



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA**

ROMILDO ARAÚJO MACENA

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DA SALINIDADE EM DUAS
ESPÉCIES DE CACTÁCEAS ENDÊMICAS DA CAATINGA.**

**SUMÉ - PB
2018**

ROMILDO ARAÚJO MACENA

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DA SALINIDADE EM DUAS
ESPÉCIES DE CACTÁCEAS ENDÊMICAS DA CAATINGA.**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Agroecologia.

Orientadora: Dr^a. Ana Verônica Silva do Nascimento.

Co-orientador: Dr Leidson Allan Ferreira de Lucena.

**SUMÉ - PB
2018**

M141i Macena, Romildo Araújo.
Influência da temperatura e da salinidade em suas espécies de
cactáceas endêmicas da caatinga. / Romildo Araújo Macena. - Sumé
- PB: [s.n], 2018.

52 f.

Orientadora: Professora Dr^a Ana Verônica Silva do Nascimento.
Co-orientador: Dr. Leidson Allan Ferreira de Lucena.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro
de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso Superior de
Tecnologia em Agroecologia.

1. Cactáceas. 2. Caatinga – plantas endêmicas. 3. Salinidade e
cactáceas. 4. Temperatura e cactáceas. I. Título.

CDU: 582.661.56(043.1)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

ROMILDO ARAÚJO MACENA

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DA SALINIDADE EM DUAS
ESPÉCIES DE CACTÁCEAS ENDÊMICAS DA CAATINGA.**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Agroecologia.

BANCA EXAMINADORA:

Dr^a.Ana Verônica Silva do Nascimento
Orientadora- UAEB/CDSA/UFCG


Dr. Leidon Allan Ferreira de Lucena
Co-orientador- UAEB/CDSA/UFCG

Professora Dra. Carina Seixas Maia Dornelas
Examinador I- UATEC/CDSA/UFCG


Dr. Rummenigge de Macêdo Rodrigues
Examinador II- UATEC/CDSA/UFCG

Trabalho aprovado em: 19 de dezembro de 2018.

SUMÉ - PB

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por todo o amparo e auxílio.

Agradeço a minha avó Leonildes por todo auxílio, pelas palavras ditas em momentos tão difíceis, mas necessários. Saiba que a amo do fundo do meu coração e para mim ser seu neto é um privilégio.

A tia Luzinete *in memoria*, nada que eu fale vai conseguir retribuir todo o amor e carinho que durante 26 anos a senhora me deu. Sinto muito sua falta, mais sei que a senhora está bem e continua cuidando de todos nós.

A minha amiga Maria Lucineide Campos pelas palavras ditas nas horas certas, foram muitas risadas, choros também mais nessa vida tudo é lição e aprendizado.

A todos os meus companheiros de universidade, em especial quero agradecer a Deborah, Rebeca, por todo o carinho, paciência até aqui. Vocês são shows meninas.

Agradeço também a Vitor Leão, Belchior e Leticia Fernandes por todas as palavras proferidas de apoio. Desejo tudo de melhor para vocês.

Agradeço também as meninas da Empresa Zêlo, Dona Adriana e Patrícia por todo o carinho que tiveram comigo.

A Universidade Federal de Campina Grande, ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido por tornar realidade a formação desse sonho e o desenvolvimento desse trabalho.

A minha orientadora Dr^a. Ana Verônica Silva do Nascimento pelas inúmeras lições e puxões de orelhas. Tenho plena convicção de que tudo que a senhora me disse foi para o meu bem e peço a Deus que lhe cubra de bênçãos e lhe proteja sempre assim como toda a sua família.

Ao meu coorientador, Dr. Leidson Allan Ferreira de Lucena por ter aberto as portas do LaCTV e por ser essa profissional exemplar. Deus lhe proteja sempre.

