flor-de-seda, encontra-se distribuída em vários países, principalmente em locais de climas áridos e semiáridos tropicais (TABATINGA-FILHO; LEAL, 2007; RAHMAN; WILCOCK, 1991). No Brasil a sua introdução ocorreu no início do século XX em Recife, PE para fins ornamentais; hoje a sua distribuição abrange a Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga (I3N, 2016; FLORA DO BRASIL, 2016).

Sua presença é comum no Nordeste, onde os solos degradados e as regiões com baixo índice pluviométrico assemelham-se as condições de seu habitat original (MELO et al., 2001). Além disso, por suportar solos com poucos nutrientes, ácidos e com alta quantidade de alumínio, sendo considerada como um indicador de solo empobrecido devido a capacidade de invadir ambientes com alteração antrópica (ULHÔA; ALMEIDA – CORTEZ; FERNANDES, 2007).

É caracterizada como arbustiva com até de 2,5 m de altura (Figura 1A), mas pode se apresentar como uma árvore, sendo facilmente reconhecida pela presença de latex em todas as partes da planta. Possui caule cilíndrico e lenhoso, e suas folhas são simples e opostas com formato oblongo-obovadas. A inflorescência em cimeira possui flores campânulas com 5 pétalas alvas com máculas vináceas (Figura 1C). Seus frutos são do tipo cápsula (Figura 1B) e inflados com cerca de 370 sementes por fruto, sendo estas sementes (Figura 1D) marrons, obovadas e envoltas por plumagem (FABRICANTE; SIQUEIRA FILHO, 2013; FABRICANTE; OLIVEIRA; SIQUEIRA FILHO, 2013; LITTLE; WOODBURY; WADSWORTH, 1974).

É uma espécie anemocórica que possui não só autocompatibilidade, como autogamia (SILVA et al, 2013; TABATINGA FILHO, 2008). Estes aspectos facilitam o processo de dispersão e de permanência nos ambientes em que está presente. Além disso, é característica pela rebrota vigorosa independente dos períodos de seca (EMPARN, 2004).

Devido ao látex, é considerado impalatável para caprinos e ovinos, o que facilita o seu processo de estabelecimento tornando-a comum em ambientes muito pastoreados (LITTLE; WOODBURY; WADSWORTH, 1974). Além disso, é capaz de produzir substâncias alelopáticas, o que pode garantir lhe vantagem competitiva com outras espécies (AL-ZAHRANI; AL-ROBAI, 2007).



**Figura 1:** (A) Indivíduo de *Calotropis procera* em um canal do PISF, (B) Frutos da espécie, (C) Ramo florífero e (D) Sementes. (Fotos: P. M. Ferreira, 2015; G.M.S. Oliveira, 2016).

#### 4.1.2. *Nicotiana glauca*

A espécie *Nicotiana glauca* Graham (Solanaceae) é considerada nativa na Argentina, Bolívia e Paraguai e está presente em regiões áridas e semiáridas de diferentes partes da terra (SANZ-ELORZA; DANA; SOBRINO, 2004; I3N, 2016). No Brasil distribui-se na Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (FLORA DO BRASIL, 2016).

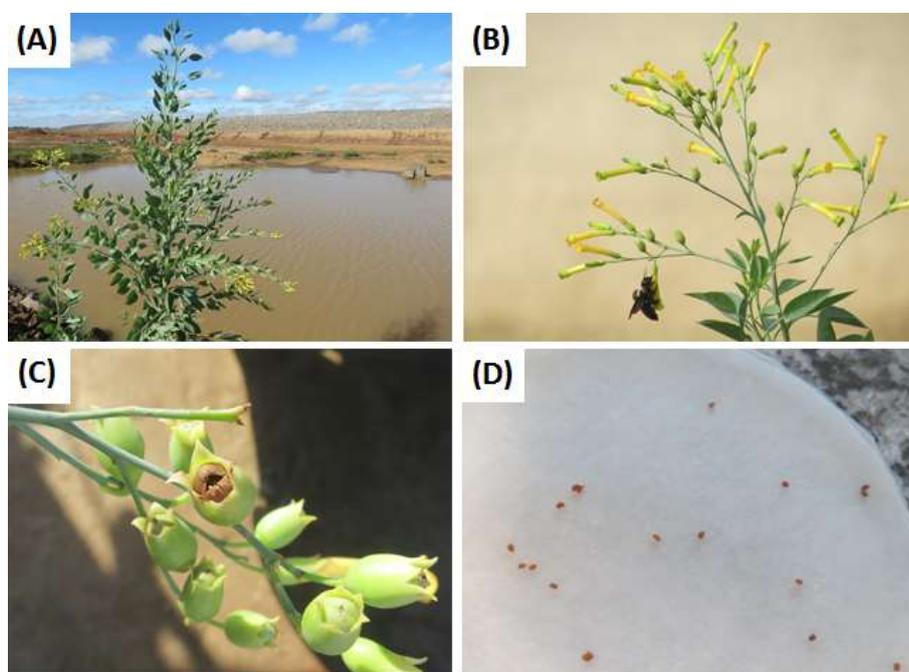
É caracterizada como uma exótica invasora em outros países como Croácia (BOGDANOVIC et al., 2006), Estados Unidos (BURGESS; BOWERS; TURNER, 1991), México (DIAZ; LEÓN, 2008), Espanha (SANZ-ELORZA; DANA; SOBRINO, 2004) e Austrália (FLORENTINE; WESTBROOKE, 2005).

É um arbusto que pode atingir até 2m de altura, com caule ereto e sublenhoso (Figura 2A). Possui inflorescência do tipo panícula, sendo suas flores tubulares (Figura 2B). Seus frutos são do tipo cápsula (Figura 2C) podendo acomodar até 640 sementes por fruto, sendo estas sementes (Figura 2D) oblongo-elípticas e marrons (FABRICANTE et al, 2013; MARCHIORETTO; SCHNORR, 2014; VIGNOLI-SILVA; MENTZ, 2005).

É principalmente disseminada pela água (FLORENTINE; WESTBROOKE, 2005), mas também pode ser dispersa pelo vento (FABRICANTE et al, 2013). É polinizada exclusivamente por beija-flores (NATTERO; COCUCCI, 2007), entretanto,

pode realizar a autofecundação quando não existem polinizadores na sua área de ocorrência (OLLERTON et al., 2012). De acordo com Nattero, Sérsic e Cocucci (2011), esta espécie floresce de setembro a abril.

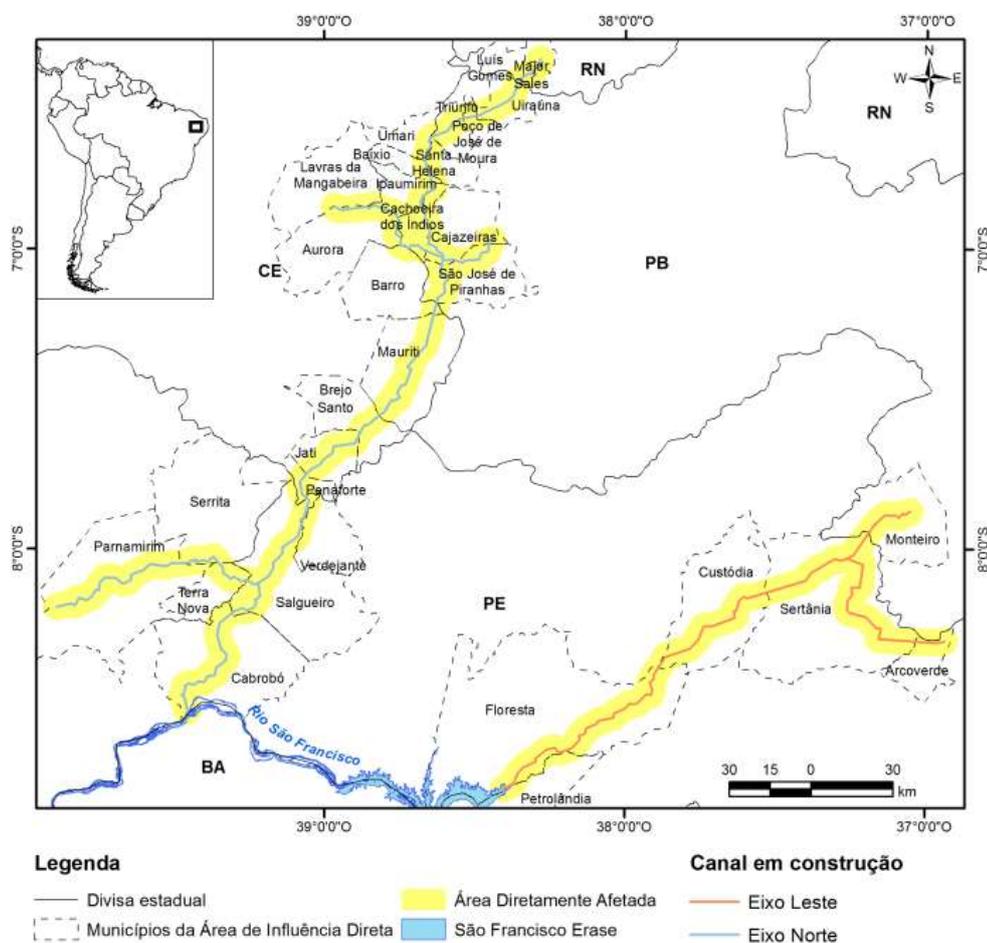
Devido ao seu tamanho e a disposição de suas folhas, é notório que a mesma não demonstra competir com as espécies nativas por luminosidade. Contudo, sua alta taxa de transpiração resulta em competição por recursos hídricos nos ambientes em que está presente (SANZ-ELORZA; DANA; SOBRINO, 2004). Além disso, é caracterizada como tóxica por matar animais que a ingeriram (STEENKAMP; VAN HEERDEN; VAN WYK, 2002), tornando-a um problema nos locais em que se encontra.