RESUMO

Nos ambientes áridos e semiáridos do mundo encontramos diversas espécies de cactáceas. No Brasil, podemos destacar o bioma Caatinga, onde são encontradas maioria das espécies de cactáceas, muitas delas endêmicas. Podemos destacar as espécies *Cereus jamacaru* DC,” e *Pilocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl, As duas espécies são importantes recursos alternativos, sendo utilizados para diversos fins. Estudos sobre a germinação de cactáceas frente aos fatores abióticos são essenciais, pois ajudam a compreender sua morfologia e fisiologia contribuindo para conservação e preservação nos ambientes áridos e semiáridos. Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a resposta da germinação de *C. jamacaru* e *P. gounellei* submetidas a diferentes gradientes de temperatura e salinidade. Os parâmetros de germinação utilizados foram: tempo médio de germinação (TMG), germinabilidade (G%), índice de velocidade de germinação (IVG) e índice de sincronia de germinação (*E*). Nos testes de germinação foram contrastados seis tipos de temperaturas (15, 20, 25, 30, 35 e 40 °C) e seis concentrações salinas de NaCl *p/v* (0, 16, 25, 33, 41 e 49 mMol.L⁻¹) sob fotoperíodo de 12h. O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado (2 espécies x 6 temperaturas x 6 salinidades), resultando em 36 tratamentos com 6 repetições de 300 sementes cada, sendo 150 para *C. jamacaru* e 150 para *P. gounellei*. Os resultados, apresentados no presente estudo, mostraram diferenças, para todos os parâmetros de germinação, entre as espécies, temperatura e interação espécies x temperatura ($p < 0,001$). A espécie *C. jamacaru* mostrou maiores valores de germinação, mas com maior sensibilidade em temperaturas mais extremas (15, 35 e 40 °C). Enquanto, *P. gounellei*, apesar de apresentar menores valores de germinação, mostrou ser mais resistente as maiores temperaturas (35 e 40 °C), apresentando bons parâmetros de germinação. As repostas germinativas de *C. jamacaru* e *P. gounellei* parecem demonstrar uma larga tolerância à salinidade. Enquanto, para temperatura *C. jamacaru*, apesar de mostrar maior poder germinativo, mostrou menor tolerância às temperaturas mais extremas (15, 35 e 40 °C), diferentemente de *P. gounellei* que apresentou maior resistência aos extremos de temperaturas.

Palavras chaves: Caatinga. *Cereus jamacaru*. *Pilosocereus gounellei*. Germinação. Salinidade. Temperatura.

ABSTRACT

Arid and semi-arid environments around the world, several species of cactus are found. In Brazil, we can highlighted the Caatinga Biome, where many cactus endemic species are found. *Cereus jamacaru* DC., and *Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl. Are two important species that offer alternative resources, being used to several purposes. Studies about cactus germination front the abiotic factors are essencials, because they help the to understand its morphology and physiology, and contributed by conervation and preservation in the arid and semi-arids environments. Thus, the present study aims to evaluate responses of the germination of *C. jamacaru* and *P. gounellei* submitted to different temperature and salinity gradients. Parameters of germination used were: mean germination time (MGT), germinability (G%), germination speed index (GSI) and germination synchrony index (*E*). In the germination tests were compared with six temperatures (15, 20, 25, 30, 35 and 40 °C) and six salts concentrations of NaCl *p/v* (0, 16, 25, 33, 41 and 49 mMol.L⁻¹) under 12h of fotoperiod. The experiments were conducted in completely randomized design (2 species x 6 temperatures x 6 salinities), resulting in 36 treatments with 6 repititions of 300 seeds, being 150 *C. jamacaru* and 150 to *P. gounellei*. ANOVA factorial was applied to verify the principals differences between interactions, being applied *post-hoc* Tukey HSD to verify differences between means. The results have show diferences to all parameters of germination, between species, temperature and interaction species x temperature ($p < 0,0001$). *C. jamacaru* have shown higher values of germination, but with greater sensitivity in more extreme temperatures (15, 35 and 40 °C). However, *P. gounellei*, although presenting lower germination values, showed higher temperatures (35 and 40 ° C), showing good germination parameters. The germinative responses of *C. jamacaru* and *P. gounellei* appear to demonstrate a broad tolerance to salinity. While, to temperature *C. jamacaru*, although showing greater germinative power, showed lower tolerance to the extreme temperatures (15, 35 and 40 °C). Differently, from *P. gounellei* that presented greater resistamce to the 35 and 40 °C temperatures.

Key words: Caatinga. *Cereus jamacaru*. *Pilosocereus gounellei*. Germination. Salinity. Temperature.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Imagem 1 - Exemplos de plantas adultas de *Cereus jamacaru* DC., popularmente conhecida como ‘mandacaru’, e *Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & Rowley, popularmente conhecida como ‘xique-xique’, que tem ocorrência na região do Cariri do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil.....23

Imagem 2 - Sementes de (A) *C. jamacaru* e (B) *P. gounellei* germinadas sob papel de filtro de café.....25

Figura 3 - Índice de sincronia de germinação (*E*) para as duas espécies de cactáceas estudadas (*Cereus jamacaru* e *Pilosocereus gounellei*). Valores expressos em média \pm desvio padrão (barras de erro) para as seis temperaturas avaliadas. Letras representam teste a posteriori de Tukey HSD. Letras diferentes indicam resultados $p \leq 0,05$ de significância. Experimento de cada temperatura foi de 20 dias.....31

Figura 4 - Índice de velocidade de germinação (IVG) para as duas espécies de cactáceas estudadas (*Cereus jamacaru* e *Pilosocereus gounellei*). Valores expressos em média \pm desvio padrão (barras de erro) para as seis temperaturas avaliadas. Letras representam teste a posteriori de Tukey HSD. Letras diferentes indicam resultados $p \leq 0,05$ de significância. Experimento de cada temperatura foi de 20 dias.....32

Figura 5 - Tempo médio de germinação (TMG) para as duas espécies de cactáceas estudadas (*Cereus jamacaru* e *Pilosocereus gounellei*). Valores expressos em média \pm desvio padrão (barras de erro) para as seis temperaturas avaliadas. Letras representam teste a posteriori de Tukey HSD. Letras diferentes indicam resultados $p \leq 0,05$ de significância. Experimento de cada temperatura foi de 20 dias.....32

Figura 6 - Germinabilidade (G%) para as duas espécies de cactáceas estudadas (*Cereus jamacaru* e *Pilosocereus gounellei*). Valores expressos em média \pm desvio padrão (barras de erro) para as seis temperaturas avaliadas. Letras representam teste a posteriori de Tukey HSD. Letras diferentes indicam resultados $p \leq 0,05$ de significância. Experimento de cada temperatura foi de 20 dias.....33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Teste de Homogeneidade das variâncias de Shapiro-Wilk com os resíduos dos modelos da ANOVA fatorial. *E* - índice de sincronia de germinação; IVG - índice de velocidade de germinação; TMG - tempo médio de germinação.....28

Tabela 2 - Análise Variância Fatorial (ANOVA fatorial) mostrando diferenças entre os principais fatores testados: Espécies, Temperatura e Salinidade. *E* - índice de sincronia de germinação; IVG - índice de velocidade de germinação; TMG - tempo médio de germinação; e G% - germinabilidade. F = valor de Fisher; *p* = significância do modelo. *** < 0,001; * < 0,01; ns = não significativo.....29

Tabela 3 - Parâmetros germinativos (*E* - índice de sincronia de germinação; IVG - índice de velocidade de germinação; TMG - tempo médio de germinação em dias; e G% - germinabilidade) submetidos a diferentes temperaturas constantes com fotoperíodo de 12h para a espécie *Cereus jamacaru*. Valores indicam média±desvio padrão.....30

Tabela 4 - Parâmetros germinativos (*E* - índice de sincronia de germinação; IVG - índice de velocidade de germinação; TMG - tempo médio de germinação em dias; e G% - germinabilidade) submetidos a diferentes temperaturas constantes com fotoperíodo de 12h para a espécie *Pilosocereus gounellei*. Valores indicam média±desvio padrão.....31

LISTA DE SIGLAS

<i>E</i>	Índice de sincronia de germinação
IVG -	Índice de velocidade de germinação
TMG -	Tempo médio de germinação
G% -	Germinabilidade
F	Valor de Fisher

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo Geral.....	15
2.2 Objetivos Específicos.....	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3.1 Família Cactaceae.....	16
3.2 <i>Cereus jamacaru</i> DC. e <i>Pilosocereus gounellei</i> (F.A.C.Weber) Byles & G.D. Rowley.....	18
3.3 Influência dos fatores abióticos nas cactáceas.....	19
3.4 Germinação de cactáceas <i>in vitro</i>	20
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1 Coleta e tratamento do material biológico.....	22
4.2 Assepsia da vidraria e das sementes.....	23
4.3 Testes de germinação.....	24
4.4 Delineamento experimental.....	25
4.5 Tratamento Estatístico.....	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
6 CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