**Figura 2:** (A) Indivíduo de *Nicotiana glauca* em um canal do PISF, (B) Ramo florífero, (C) Frutos e (D) Sementes. (Fotos: P. M. Ferreira, 2015).

#### 4.2. Locais de coleta e beneficiamento

A coleta de sementes foi realizada no período de setembro a outubro de 2015, em torno dos eixos Norte e Leste do PISF (área amarela da Figura 3) de forma aleatória de acordo com a disponibilidade de sementes maduras para a germinação. As sementes permaneceram armazenadas, por até um ano, à 5°C até a execução do experimento.



**Figura 3:** Locais de coleta das sementes de *Calotropis procera* e *Nicotiana glauca* (Fonte: NEMA, 2016).

Após a coleta, as sementes foram destinadas ao NEMA/UNIVASF e passaram pelo processo de beneficiamento cujo intuito é a homogeneização de um lote a partir da retirada de materiais considerados indesejáveis, como por exemplo, sementes imaturas ou rachadas, sementes de outras espécies e fragmentos de plantas.

#### 4.3. Testes de germinação

Todos os testes de germinação foram realizados nos Laboratórios de Ecologia do NEMA/UNIVASF e de Plantas Ornamentais do Vale do São Francisco (POVASF/UNIVASF) no período de março a novembro de 2016.

Para a assepsia, as sementes foram imersas em solução de hipoclorito de sódio (3%) por, no máximo, 3 minutos e, posteriormente, submetidas à lavagem em água corrente seguida de secagem à sombra. As sementes foram colocadas para germinar em placas de Petri de 5 e 9 cm de diâmetro forradas com papel filtro, e

umedecidas com água destilada quando necessário. Todos os tratamentos foram realizados em estufas climatizadas do tipo BOD (Biochemical Oxygen Demand).

#### 4.4. Tratamentos de temperatura e luz

Os testes de germinação foram realizados conforme o delineamento inteiramente casualizado – DIC (RANAL; SANTANA, 2004), em esquema fatorial 2 x 5, sendo duas condições de luminosidade (fotoperíodo de 12 h com e ausência de luz) e cinco regimes de temperaturas, dos quais três foram constantes (25, 30 e 35°C) e dois alternados (25/30 e 30/35°C), resultando em 10 tratamentos com 10 repetições de 25 sementes para cada um deles. Nos tratamentos de temperaturas alternadas com fotoperíodo de 12 h, as temperaturas maiores representaram o período de exposição à luz. As sementes colocadas para germinar no escuro tiveram as suas placas de Petri cobertas com papel alumínio e foram observadas em uma câmara escura, sob luz verde de segurança, pois o seu comprimento de onda não estimula a germinação das sementes (SOUZA; PEREIRA, 1992).

#### 4.5. Parâmetros de germinação e análises estatísticas

O acompanhamento das avaliações foi realizado diariamente até 30 dias após a semeadura, com a contagem e a retirada das sementes germinadas, que foram assim consideradas quando apresentassem radícula com 2 mm de comprimento. Após a finalização da observação foram calculados a porcentagem de germinação (germinabilidade) e o tempo médio de germinação (TMG, dias):

$$TMG = \frac{\sum ni \cdot ti}{\sum ti}$$

Onde  $t_i$  é o período desde o início do experimento até a  $n$ -ésima observação (dias) e  $n_i$  é o número de sementes germinadas no tempo ' $i$ '. O índice de velocidade de germinação (IVG) foi calculado conforme a fórmula de Maguire (1962):

$$IVG = \sum (ni/ti)$$

Onde  $n_i$  é o número de sementes que germinaram no tempo ' $i$ ', e  $t_i$  é o tempo após a semeadura. E o índice de sincronização (E):

$$E = - \sum fi \cdot \log_2 fi$$

Sendo  $f_i$  a freqüência relativa da germinação (RANAL; SANTANA, 2006).

A normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias foram avaliadas através dos testes Shapiro-Wilk e Cochran, respectivamente (ZAR, 1999). Os índices foram testados através da análise de variância (ANOVA) bifatorial, seguidos do teste de Tukey (SANTANA; RANAL, 2004). Realizou-se a transformação logarítmica para os dados do índice de velocidade de germinação da *Calotropis procera*, uma vez que seus dados apresentaram uma distribuição não-normal e não-homogênea (GOTELLI; ELLISON, 2011). Quando as premissas da normalidade e homogeneidade de variância não foram atendidas, analisou-se os efeitos de temperatura pelo teste de Kruskal-Wallis seguido do teste de Newman-Keuls, e o efeito da luz e da escuridão para cada temperatura pelo Teste de Mann-Whitney (ZAR, 1999).

Os dados dos índices com germinabilidade inferior a 5% foram retirados das análises estatísticas devido ao número reduzido de sementes germinadas que pode influenciar os resultados dos parâmetros analisados, como é o caso da temperatura de 35°C submetida a ausência de luz para a *Nicotiana glauca* (MEIADO et al., 2010). Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa ASSISTAT versão 7.3, com índice de significância igual a 0,05.

#### 4.6. Testes estatísticos

Como a análise de variância (ANOVA) possui algumas restrições para a sua aplicação, nem todos os dados puderam ser avaliados por ela. A tabela a seguir (Tabela 1) tem o objetivo de facilitar a compreensão dos testes que foram aplicados em cada parâmetro.

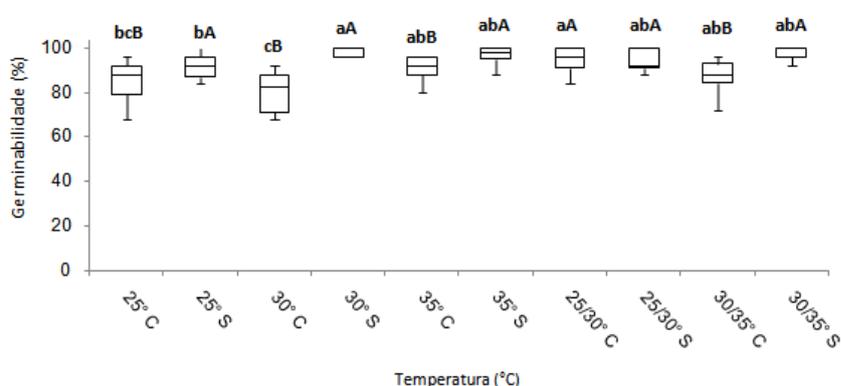
**Tabela 1:** Testes estatísticos aplicados para cada parâmetro em *Calotropis procera* e *Nicotiana glauca*.

	<i>Calotropis procera</i>	<i>Nicotiana glauca</i>
	Testes	
Porcentagem	ANOVA bifatorial	Kruskal-Wallis e Mann-Whitney
Índice de velocidade de germinação	ANOVA bifatorial (Transformação logarítmica)	ANOVA bifatorial
Tempo médio de germinação	Kruskal-Wallis e Mann-Whitney	Kruskal-Wallis e Mann-Whitney
Índice de sincronização	ANOVA bifatorial	Kruskal-Wallis e Mann-Whitney

## 5.RESULTADOS

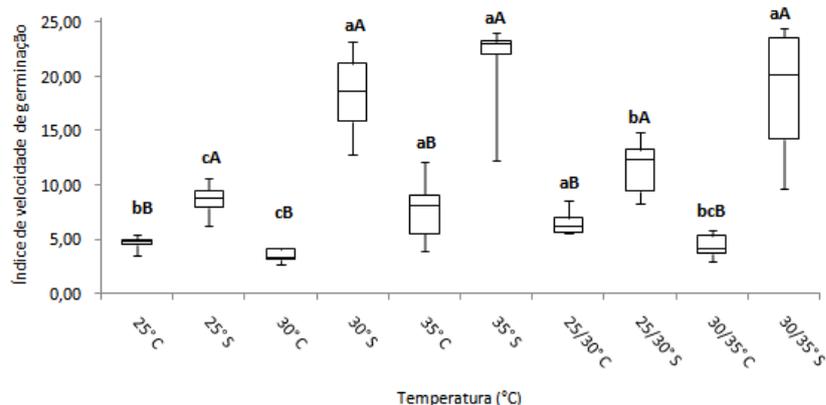
### 5.1. *Calotropis procera*

Em relação a porcentagem, constatou-se diferença significativa não só para as temperaturas utilizadas e para as condições de luminosidade, mas também para a interação significativa entre os dois fatores ( $gl = 4$ ;  $F = 7.1698$ ;  $p < 0.01$ ). Na germinação com fotoperíodo diário de 12 h, a temperatura alternada de 25/30°C ( $94,4 \pm 5,12\%$ ) apresentou estatisticamente porcentagem superior em relação às outras quatro, enquanto que na condição de ausência de luminosidade a de 30°C ( $98,8 \pm 1,83\%$ ) obteve estatisticamente uma maior porcentagem de germinação. Apesar de exibir uma alta porcentagem de germinação em ambos os tratamentos de luz, as sementes sujeitas a sua ausência apresentaram, no geral, uma germinabilidade superior aquelas expostas ao fotoperíodo de 12 h (Figura 4). Todos os tratamentos começaram a germinar entre o 1º e o 2º dia após o início do experimento.