As cactáceas são importantes recursos naturais no mundo, por apresentarem diversas utilidades econômicas, desde o uso de atividades forrageiras, medicinal, na medicina animal, nas tecnologias, alimentícias, nas construções, combustíveis, ornamentais, sombra, bioindicadoras de chuva, místico-religioso e adsorvente de gasolina (SILVA, 2015). Em decorrência do seu alto poder de utilidade, as cactáceas tem sofrido com a exploração intensiva e de maneira desregrada. Como resultado destas ações, suas populações tem sido drasticamente afetadas ocorrendo sua redução, de modo que muitas delas passaram a correr risco de extinção (CORREIA *et al.*, 2011).

Nos ambientes áridos e semiáridos do mundo encontramos diversas espécies de cactáceas. No Brasil, podemos destacar o bioma Caatinga. Este bioma está localizado na região Nordeste e norte do estado de Minas Gerais e destaca-se por possuir um clima quente e seco, de baixa pluviosidade, onde a evaporação excede os índices de precipitação, tornando esta região típica de semiárido (SOUZA, 2008). É neste bioma onde a maioria das espécies de cactáceas são encontradas, muitas delas endêmicas.

Podemos destacar as espécies *Cereus jamacaru* DC, conhecida popularmente como “mandacaru”, e *Pilocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl, conhecida popularmente como “xique-xique”. Estas espécies são perenes na Caatinga brasileira por apresentarem particularidades que lhe dão resistência a carência hídrica, por exemplo: modificação da superfície foliar, cutículas cerosas presentes no caule, bem como armazenamento de água, e mecanismo fotossintético que evita a perda excessiva de água através da evapotranspiração (PEREIRA *et al.*, 2013). Além do mais, estas espécies são importantes recursos alternativos. Silva (2015) menciona que tanto *C. jamacaru* e *P. gounellei* são forrageiras e utilizadas na área alimentícia e medicinal. *C. jamacaru*, por exemplo, tem sido utilizada no tratamento de afecções genitourinárias, do aparelho digestório e respiratório (ALBUQUERQUE, 2001). No uso forrageiro, Alves *et al.* (2014) mencionam que esta espécie é muito utilizada na “reserva estratégica” de forragem, principalmente em períodos mais secos, pelos agricultores familiares. A espécie *P. gounellei* tem sido bastante utilizada como forrageira para bovinos, caprinos e ovinos (ARAÚJO *et al.*, 2010) e na medicina humana e animal (SILVA; FREIRE, 2010; LUCENA *et al.*, 2012).

Pode-se observar que as cactáceas, mencionadas, são essenciais economicamente. Ecologicamente, vários estudos tem relatado, que devido a diversas especializações associadas

a formas e hábitos e por sobreviverem a condições extremas do clima, estas espécies tem constituído elementos favoráveis a sobrevivência de várias outras espécies de animais e vegetais (MENDES, 2016). Por exemplo, estas espécies produzem recursos florais que atraem polinizadores desde pássaros, morcegos e insetos, promovendo um fenômeno conhecido como “síndrome da polinização”, uma vez que as flores oferecem recursos alimentícios suficientes aos agentes polinizadores e estes promovem o fluxo gênico entre as populações aumentando a variabilidade genética entre as cactáceas (MEIADO *et al.*, 2015).

Como destacado, as duas cactáceas apresentam diversas utilidades, mas a falta de manejo adequado acaba contribuindo para que essas duas populações corram sérios riscos de serem extintas. Dentre as causas prováveis, a fragmentação do habitat ocasionada pelo desmatamento, dando lugar ao desenvolvimento agrícola e outros tipos de distúrbios ambientais, como o trânsito de pessoas, expansão urbana e pisoteio por animais de pastagem, tem contribuído para a redução populacional destas espécies (BÁRBARA *et al.*, 2015).