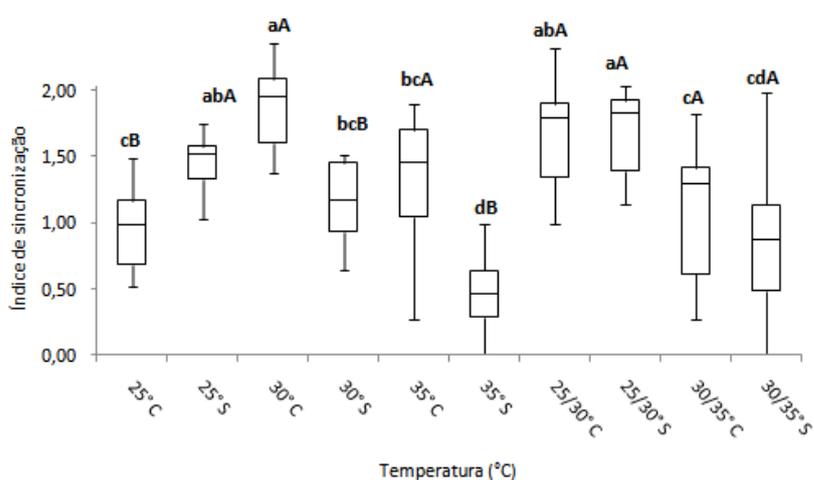
**Figura 4:** Germinabilidade (média  $\pm$  desvio padrão) de sementes de *Calotropis procera* submetidas a diferentes tratamentos de temperaturas, com luz (C) e sem luz (S). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam as condições de luminosidade, enquanto que as minúsculas comparam os regimes de temperatura.

Verificou-se diferença significativa da luz e da temperatura no índice de velocidade de germinação, sendo a interação entre esses dois fatores também significativa ( $gl = 4$ ;  $F = 22.1568$ ;  $p < 0.01$ ). Os resultados das temperaturas de 30°C ( $18,48 \pm 3,39$ ), 35°C ( $21,65 \pm 3,37$ ) e 30/35°C ( $18,51 \pm 5,35$ ) submetidas a ausência de luz apresentaram os maiores resultados quando comparados aos tratamentos de 25°C e 25/30°C na ausência de luz e todos os regimes de temperatura na presença (Figura 5).



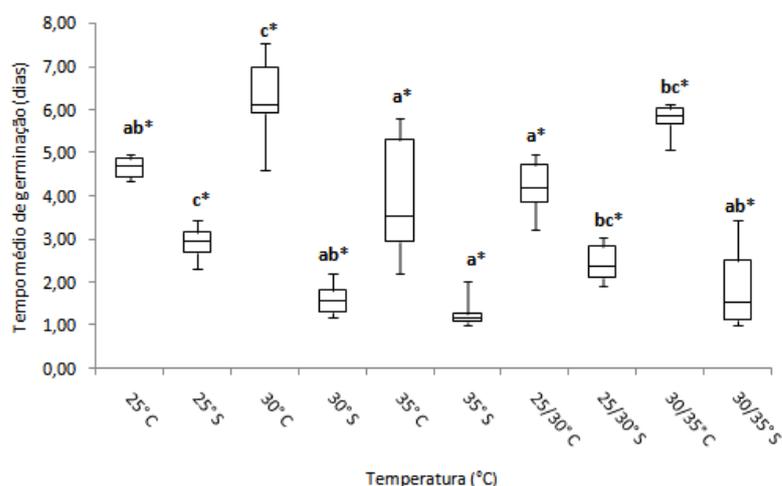
**Figura 5:** Índice de velocidade de germinação (média  $\pm$  desvio padrão) de sementes de *Calotropis procera* submetidas a diferentes tratamentos de temperaturas, com luz (C) e sem luz (S). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam as condições de luminosidade, enquanto que as minúsculas comparam os regimes de temperatura.

Para o índice de sincronização (Figura 6), o comportamento germinativo das sementes foi similar aos parâmetros anteriores, com uma diferença significativa nos tratamentos de temperatura e de luz e na interação entre esses dois fatores ( $gl = 4$ ;  $F = 9.1932$ ;  $p < 0.01$ ). As sementes submetidas a temperatura de 35°C no escuro obtiveram a germinação mais sincronizada ( $0,49 \pm 0,27$ ).



**Figura 6:** Índice de sincronização (média  $\pm$  desvio padrão) de sementes de *Calotropis procera* submetidas a diferentes tratamentos de temperaturas, com luz (C) e sem luz (S). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam as condições de luminosidade, enquanto que as minúsculas comparam os regimes de temperatura.

Como o tempo médio de germinação foi testado por métodos não paramétricos, não foi possível analisar a interação entre os fatores (Figura 7). Entretanto, através do teste de Mann-Whitney e Kruskal-Wallis observou-se respectivamente, que a germinação é mais rápida na ausência de luz e que a temperatura de 35°C apresentou o menor tempo médio ( $1,25 \pm 0,28$  dias).

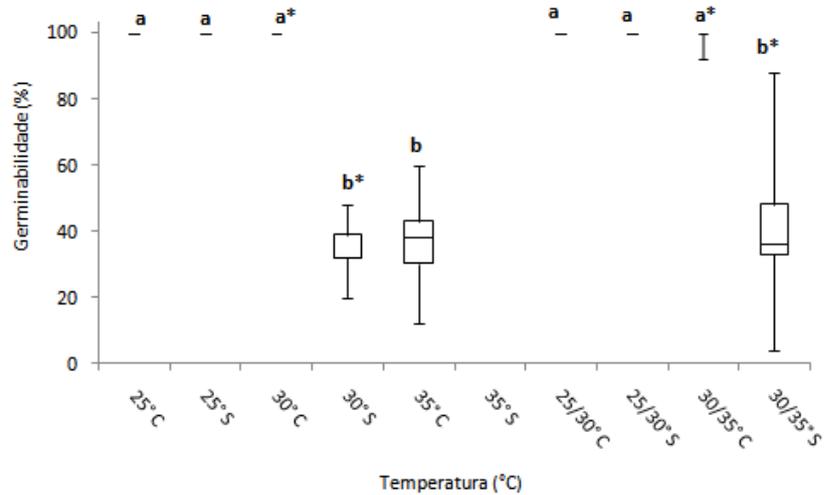


**Figura 7:** Tempo médio de germinação (média  $\pm$  desvio padrão) de sementes de *Calotropis procera* submetidas a diferentes tratamentos de temperaturas, com luz (C) e sem luz (S). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Newman-Keuls, a 5% de probabilidade. \* Indica diferenças significativas pelo teste de Mann-Whitney entre a presença e ausência para cada temperatura.

## 5.2. *Nicotiana glauca*

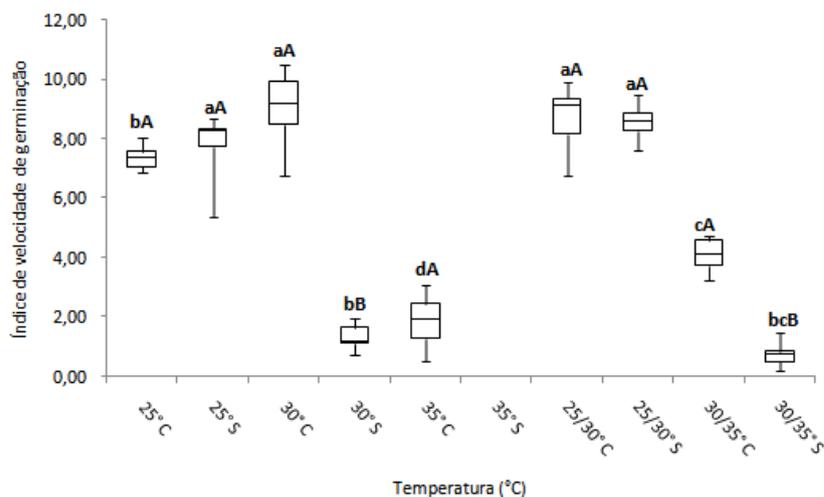
Em relação a germinabilidade, a espécie *Nicotiana glauca* apresentou comportamentos distintos diante dos tratamentos de temperatura. Enquanto que para as temperaturas de 25°C ( $100,00 \pm 0,0\%$ ) e 25/30°C ( $100,00 \pm 0,0\%$ ) os resultados da germinação foram semelhantes para as duas condições de luz, para as de 30°C ( $100,00 \pm 0,0\%$ ), 35°C ( $37,2 \pm 15,08\%$ ) e 30/35°C ( $99,2 \pm 2,40\%$ ) exibiu-se um fotoblastismo positivo preferencial, já que houve uma redução na porcentagem da germinação na ausência de luminosidade.