Outras questões importantes é saber como a influência dos fatores abióticos podem limitar o processo de germinação, dispersão e estabelecimento de espécies de cactáceas no meio ambiente. Kiger (1995) menciona que a disponibilidade de água, luz, temperatura e salinidade são fatores primordiais para o desenvolvimento de espécies de cactáceas e o entendimento de como eles influenciam na fisiologia e morfologia destas espécies podem auxiliar na busca de respostas mitigadoras de preservação e conservação destes organismos nos ambientes áridos e semiáridos. Meiado *et al.* (2010) avaliando respostas da germinação de *Cereus jamacaru* sobre diferentes fatores abióticos, identificaram que esta espécie possui um ótimo poder germinativo em temperaturas de 30 °C e que a redução da disponibilidade de água associada a altas concentrações salinas, superiores a 33 mMol/L, afeta a germinabilidade desta espécie. Assim como, *Pilosocereus gounellei* tende a apresentar a mesma sensibilidade demonstrada por *C. jamacaru* (MEIADO, 2012). Desta forma, o papel dos fatores abióticos sobre o desenvolvimento de cactáceas é essencial na manutenção do estabelecimento de novas plântulas e mantém a diversidade genética das populações naturais no meio ambiente (HARPER, 1977).

Estudos sobre formas de propagação, frente a estressores abióticos, são uma via importante de se entender o desenvolvimento das cactáceas tornando uma alternativa para a conservação e manejo das espécies no meio ambiente, bem como na preservação do patrimônio genético. Entender como os fatores abióticos afetam as respostas de germinação de sementes de cactáceas (e.g. temperatura e salinidade) vem a contribuir na manutenção e preservação dos recursos naturais (HARPER, 1977). Entretanto, poucos estudos tem auxiliado o entendimento da influência dos fatores abióticos nas cactáceas da Caatinga brasileira, principalmente por elas

constituírem um dos recursos vegetais mais importantes para a fauna da Caatinga (ROCHA; AGRA, 2002). Logo, entender a habilidade das sementes germinarem sobre a influência dos fatores abióticos em espécies de cactáceas torna-se de extrema importância.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar repostas da germinação de sementes de duas espécies de cactáceas endêmicas da Caatinga Brasileira (*Cereus jamacaru* DC. e *Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & Rowley) submetidas a gradientes diferentes de temperatura e salinidade.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar se existem diferenças na germinação das espécies estudadas.
- Avaliar a influência da temperatura na germinação das espécies de cactáceas estudadas.
- Avaliar o efeito da salinidade, utilizando o cloreto de sódio (NaCl) no processo germinativo das espécies de cactáceas.
- Verificar se existe a interação dos fatores abióticos testados no desenvolvimento de ‘mandacaru’ e ‘xique-xique’.
- Verificar em qual temperatura e concentração salina as sementes de ‘mandacaru’ e ‘xique-xique’ tiveram um maior índice de germinação.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Família Cactáceae

A família Cactáceae é formada por aproximadamente 124 gêneros e 1.438 espécies (ROWLEY; KIMNACH, 2006). Os maiores locais de diversidade de cactáceas no mundo se encontram no continente americano, sendo o México, Sudoeste dos Estados Unidos, região central das Cordilheiras dos Andes e no leste do Brasil os maiores detentores de espécies desta família (OLDFIELD, 1997). O Brasil possui a terceira maior diversidade de cactáceas do mundo com mais de 250 espécies já catalogadas em todo território nacional, podendo ser encontradas na região Nordeste, nos estados de Minas Gerais e o sul do Rio Grande do Sul (ZAPPI *et al.*, 2011). As espécies da família Cactáceae se encontram nas regiões áridas e semiáridas do mundo o que possibilitou diversas adaptações morfológicas e fisiológicas. Por possuir dispositivos estruturais e funcionais os cactos, como são conhecidas, armazenam e perdem para o ambiente o mínimo de água possível (SBRISSA; MELO, 2012).