Dentre as temperaturas submetidas ao fotoperíodo de 12 h, apenas a de 35°C apresentou um resultado inferior, sendo o mesmo menor que 40% (Figura 8). Todos os tratamentos começaram a germinar entre o 2º e o 3º dia após o início do experimento, exceto no de 30/35°C na ausência de luz que iniciou-se no 5º dia.



**Figura 8:** Germinabilidade (média  $\pm$  desvio padrão) de sementes de *Nicotiana glauca* submetidas a diferentes tratamentos de temperaturas, com luz (C) e sem luz (S). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Newman-Keuls, a 5% de probabilidade. \* Indica diferenças significativas pelo teste de Mann-Whitney entre a presença e ausência para cada temperatura.

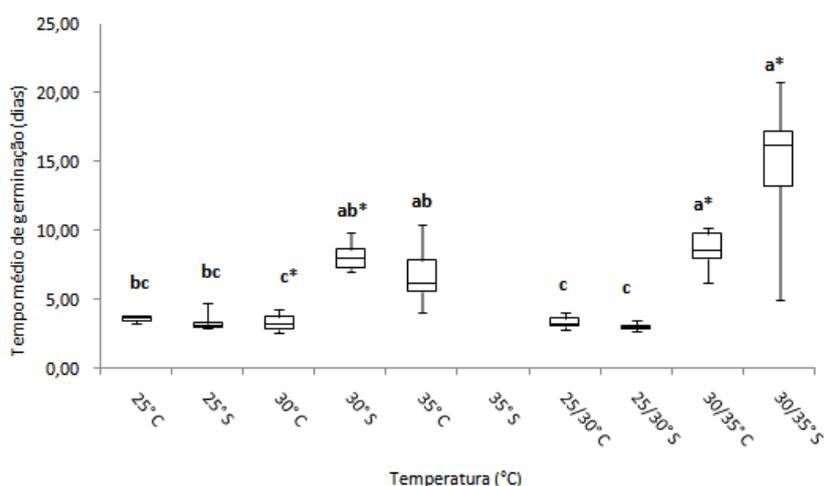
No que se refere ao índice de velocidade de germinação, constatou-se diferença significativa não só para as temperaturas utilizadas e para as condições de luminosidade, mas também, para a interação significativa entre os fatores analisados ( $gl = 4$ ;  $F = 97.6389$ ;  $p < 0.01$ ). As temperaturas de 25°C ( $7,78 \pm 1,04$ ), para ausência de luz, de 30°C ( $9,03 \pm 1,11$ ), para o fotoperíodo de 12 h, e de 25/30°C ( $8,80 \pm 0,95$  e  $8,56 \pm 0,51$ ), para as duas condições de luminosidade, apresentaram estatisticamente os maiores resultados (Figura 9).



**Figura 9:** Índice de velocidade de germinação (média  $\pm$  desvio padrão) de sementes de

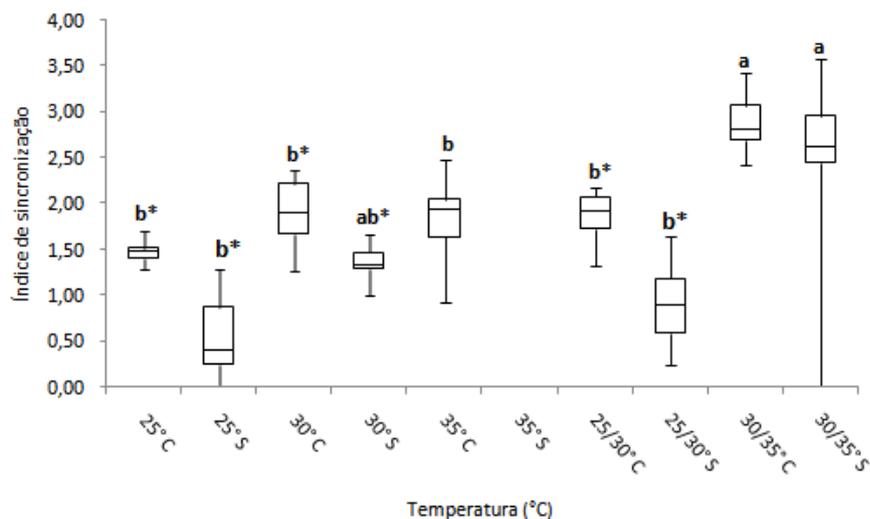
*Nicotiana glauca* submetidas a diferentes tratamentos de temperaturas, com luz (C) e sem luz (S). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam as condições de luminosidade, enquanto que as minúsculas comparam os regimes de temperatura.

Em relação ao tempo médio de germinação, as temperaturas de 25°C, 30°C e 25/30°C apresentaram os menores resultados, indicando que nestas temperaturas, a germinação ocorre de maneira mais rápida (Figura 10). Contudo, enquanto que as de 25°C e 25/30°C se comportam da mesma forma tanto para a presença (3,58 ± 0,16 dias e 3,30 ± 0,38 dias, respectivamente), como para a ausência de luz (3,34 ± 0,61 dias e 3,02 ± 0,19 dias, respectivamente), a de 30°C exibiu resultados superiores apenas para a presença (3,31 ± 0,58 dias).



**Figura 10:** Tempo médio de germinação (média ± desvio padrão) de sementes de *Nicotiana glauca* submetidas a diferentes tratamentos de temperaturas, com luz (C) e sem luz (S). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Newman-Keuls, a 5% de probabilidade. \* Indica diferenças significativas pelo teste de Mann-Whitney entre a presença e ausência para cada temperatura.

O índice de sincronização exibiu resultados semelhantes ao parâmetro anterior, tendo as temperaturas de 25° (1,47 ± 0,11 e 0,55 ± 0,56, respectivamente), de 25/30°C (1,87 ± 0,26 e 0,90 ± 0,45, respectivamente) e a de 30°C (1,90 ± 0,33 e 1,35 ± 0,18, respectivamente) as germinações mais sincronizadas não só para a presença de luz, como para sua ausência. Contudo, os resultados foram menores para as sementes submetidas a ausência de luminosidade (Figura 11).



**Figura 11:** Índice de sincronização (média  $\pm$  desvio padrão) de sementes de *Nicotiana glauca* submetidas a diferentes tratamentos de temperaturas, com luz (C) e sem luz (S). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Newman-Keuls, a 5% de probabilidade. \* Indica diferenças significativas pelo teste de Mann-Whitney entre a presença e ausência para cada temperatura.

## 6.DISSCUSSÃO

A espécie *Calotropis procera* pode ser classificada como fotoblástica neutra, uma vez que responde positivamente tanto ao estímulo luminoso, como a sua ausência. Contudo, os resultados observados neste estudo indicam que na ausência de luz a germinação das sementes é favorecida resultando em uma maior quantidade de sementes germinadas, de forma mais sincronizada e em menor período de tempo (SANTANA; RANAL, 2000).

Estes resultados são semelhantes aos dados obtidos por Leal et al. (2013) ao analisar a resposta germinativa das sementes de *C. procera* provenientes de dois ecossistemas brasileiros. Em relação a temperatura, Menge, Bellairs e Lawes (2016) e Sen (1968) corroboraram com esta análise ao considerar a temperatura constante de 30°C como ideal para a sua germinação.

A espécie em questão apresenta características responsáveis por ampliar a sua potencialidade de invasão (ZILLER, 2001). Num estudo feito por Fabricante, Oliveira, Siqueira Filho (2013), observou-se que a mesma produz uma grande quantidade de sementes de fácil dispersão (média de 92 frutos por planta, com cerca de 370 sementes por fruto), além de maturação precoce.

Além disso, a sua capacidade de florescer e frutificar por todo o ano, garante a produção de inúmeras sementes ao longo de sua vida (OLIVEIRA et al., 2009). Plantas com floração e frutificação em sincronia possuem vantagens não só na

atração de polinizadores, mas também, na dispersão de sementes (BAZZAZ; PICKETT, 1980).

Nas áreas do PISF foi possível observar a ocupação da *Calotropis procera*, principalmente no Eixo Norte da obra, que até o início de 2016 estava presente nos municípios de Brejo Santo-CE, Cabrobó-PE, Cajazeiras-PB, Jati-CE, Mauriti-CE, Penaforte-CE e Salgueiro-PE (NEMA, 2016).

No caso da *Nicotiana glauca*, os resultados demonstram que a mesma pode ser também classificada como fotoblástica neutra, e que as temperaturas ideais para a sua germinação encontram-se entre 25°C e 30°C. Contudo, a partir da temperatura de 30°C a germinação das sementes é prejudicada pela ausência de luminosidade.

Florentine et al. (2016) obteve resultados similares ao constatar que a temperatura alternada 20/30°C demonstrou ser a ideal para a sua germinação. Em outro trabalho realizado apenas com temperaturas constantes (FLORENTINE et al., 2006), também obteve resultados positivos para as temperaturas entre 21°C e 30°C, ocorrendo uma diminuição da germinabilidade para temperatura igual ou superior a 35°C.