As diversas adaptações desta família possibilitaram sua distribuição em ambientes muito quente e com pouca disponibilidade de água, a exemplo dos desertos (e.g. deserto do Atacama no Chile) e das regiões semiáridas (e.g. Caatinga no Nordeste brasileiro) (LIMA, 2012). No âmbito fisiológico, essas plantas apresentam o metabolismo ácido das crassuláceas (CAM - *Crassulacean Acid Metabolism*), uma adaptação fotossintética que permite uma maior vantagem competitiva em ambientes secos, de alta salinidade e baixa concentração de nutrientes. Elas são capazes de promover o fechamento estomático durante o dia e abrir a noite, evitando, assim, a perda excessiva de água através da evapotranspiração, tornando-as hidricamente mais eficientes quando comparadas com outros vegetais que não possuem estas adaptações (e.g. Plantas com metabolismo C3 que compreende 85% dos vegetais do planeta) (PEREIRA *et al.*, 2013). Morfologicamente, as cactáceas apresentam folhas e caules modificados (SBRISSA; MELO, 2012). Os espinhos, por exemplo, são modificações foliares que integram o aparelho de renovação de suprimento hídrico, enquanto o caule é suculento que tem a função de armazenar água e suprimento orgânico para a sobrevivência da planta a ambientes hostis (SBRISSA; MELO, 2012).

Na região Nordeste do Brasil está localizado o Bioma Caatinga, que possui clima quente e seco, típico semiárido, ocupando mais de 80% de área da região. No Nordeste brasileiro encontra-se a maior diversidade de espécies de cactáceas com alto grau de endemismo

(OLDFIELD, 1997). Dentre as várias espécies, podemos citar a *Cereus jamacaru* DC., popularmente conhecida como ‘mandacaru’, *Pilosocereus gounellei* (F.A.C.Weber) Byles & G.D. Rowley, o ‘xique-xique’, *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter, o ‘facheiro’, e *Melocactus bahiensis* (Britton & Rose) Luetzelb., a ‘coroa de frade’ (CAVALCANTE; RESENDE, 2007). Estas espécies, todas endêmicas, além de possuir grande importância ecológica (AONA *et al.*, 2006), elas possuem alto poder econômico (ANDRADE *et al.*, 2006; SILVA, 2015). Por exemplo, *Cereus jamacaru* é uma espécie endêmica do Brasil e apresenta doze categorias de uso: forrageiro, medicinal, medicinal animal, tecnologia, alimentício, construção, combustível, ornamental, sombra, bioindicador de chuva, místico-religioso e adsorvente de gasolina (SILVA, 2015), o que a torna uma planta bastante versátil. Já *Pilosocereus gounellei*, além de possuir os mesmos atributos de *C. jamacaru*, é uma espécie que se destaca pelo seu uso medicinal bastante diversificado, sendo usada como hipoglicemiante, no tratamento da icterícia e de doenças da próstata (e.g. MARINHO *et al.*, 2011), infecção renal (e.g. ALMEIDA *et al.*, 2005) e gastrite (e.g. LUCENA *et al.*, 2012). *Melocactus bahiensis*, é outra espécie que possui grande poder representativo no tratamento de afecções respiratórias (e.g. ALBUQUERQUE *et al.*, 2007).

Apesar do alto poder adaptativo ao clima e de sua grande importância econômica e ecológica, as espécies de cactáceas vem sofrendo com a alta pressão antrópica (TAYLOR; ZAPPI, 2008). O turismo não planejado, construções de estradas, incêndios, pastoreio e utilização não planejada de recursos hídricos são exemplos de pressões antrópicas que geram perturbações agudas e crônicas resultantes dos diferentes usos da terra sobre as espécies de cactáceas, podendo resultar no desaparecimento local ou até sua extinção (ORTEGA-BAES *et al.*, 2010). Desta forma, entender os mecanismos adaptativos destas plantas sob diferentes estressores abióticos tornam-se cruciais na busca de soluções mitigadoras sobre os impactos que elas sofrem. Uma das soluções é através da micropopulação *in vitro* realizado em laboratório, onde podemos controlar e entender, por meio de processos germinativos, como estas plantas se desenvolvem sobre condições abióticas extremas (CORREIA *et al.*, 2011). Assim, a micropopulação pode auxiliar na manutenção da variabilidade genética, garantindo a seleção de genótipos de interesse de indivíduos melhores adaptados, com o intuito de reproduzir plantas para a conservação, reintrodução em áreas degradadas e até mesmo comercialização (RUBLUO *et al.*, 1996).

3.2 *Cereus jamacaru* DC. e *Pilosocereus gounellei* (F.A.C.Weber) Byles & G.D. Rowley

Cereus jamacaru, popularmente conhecido como mandacaru, é uma cactácea nativa da região Nordeste, adaptada as condições climáticas do Semiárido. Pode ser encontrada nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte de Minas Gerais (SILVA; ALVES, 2009).

O mandacaru possui importância medicinal, sendo muito utilizado na medicina popular. Além disso, possui grande importância econômica e ambiental (SALES *et al.*, 2014). O desmatamento, o desenvolvimento agrícola, o pisoteio animal e a falta de manejo adequado vem causando a fragmentação do habitat natural das cactáceas o que, muito provavelmente, pode está associado ao desaparecimento acelerado da espécie, afetando atividades agrícolas e serviços ecossistêmicos (ZAPPI *et al.*, 2011; REBOUÇAS, 2017).

Os frutos dessa planta são consumidos por diversos tipos de animais, desde insetos, morcegos e pássaros, o que contribuem com o processo de dispersão das sementes da espécie. Esta interação confere a planta importante papel ecológico, pois propicia o recrutamento de espécies de animais e de vegetais (SALES, 2014).

Pilosocereus gounellei, popularmente conhecido como xique-xique, é uma cactácea que cresce em locais secos e solos rasos ou até sobre as rochas (LIMA, 1996). Esta espécie é colunar, com brotações basais desenvolvendo-se horizontalmente formando um candelabro, suas flores são brancas e noturnas e apresenta frutos do tipo baga (GOMES, 1972, ROCHA; AGRA, 2002). É uma planta exclusiva da Caatinga brasileira (TAYLOR; ZAPPI, 2002) que habita condições edafoclimáticas caracterizadas por elevadas temperaturas, precipitações irregulares e baixa fertilidade natural do solo (SILVA *et al.*, 2013). Sua distribuição ocorre nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia (LIMA, 1996).

Devido às incertezas climáticas e das secas periódicas no Nordeste do Brasil, as cactáceas apresentam adaptações fisiológicas garantindo assim maior eficiência no uso da água possibilitando serem utilizadas como fonte de suprimento de água e recurso alimentar para rebanhos no semiárido (OLIVEIRA, 1996). Na região Nordeste, o xique-xique e mandacaru são utilizadas como recursos alimentares nos períodos de estiagem na alimentação de animais. Em várias propriedades existem a cultura de queimar as plantas no próprio meio ambiente, por meio da técnica de coivaras, auxiliando na alimentação de diversos rebanhos (e.g. bovino e caprino) diretamente no campo (ARAÚJO FILHO, 1995). Por falta de manejo adequado, esta

prática vem causando danos irreparáveis ao semiárido nordestino. Porque, uma vez que as plantas são queimadas, dificulta na regeneração e colonização das mesmas no ambiente contribuindo com a aceleração da desertificação em diversas áreas na caatinga. Desta forma, as buscas de respostas mitigadoras se tornam essenciais para o controle e conservação destes recursos naturais que podem se tornar escassos no futuro, já que, associado aos impactos antrópicos, variações climáticas (e.g. mudanças climáticas globais) podem contribuir com o não recrutamento e estabelecimento de espécies de cactáceas nas áreas do semiárido nordestino do Brasil, colocando em risco de extinção várias espécies de plantas e animais (SILVA, 1998).

3.3 Influência dos fatores abióticos nas cactáceas

A distribuição das espécies de plantas em seus ambientes naturais é determinada por variações dos fatores ambientais no habitat como temperatura, salinidade e luz, por exemplo, sendo estas variações essenciais para o estabelecimento de cactáceas em seu habitat (RAMÍRERZ- PADILLA; VALVERDE, 2005). Stefanello *et al.* (2006) relataram que a temperatura ótima, para as sementes de cactáceas germinarem, está entre 15 a 30 °C. Isto leva a crer, que a germinação pode está relacionada com as características térmicas do ambiente onde as plantas estão inseridas (FERRAZ-GRANDE; TAKAKI, 2006).