Mesmo com uma germinação de 37%, por sua característica de produção acentuada de flores e frutos, esse valor pode representar uma grande capacidade de recrutamento (FABRICANTE et al., 2015).

A tendência de germinar sob diferentes condições ambientais, pode permitir a planta uma maior adaptabilidade a diversos habitats (SCALON et al, 2003), o que no caso das exóticas, possibilita um aumento da sua capacidade de invasão.

Isto explica a ocorrência da *C. procera* em 22 estados brasileiros. Apesar de ter registro por quase todo o país, a sua maior distribuição concentra-se no Nordeste (CRIA, 2016; FLORA DO BRASIL, 2016). Da mesma forma, a *N. glauca* também tem uma grande distribuição ocorrendo em pelo menos 19 estados (CRIA, 2016; FLORA DO BRASIL, 2016). Por criar populações adensadas em algumas áreas degradadas do PISF, como em Floresta-PE (NEMA, 2016), acaba por dificultar a regeneração natural através do estabelecimento de espécies nativas.

A influência que a luz exerceu nos parâmetros analisados pode estar relacionada com a germinação destas espécies em áreas distintas, uma vez que a associação entre a germinação e a luminosidade corresponde a um aspecto ecofisiológico da planta. Este fato tem uma relação com o estágio sucessional em que as espécies se encontram no ambiente (DIAS; KAGEYAMA; ISSIKI, 1992).

Sementes capazes de germinar tanto na presença, como na ausência de luz são características de espécies tropicais que germinam não só em áreas abertas, mas também, no sub-bosque de florestas (SEGHESE et al, 1992).

A retirada da vegetação, como as áreas desmatadas em torno do PISF, modifica o solo trazendo sementes à superfície, e além disso, permite que uma maior incidência de raios solares atinja o solo. Estes fatores agindo de forma isolada ou em conjunto contribuem para a germinação de sementes de plantas pioneiras (BAZZAZ; PICKETT, 1980), que são aquelas espécies que dão início a sucessão, estando as suas sementes sujeitas as flutuações de luminosidade, e conseqüentemente de temperatura, uma vez que ocupam áreas abertas (SWAINE; WHITMORE, 1988). Além disso, apresentam como característica uma produção numerosa de sementes, com pouco endosperma, dispersão abiótica ou por vertebrados generalistas, além de um ciclo de vida curto (MELO et al.; 2004).

Ambas as espécies analisadas apresentam características de pioneiras, o que pode beneficiar cada vez mais o seu estabelecimento em áreas degradadas e, conseqüentemente, prejudicar o crescimento de espécies nativas, uma vez que as duas produzem substâncias alelopáticas (AL-ZHRANI; AL-ROBAI, 2007; FABRICANTE et al, 2015; FLORENTINE; WESTBROOKE, 2005). A habilidade da *C. procera* de dificultar o processo de estabelecimento de nativas em sua proximidade foi observada em Mauriti – CE, onde apenas três espécies (*Ipomoea asarifolia*, *Jacquemontia sphaerostigma* e *Turnera subulata*) ocorriam juntamente com ela (FABRICANTE et al., 2013).

A estratégia de sincronizar a germinação, bem como a de reduzir o tempo médio de germinação pode estar relacionado com a rápida colonização no ambiente (BORGHETTI; FERREIRA, 2004). Seguindo a classificação de Ferreira et al. (2001), a germinação das duas espécies em estudo podem ser consideradas de rápida a intermediária dependendo do tratamento. Esse mecanismo serve justamente para que as espécies se estabeleçam quando as condições ambientais estiverem mais favoráveis para o seu desenvolvimento (RODRIGUES et al., 2007)

De acordo com Fabricante et al. (2015), é preciso, principalmente, implantar medidas de remoção de qualquer fragmento preso aos transportes que transitam na região da obra procurando minimizar a propagação dessas espécies, uma vez que as suas sementes parecem ser dispersadas com facilidade através dos maquinários utilizados no PISF. Infelizmente, nem todos os métodos de controle podem ser

aplicados de forma generalizada, sendo necessário uma análise inicial de qual método utilizar, já que cada planta possui suas particularidades (ZILLER; ZALBA; ZENNI, 2007).

No caso da *N. glauca*, uma medida que pode ser utilizada em situações de urgência é a retirada seguida do soterramento, uma vez que observou-se uma diminuição da germinabilidade nas sementes submetidas a ausência de luz em temperaturas acima de 30°C, sendo que na Caatinga a temperatura do solo pode chegar facilmente a 30-40°C (ALVES et al, 2006). Diferentemente da *C. procera* que obteve uma germinabilidade alta em todos os tratamentos, principalmente no escuro.

Os aspectos fisiológicos das sementes costumam retratar o ambiente em que a espécie ocorre (VÁZQUEZ-YANES; OROZCO-SEGOVIA, 1994). Isto explica como as espécies em questão apresentaram um comportamento germinativo positivo nas condições analisadas, uma vez que são provenientes de regiões áridas e semiáridas (RAHMAN; WILCOCK, 1991; SANZ-ELORZA; DANA; SOBRINO, 2004).

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tanto a temperatura, como a luz foram fatores importantes que influenciaram os parâmetros avaliados, modificando não só a germinabilidade, como também, a velocidade e o sincronismo da germinação das sementes.

Ambas as espécies são classificadas como fotoblásticas neutras. Entretanto, enquanto que as temperaturas ideais para a germinação de *C. procera* estão entre 30°C e 35°C na ausência total de luz, as de *N. glauca* encontram-se entre 25°C e 30°C na presença.

Apesar de não acarretar ainda graves problemas ambientais nas áreas do PISF, as duas espécies merecem atenção pelo seu potencial invasor, uma vez que respondem positivamente as condições ambientais presentes na Caatinga.

## 8.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M.E.P.; GARCIA, Q.S. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de *Xyris* L. (Xyridaceae) ocorrentes na Serra do Cipó, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, p. 149-154, 2005.

ALVES, A.R.; SOUTO, J.S.; SOUTO, P.C; HOLANDA, A.C. Aporte e decomposição de serrapilheira em área de Caatinga, na Paraíba. *Revista de biologia e ciências da terra*, 2006.

AL-ZAHRANI, H.S.; AL-ROBAI, S.A. Allelopathic effect of *Calotropis procera* leaves extract on seed germination of some plants. **Journal of King Abdulaziz University-Science**, jan. 2007.

ANDRADE, A. C. S. Efeito da luz e da temperatura na germinação de *Leandra breviflora* Cogn., *Tibouchina benthamiana* Cogn., *Tibouchina grandiflora* Cogn. e *Tibouchina moricandiana* (DC.) Baill. (Melastomataceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 17, n. 1, p. 29-35, 1995.

ANDRADE, L.A.; FABRICANTE, J.R.; OLIVEIRA, F.X. Impactos da invasão de *Prosopis juliflora* (sw.) DC. (Fabaceae) sobre o estrato arbustivo arbóreo em áreas de Caatinga no Estado da Paraíba Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, p. 240-255, 2010.

BAZZAZ, F.A.; PICKETT, S.T.A. Physiological ecology of tropical succession: a comparative review. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v.11, p.287-310, 1980.

BOGDANOVIC, S.; MITIC, B.; RUSCIC, M.; DOLINA, K. *Nicotiana glauca* Graham (Solanaceae), a new invasive plant in Croatia. **Acta Botanica Croatica**, vol. 65, n. 2, p. 203–209, abr. 2006.

BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 209-222.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais**. Brasília-DF, 2013. 98p.

BRASIL. Ministério da Integração. **Água para 12 milhões de pessoas**. Disponível em <<http://www.mi.gov.br/web/projeto-sao-francisco/agua-para-12-milhoes-de-pessoas>> Acesso em 28 de jul. 2016a.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Caatinga**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>> Acesso em: 05 de fev. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Espécies Exóticas Invasoras**. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biosseguranca/especies-exoticas-invasoras>> Acesso em 09 de dez. 2016b.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Espécies exóticas invasoras: situação brasileira**. Brasília, DF, 2006. 24p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância da Esquistossomose Mansonii**: diretrizes técnicas. Brasília, DF, 2014. 146p.

BRASIL. Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite. Acordo de cooperação técnica MMA/IBAMA. Monitoramento do Bioma Caatinga, 2002 a 2008. 58p, 2010.

BURGESS, T.L.; BOWERS, J.E.; TURNER, R.M. Exotic plants at the desert laboratory, Tucson, Arizona. **Madroño**, vol. 38, n. 2, p. 96-114, 1991.

CASTRO, C.N. Transposição do Rio São Francisco: análise de oportunidade do projeto. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**, Rio de Janeiro, 2011.

CEBALLOS, G.; EHRlich, P.R.; BARNOSKY, A.D.; GARCIA, A.; PRINGLE, R.M.; PALMER, T.M. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. **Science Advances**, vol. 1, n.5, 2015.

CRIA - CENTRO DE REFERÊNCIA EM INFORMAÇÃO AMBIENTAL. **SpeciesLink**. Disponível em < <http://splink.cria.org.br/>>. Acesso em 10 jul. 2016.

CBD - CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. **COP 6 Decision VI/23**. Disponível em < <https://www.cbd.int/decision/cop/default.shtml?id=7197>>. Acesso em: 16 jan. 2016.

DAEHLER, C.C. Performance comparisons of co-occurring native and alien invasive plants: Implications for Conservation and Restoration. **Annual Reviews**, p. 183-211, 2003.

DAVIS, M. A. Invasion Biology. Oxford University Press, Oxford, UK, 2009. 288 p.

DECHOUM, M. de S. **Espécies exóticas invasoras: o contexto internacional e a construção de políticas públicas e de estratégias nacionais**. In: Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Cadernos da Mata Ciliar: espécies exóticas invasoras**. São Paulo, 2010. p. 4-11.

DIAS, L. A. S.; KAGEYAMA, P. Y.; ISSIKI, K. Qualidade de luz e germinação de sementes de espécies arbóreas tropicais. **Acta Amazonica**, v. 22, n. 1, p. 79-84, 1992.

DÍAZ, G.M.; LEON, J.J. **Composición florística em los huertos de Nogal pacanero em México**. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 1 ed. México, 2008. p. 182.

DONOHUE, K.; CASAS, R.R.; BURGHARDT, L.; KOVAC, H.K.; WILLIS, C.G. Germination, post germination adaptation and species ecological ranges. **Annu Rev Ecol Evol Syst**, p.293-319, 2010.

EMPARN - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE. **Armazenamento de forragens para a agricultura familiar**. Natal-RN, 2004.

FABRICANTE, J.R.; CASTRO, R.A.; ARAUJO, K.C.T; SIQUEIRA FILHO, J.A. Atributos ecológicos da bioinvasora *Nicotiana glauca* graham (Solanaceae) e avaliação da susceptibilidade de sua ocorrência no Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 4, p. 959-967, 2015.

\_\_\_\_\_. 2013. Plantas exóticas e exóticas invasoras da Caatinga: *Nicotiana glauca* Graham. Disponível em: <http://jrfabricante.wix.com/invasoras>. Acesso em: 12 abr. 2017.

FABRICANTE, J.R.; OLIVEIRA, M.N.A.; SIQUEIRA FILHO, J.A. Aspectos da ecologia de *Calotropis procera* (Apocynaceae) em uma área de Caatinga alterada pelas obras do Projeto de Integração do Rio São Francisco em Mauriti, CE. *Rodriguésia*, p. 647-654, 2013.

FABRICANTE, J.R.; SIQUEIRA FILHO, J.A. **Plantas exóticas e exóticas invasoras da Caatinga: *Calotropis procera* (Aiton) W.T.Aiton**, 2013. Disponível em <<http://jrfabricante.wixsite.com/invasoras/calotropis-procera>>. Acesso em: 28 jul. 2016.

\_\_\_\_\_. Plantas exóticas e invasoras das caatingas do Rio São Francisco. In: SIQUEIRA FILHO, J.A. (Org.). **Flora das Caatingas do Rio São Francisco: História Natural e Conservação**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio Editorial, 2012. p. 366-393.

FERREIRA, A.G.; CASSOL, B.; ROSA, S.G.T.; SILVEIRA, T.S.; STIVAL, A.L.; SILVA, A.A. Germinação de sementes de Asteraceae nativas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, p. 231-242, 2001.

FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 08 de jan. 2016.

FLORENTINE, S.K.; WELLER, S.; GRAZ, P.F.; WESTBROOKE, M.; FLORENTINE, A.; JAVAID, M.; FERNANDO, N.; CHAUHAN, B.S.; DOWLING, K. Influence of selected environmental factors on seed germination and seedling survival of the arid zone invasive species tobacco bush (*Nicotiana glauca* R. Graham). **The Rangeland Journal**, p. 417-425, 2016.

FLORENTINE, S.K.; WESTBROOKE, M.E. Invasion of the noxious weed *Nicotiana glauca* R. Graham after an episodic flooding event in the arid zone of Australia. **Journal of Arid Environments**, v. 60, p. 531–545, jan. 2005.

FLORENTINE, S.K.; WESTBROOKE, M.E.; GOSNEY, K.; AMBROSE, G.; O'KEEFE, M. The arid land invasive weed *Nicotiana glauca* R. Graham (Solanaceae): Population and soil seed bank dynamics, seed germination patterns and seedling response to flood and drought. **Journal of Arid Environments**, p. 218–230, 2006.

FLORIANO, E.P. Germinação e dormência de sementes florestais. **Santa Rosa: ANORGS**, 2004. Caderno didático nº2, 19. p.

GOODELL, K.; PARKER, I.M.; GILBERT, G.S. Biological impacts of species invasions: implications for policy makers. In: CASWELL, J. **Incorporating Biological, Natural, and Social Sciences in Sanitary and Phytosanitary Standards in International Trade**. Washington, DC: National Academy Press; 2000. p. 87–117.

GOTELLI, N.J.; ELLISON, A.M. **Princípios de estatística em ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2011. 528 p.

GUERRA, M. E. C.; MEDEIROS FILHO, S.; GALLÃO, M. I. Morfologia de sementes, de plântulas e da germinação de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Cerne**, Lavras, v.12, n.4, p.322-328, 2006.

I3N - IABIN INVASIVE INFORMATION NETWORK. **Espécies exóticas**. Disponível em: <<http://i3n.institutohorus.org.br/www/?p=NDgxcnY%2BYzJhbjNylEdcFhACUwQABldSR9dOmpveThqbA%3D%3D>>. Acesso em: 27 de dez. 2016.

LAMBERS, J.H.R. Extinction risks from climate change. **Science**, vol. 348, 2015.

LEAL, L.C.; MEIADO, M.V.; LOPES, A.V.; LEAL, I.R. Germination responses of the invasive *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. (Apocynaceae): comparisons with seeds from two ecosystems in northeastern Brazil. **An Acad Bras Cienc**, p. 1025-1034, 2013.

LEÃO, T. C. C.; ALMEIDA, W. R.; DECHOUM, M.; ZILLER, S. R. **Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil**: Contextualização, Manejo e Políticas Públicas. Recife: Cepan, 2011. 101 p.

LITTLE, E.L.; WOODBURY, R.O.; WADSWORTH, F.H. **Trees of Puerto Rico and Virgin Islands**. V.2, Washington, DC: Agriculture handbook, 1974. 1038 p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.

MARCHIORETTO, M.S.; SCHNORR, D.M. **Plantas medicinais no Herbário Anchieta (PACA)**. Instituto Anchietano de Pesquisas, Rio Grande do Sul, 2014. 98 p.

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

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. New York: Pergamon Press, 1989. 270p

MEIADO, M.V. et al. Seed germination responses of *Cereus jamacaru* DC.ssp. *jamacaru* (Cactaceae) to environmental factors. **Plant Species Biology**, Tokyo, v. 25, p. 120-128, 2010.

MELO, M. M.; VAZ, F. A.; GONÇALVES, L. C.; SATURNINO, H. M. Estudo fitoquímico da *Calotropis procera* Ait., sua utilização na alimentação de caprinos: efeitos clínicos e bioquímicos séricos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 2, p. 15-20, 2001.

MELO, F.P.L.; NETO, A.V.A.; SIMABUKURO, E.A.; TABARELLI, M. Recrutamento e estabelecimento de plântulas. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 237-250.

MENGE, E.O.; BELLAIRS, M.J.; LAWES, M.J. Seed-germination responses of *Calotropis procera* (Asclepiadaceae) to temperature and water stress in northern Australia. **Australian Journal of Botany**, p. 441–450, 2016.

MA - MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well being: Biodiversity synthesis**. World Resources Institute, Washington DC, 2005.

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

NASSIF, S.M.L.; VIEIRA, I.G.; FERNANDES, G.D. Fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação de sementes. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, Piracicaba-SP, 1998. Disponível em <<http://www.ipef.br/tecsementes/germinacao.asp>> Acesso em 05 de jul. 2016.

NATTERO, J.; COCUCCHI, A.A. Geographical variation in floral traits of the tree tobacco in relation to its hummingbird pollinator fauna. *Biological Journal of the Linnean Society*, 90(4):657-667, 2007.

NATTERO, J.; SÉRSIC, A.N.; COCUCCHI, A. A. Geographic variation of floral traits in *Nicotiana glauca*: Relationships with biotic and abiotic factors. **Acta Oecologica**, v. 37, n. 5, p. 503-511, mai. 2011.

NEMA, Subprograma de Monitoramento das Modificações da Cobertura, Composição e Diversidade Vegetal, **Relatório Anual de Atividades PBA 23**, Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias do Nordeste Setentrional, Universidade Federal do Vale do São Francisco/Ministério da Integração. Nº17, 2016.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 442 p.

OLIVEIRA S.H.F.; NEGREIROS D.; FERNANDES G.W.; BARBOSA N.P.U.; ROCHA R.; ALMEIDA-CORTÊZ J.S. Seedling growth of the invader *Calotropis procera* in ironstone rupestrian field and seasonally dry forest soils. **Neotropical Biology and Conservation**, p. 69-76, 2009.

OLIVEIRA, A. E. S.; PEREIRA, D. G. Erradicação de espécies exóticas invasoras: múltiplas visões da realidade brasileira. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 21, p. 173-181, jan./jun. 2010.

OLIVEIRA, A.E.S.; MACHADO, C.J.S. A experiência brasileira diante das espécies exóticas invasoras e a perspectiva de formulação de uma política pública nacional. **Ciência e Cultura**, v. 61, p. 23-26, 2009a.

\_\_\_\_\_. Quem é quem diante da presença de espécies exóticas no Brasil? Uma leitura do arcabouço institucional-legal voltada para a formulação de uma política pública nacional. **Ambiente e sociedade**, Campinas, p. 373-387, 2009b.

OLLERTON, J.; WATTS, S.; CONNERTY, S.; LOCK, J.; PARKER, L.; WILSON, I.; SCHUELLER, S.K.; NATTERO, J.; COCUCCI, A.A.; IZHAKI, I.; GEERTS, S.; PAUW, A.; STOUT, J.C. Pollination ecology of the invasive tree tobacco *Nicotiana glauca*: comparisons across native and non-native ranges. **Journal of Pollination Ecology**, 9:85-95, 2012.

PORTAL SAÚDE. **Situação epidemiológica**. Disponível em <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/leia-mais-o-ministerio/656-secretaria-svs/vigilancia-de-a-a-z/esquistossomose/11244-situacao-epidemiologica-dados>> Acesso em 6 de jul. 2016.

PRADO, E. C. As Caatingas da América do Sul. *In*: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UEPE, 2003. 804p.

RAHMAN, M. A.; WILCOCK, C. C. A taxonomic revision of *Calotropis* (Asclepiadaceae). **Nordic J. Bot.**, p. 301-308, 1991.

RANAL, M.A.; SANTANA, D.G. Delineamento experimental. *In*: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 189-196.

\_\_\_\_\_. How and why to measure the germination process? **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 1-11, 2006.

REIS, A. C. Clima da Caatinga. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 48, p. 325-335, 1976.

RIBASKI, J.; DRUMOND, M. A.; OLIVEIRA, V. R. DE; NASCIMENTO, C. E.S. **Algaroba (*Prosopis juliflora*): árvore de uso múltiplo para a região semiárida brasileira**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, Comunicado Técnico, 2009. 8p.

RODRIGUES, A. C. C.; OSUNA, J. T. A.; QUEIROZ, S. R. O. D.; RIOS, A. P. S. Efeito do substrato e luminosidade na germinação de *Anadenanthera colubrina* (Fabaceae, Mimosoideae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 187-193, 2007.

SAKAI, A. K.; ALLENDORF, F.W.; HOLT, J. S.; LODGE, D. M.; MOLOFSKY, J.; WITH, K. A.; BAUGHMAN, S.; CABIN, R. J.; COHEN, J. E.; ELLSTRAND, N. C.;

MCCAULEY, D. E.; O'NEIL, P.; PARKER, I. M.; THOMPSON, J. N.; WELLER, S. G. The population biology of invasive species. **Annual Review of Ecology and Systematics**, p. 305-332, 2001.

SANTANA, D. G. de; RANAL, M. A. Análise estatística na germinação. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 12, p. 205 - 237, 2000.

\_\_\_\_\_. Análise estatística. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 197-208.

SANZ-ELORZA, M., DANA, E.D.; SOBRINO, E. **Atlas de lãs plantas alóctonas invasoras de España**. Dirección General para la Biodiversidad, Madrid, Spain. 2004. 386 p.

**SÃO PAULO**. SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. Cadernos da Mata Ciliar: espécies exóticas invasoras. São Paulo, 2010. p. 4-11.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p.753-758, 2003.

SEGHESE, F., ISSHIKI, K. & VITTI, A.P. 1992. Ecofisiologia da germinação de espécies arbóreas. Série Técnica IPEF 8:9-11.

SEN, D.N. Ecology of Desert Plants and Observations on their Seedlings. II. Germination Behaviour of Seeds in Asclepiadaceae. **Österreichische Botanische Zeitschrift**, v. 115, p. 18-27, 1968.

SILVA, A.C.C.; PRATA, A.P.N.; MELLO, A.A.; SANTOS, A.C.A.S. Síndromes de dispersão de Angiospermas em uma Unidade de Conservação na Caatinga, SE, Brasil. *Hoehnea* 40(4): 601-609, 2013.

SOUZA, A.S.; LUCENA, R.F.P.; ALBUQUERQUE, M.B.; FABRICANTE, J.L. Status da vegetação de caatinga após a implantação das obras de integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional. **Gaia Scientia**, v.8, p.17-33, 2014.

SOUZA R.P.; PEREIRA, M.F.D.A. Interação de luz, GA<sub>3</sub> e estratificação na germinação de sementes de *Impatiens wallerana*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal** 4: 21-25, 1992.

STEENKAMP, P.A.; VAN HEERDEN, F.R.; VAN WYK, B.E. Accidental fatal poisoning by *Nicotiana glauca*: identification of anabasine by high performance liquid chromatography/photodiode array/mass spectrometry. **Forensic Sci. Internat.**, 208-217, 2002.

SWAINE, M. D. & WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forest. *Vegetatio*, 75: 81-86, 1988.

TABATINGA-FILHO, G.M.; LEAL, I.R. Influência da presença de formigas na ocorrência de visitantes florais em *Calotropis procera* (Ait) R. Br. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 2007, Caxambu – MG, **Anais...**Recife-PE, 2007, 2p.

TABATINGA-FILHO, G.M. Fenologia, biologia reprodutiva e ecologia da polinização de *Calotropis procera* Ait. R. Br. (APOCYNACEAE-ASCLEPIADOIDEAE). 2008. 79 p. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal – Universidade Federal de Pernambuco. Recife-PE, 2008.

TURNER, I.M. **The ecology os trees in the tropical rain forest**. Cambridge University Press, 2004. 314 p.

ULHOA, N., ALMEIDA - CORTEZ, J.S., FERNANDES, G.W. Uma estranha na paisagem. **Ciência Hoje**, vol. 41, n.241, 2007.

VALÉRY, L.; FRITZ, H.; LEFEUVRE, J.C.; SIMBERLOFF, D. In search of a real definition of the biological invasion phenomenon itself. **Biological Invasions**, v. 10, n. 8, p. 1345-1351, 2008.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Signals for seeds to sense and respond to gaps. In: CARDWELL, M.M.; PEARCY, R.W. (Ed.) **Exploitation of environmental heterogeneity by plants: ecophysiological processes above and belowground**. San Diego: Academic Press, 1994. p.209-236.

VIGNOLI-SILVA, M.; MENTZ, L.A. O gênero *Nicotiana* L. (Solanaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, v. 60, n. 2, p. 151-173, abr. 2005.

VITOUSEK, P. M. Biological invasions and ecosystem processes: towards an integration of population biology and ecosystem studies. **OIKOS**, v. 57, p. 7-13, 1990.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 4. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1999. 663p.

ZILLER, S.R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.30, n.178, p.77-79, 2001.

ZILLER, S.R.; ZALBA, S. M.; ZENNI, R. D. **Modelo para o desenvolvimento de uma estratégia nacional para espécies exóticas invasoras**. Programa Global de Espécies Invasoras (GISP) – The Nature Conservancy, 2007.

## 9. APÊNDICE A

### INFLUÊNCIA DA LUZ E DA TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Calotropis procera* (AITON) DRYAND (APOCYNACEAE)

Géssica Miranda da Silva Oliveira<sup>1,2</sup>, Nazareth Guedes Urquiza<sup>2</sup>, Paula Martins

Ferreira<sup>2</sup>, Renato Garcia Rodrigues<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduanda em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus de Ciências Agrárias, Petrolina-PE

<sup>2</sup> Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental - NEMA/UNIVASF/MI

#### Introdução

Estudos relacionados à germinação são fundamentais por proporcionar informações produtivas para o entendimento da ecofisiologia dos táxons (Borghetti & Ferreira, 2004). Compreender as demandas ambientais para germinação das sementes de espécies exóticas é essencial para a interpretação do seu comportamento ecológico no campo, além de permitir que a partir destas informações, estratégias para a redução do banco de sementes sejam desenvolvidas (Souza Filho, 2006).

Os principais fatores ambientais capazes de influenciar a germinação são: temperatura, luz, disponibilidade de água, meio de crescimento, nutrientes, alelopatia e micro-organismos (Floriano, 2004), sendo a temperatura e a luminosidade fatores importantes e limitantes para a germinação das sementes, desde que se tenha disponibilidade de água e oxigênio (Andrade, 1995).

Diante disso, este estudo tem como finalidade contribuir com informações ecofisiológicas dos efeitos da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Calotropis procera* (Aiton) Dryand, uma espécie invasora que tem sido registrada nas áreas do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias do Nordeste Setentrional - PISF (NEMA, 2016).

#### Metodologia

A coleta de sementes da espécie em estudo foi realizada no período de maio a agosto de 2015 nos Eixos Leste e Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco – PISF, na qual a mesma ficou armazenada a 5°C até o momento do experimento.

Após a coleta, as sementes foram destinadas ao beneficiamento cujo intuito é aumentar a qualidade de um lote a partir da retirada de materiais considerados indesejáveis, como por exemplo, sementes imaturas ou rachadas, sementes de outras espécies e fragmentos de plantas. Além da limpeza, as sementes foram colocadas para secar com o objetivo de diminuir a umidade das mesmas.

Para a assepsia das sementes as mesmas foram imersas em solução de hipoclorito de sódio (3%) por no máximo 3 minutos, e posteriormente, submetidas à lavagem em água corrente seguida de secagem à sombra. As sementes foram semeadas em placas de Petri forradas com papel filtro, e umedecidas com 10 mL de água destilada, sendo adicionada mais água quando era necessário durante o experimento. As placas foram colocadas em uma estufa climatizada (BOD), onde foram testadas temperaturas alternadas de 25°/30°C e 30°/35°C, e constantes de 25°C, 30°C e 35°C, em dois tratamentos, T1: fotoperíodo diário de 12 horas e T2: ausência de luz, sendo dez repetições de 25 sementes para cada tratamento. As placas de Petri das sementes colocadas para germinar no escuro foram cobertas com papel alumínio e observadas em uma câmara escura, sob luz verde de segurança, pois o seu comprimento de onda não estimula a germinação das sementes.

O acompanhamento deste experimento foi feito diariamente até 30 dias após a semeadura, com a contagem e a retirada das sementes germinadas, que foram assim consideradas quando apresentassem radícula com 2 mm de comprimento. Os testes de germinação foram realizados conforme as Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais (2013), onde foram analisadas a porcentagem de germinação, o tempo médio de germinação (dias):  $\sum ni \cdot ti / \sum ni$ , onde  $ti$  é o período desde o início do experimento até a  $n$ -ésima observação (dias) e  $ni$  é o número de sementes germinadas no tempo, e o índice de velocidade de germinação calculado conforme a fórmula de Maguire (1962):  $IVG = \sum (ni / ti)$ , em que  $ni$  é o número de sementes que germinaram no tempo 'i', e  $ti$  é o tempo após a semeadura.

As médias entre os tratamentos foram comparadas através de análise de variância bifatorial seguida do teste de Tukey. Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa SISVAR com índice de significância igual a 0,05.

### **Resultados e discussão**

Em relação a porcentagem, constatou-se diferença significativa não só para as temperaturas utilizadas e para as condições de luminosidade, mas também, para

a interação significativa entre os dois fatores. Na germinação com fotoperíodo diário de 12 horas (Tabela 1), a temperatura alternada de 25/30°C mostrou uma porcentagem superior em relação às outras quatro, diferente da condição de ausência de luminosidade que não obteve estatisticamente diferença entre as temperaturas. Além disso, observou-se que as temperaturas constantes 30°C e 35°C e a alternada 30/35°C apresentaram estatisticamente maiores valores na ausência do estímulo luminoso do que na presença do mesmo.

As sementes que reagem positivamente à temperatura alternada possuem mecanismos enzimáticos que atuam em diferentes temperaturas, sendo, provavelmente, uma adaptação às flutuações da temperatura no ambiente natural (Borges & Rena, 1993).

Tabela 1: Valores médios de Porcentagem, do Índice de Velocidade de Germinação e do Tempo Médio de Germinação de sementes de *Calotropis procera* submetidas a diferentes temperaturas e condições de luminosidade.

Temperatura	Fotoperíodo por 12 hrs			Ausência de luminosidade		
	Porcentagem (%)	IVG	TMG (dias)	Porcentagem (%)	IVG	TMG (dias)
25°C	85,2 aB	4,69 bAB	4,66 aB	91,2 aA	8,62 aB	2,92 bA
30°C	80 bB	3,52 bB	6,26 aA	98,4 aA	18,44 aA	1,58 bC
35°C	88 bAB	7,06 bA	4,27 aB	96,8 aA	21,65 aA	1,25 bC
25/30°C	94,4 aA	6,42 bAB	4,22 aB	94 aA	11,56 aB	2,45 bAB
30/35°C	88 bAB	4,36 bAB	5,76 aA	96,8 aA	18,51 aA	1,88 bBC

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A ausência ou a presença de luz associada a diversas temperaturas, são fatores ambientais que juntamente com a água regulam a germinação (Bai & Romo, 1995). A maioria das espécies vegetais possui sementes que germinam tanto na presença como na ausência de luz, apesar de que sementes indiferentes a luminosidade possam exigir a presença de luz quando se encontram em condições ambientais desfavoráveis (Lopes et al., 2005).

As sementes de *Calotropis procera* podem ser classificadas como fotoblásticas neutras, uma vez que respondem positivamente tanto ao estímulo

luminoso, como a sua ausência, mesmo ocorrendo uma germinação superior para as temperaturas 30°C e 35°C e 30/35°C na ausência da luz.

A associação entre a germinação e a luminosidade corresponde a um aspecto ecofisiológico da planta, tendo este fato uma relação com o estágio sucessional que as espécies se encontram no ambiente. As sementes provenientes de plantas pioneiras germinam apenas sob altas condições de luminosidade, enquanto que as secundárias e as tardias podem germinar sem a exposição direta a luz solar (Dias et al, 1992).

O fato das sementes de *C. procera* apresentarem bons resultados em todos os tratamentos, demonstram a sua capacidade para germinar em diferentes condições ambientais, o que explica a ocorrência dessa espécie exótica em 19 estados brasileiros (Flora do Brasil, 2016).

Na Tabela 1 também estão dispostos os valores do índice de velocidade e do tempo médio de germinação obtidos nos diferentes tratamentos de temperaturas e regimes de luz. Da mesma forma que a porcentagem, observou-se uma diferença significativa para as temperaturas, para as condições de luminosidade e para a sua interação. A germinação na ausência de luz apresentou não só índices de velocidade significativamente maiores, como também, os menores valores do tempo médio de germinação quando comparada com a do fotoperíodo diário por 12 horas. Em relação às temperaturas, as de 30°C, 35°C e 30/35°C apresentaram resultados superiores as demais demonstrando assim que proporcionam uma germinação mais rápida.

A temperatura influencia tanto a velocidade, como a porcentagem de germinação, afetando não só a absorção de água pela semente, mas também, em todos os processos fisiológicos responsáveis pela germinação (Taiz&Zeiger 2009).

Segundo Rodrigues et al. (2007), a rapidez na germinação permite que a espécie se estabeleça de forma mais rápida no ambiente, usufruindo das condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da plântula.

### **Conclusão**

As sementes de *C. procera* germinaram em ampla faixa de temperaturas constante e alternada, na presença e ausência de luz, mostrando que a espécie em questão pode germinar tanto em clareiras, onde existe a condição de alta luminosidade e flutuação da temperatura, como em sub-bosques, locais com menor incidência solar e pequena amplitude térmica.

## Agradecimento

Ao professor Renato Garcia Rodrigues pela oportunidade de estágio e a equipe do Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA) pelas contribuições neste projeto.

## Referências bibliográficas

ANDRADE, A. C. S. Efeito da luz e da temperatura na germinação de *Leandra breviflora* Cogn., *Tibouchinabenthiana* Cogn., *Tibouchinagrandiflora* Cogn. e *Tibouchinamoricandiana* (DC.) Baill. (Melastomataceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 17, n. 1, p. 29-35, 1995.

BAI, Y.; ROMO, J.T. Seedling emergence of *Artemisia frigida* in relation to hydration-dehydration cycles and seedbed characteristics. **Journal of Arid Environments** **30**: 57-65, 1995.

BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Org.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.209-222.

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

DIAS, L. A. S.; KAGEYAMA, P. Y.; ISSIKI, K. Qualidade de luz e germinação de sementes de espécies arbóreas tropicais. **Acta Amazonica**, v. 22, n. 1, p. 79-84, 1992.

Flora do Brasil 2020 em construção. **Calotropis procera**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB80340>>. Acesso em: 18 de ago. 2016.

FLORIANO, E.P. **Germinação e Dormência de Sementes Florestais**. Santa Rosa: ANORGS. 2004. Caderno didático nº2, 19. p.

LOPES, J. C.; TORRES, M. C.; MARTINS FILHO, S.; REPOSSI, P. A. Influência de temperatura, substrato e luz na germinação de sementes de bertalha. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 2, p. 18-24, 2005.

NEMA, Subprograma de Monitoramento das Modificações da Cobertura, Composição e Diversidade Vegetal, **Relatório Anual de Atividades PBA 23**, Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias do Nordeste Setentrional, Universidade Federal do Vale do São Francisco/Ministério da Integração. Nº17, 2016.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling

emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177,1962.

RODRIGUES, A. C. C.; OSUNA, J. T. A.; QUEIROZ, S. R. O. D.; RIOS, A. P. S. Efeito do substrato e luminosidade na germinação de *Anadenanthera colubrina* (Fabaceae, Mimosoideae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 187-193, 2007.

SOUZA FILHO, A.P.S. Interferência potencialmente alelopática do capim-gengibre (*Paspalummaritimum*) em áreas de pastagens cultivadas. **Planta daninha**, vol.24, no.3, p.451-456, set. 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 819p., 2009.