Estudos tem demonstrado que a temperatura pode afetar o processo de germinação da seguinte forma: (1) temperaturas inferiores a 12°C e superiores a 28°C não favorecem a germinação de cactáceas, porque estas plantas apresentam respostas específicas as mudanças deste fator; (2) o tempo médio necessário para o início da germinação é reduzido com o aumento da temperatura; e (3) as respostas à temperatura dependem também da idade da semente (NOBEL, 2002). Meiado *et al* (2008) verificando a influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Pilosocereus cantigicola* subsp. *salvadorensis* (Werderm.) Zappi submetidas a duas temperaturas constantes de 25 e 30 °C sob fotoperíodo de 12 horas durante um período de 50 dias, observaram que na temperatura de 25 °C a germinação dessa espécie começou no 3° dia de experimento e foi observado no 6° dia a maior porcentagem de germinação. Por outro lado, quando as sementes foram colocadas na temperatura de 30°C, as sementes começaram a germinar a partir do 5° dia e a germinação máxima foi observada no 9° dia de experimento.

Outro fator que pode influenciar a germinação de sementes das cactáceas é a salinidade. Em ambientes áridos e semiáridos, a evaporação da água no solo é muito intensa deixando o solo mais salino prejudicando o desenvolvimento de várias espécies. Macena *et al.* (2018), avaliando as respostas da germinação e vigor de duas cactáceas da caatinga brasileira submetidas ao estresse salino, verificaram que para *Cereus jamacaru* a salinidade não foi um fator que interferisse na germinação, pois ao longo do experimento a planta foi demonstrando certa adaptação as diferentes concentrações salinas. *Pilosocereus gounellei* mostrou mais exigente a presença de de NaCl o que contribuiu para o seu maior desenvolvimento.

Além da temperatura e salinidade, a luz é um importante fator que influência na germinação das cactáceas. Meiado *et al.* (2010) verificando a influência das respostas de germinação de *Cereus jamacaru* sobre fatores ambientais observou que a espécie foi classificada como fotoblástica positiva com porcentagem de germinação na luz branca variando de $95,8 \pm 2,7\%$.

3.4 Germinação de cactáceas *in vitro*

As cactáceas podem ser multiplicadas tanto por sementes ou propagação vegetativa através de estacas ou brotos. A reprodução *in vitro*, por meio da germinação de sementes, é uma alternativa à multiplicação das cactáceas, proporcionando manutenção da variabilidade genética e o aumento da disponibilidade de mudas para os viveiristas e pecuaristas quanto para projetos que visem a conservação (CORREIA *et al.*, 2011).

As cactáceas são muito importantes para a sustentabilidade do bioma Caatinga, sendo utilizadas como fonte de alimentos, principalmente, nos períodos de estiagem pelo homem do campo. Além disso, podem ser usadas como plantas medicinais e ornamentais (COELHO *et al.*, 2015). Contudo, em decorrência da exploração e degradação de habitats, queimadas e coleta extrativista, suas espécies têm sido drasticamente afetadas e algumas estão incluídas nas listas de espécies ameaçadas de extinção (ZAPPI *et al.*, 2011). Deste modo, devido ao potencial uso destas espécies, ações relacionadas à sua propagação e conservação são extremamente necessárias (SILVA; FERREIRA, 2016).

É importante também destacar, que existem diferentes meios de cultura que são usados na germinação de cactáceas. O meio mais utilizado é o MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962). No entanto, Fabricante *et al.*, (2010), analisando a influência da temperatura e substrato na

germinação de *Cereus jamacaru*, verificaram que o uso de papel de filtro propiciou uma maior taxa de germinação quando comparado a outros tipos de substratos, como vermiculita e areia em quatro temperaturas diferentes (15, 20, 30 e 35 °C). Esta técnica, utilizada por Fabricante *et al.*, (2010), demonstra ser um facilitador no desenvolvimento de novas alternativas de cultivo *in vitro* nas espécies de cactáceas, evitando, assim, formas mais custosas nas práticas de germinação em laboratório.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Coleta e tratamento do material biológico

Para a realização dos testes de germinação e vigor de sementes das cactáceas do presente estudo, os experimentos *in vitro* foram conduzidos entre os meses de agosto a outubro de 2018, totalizando 75 dias. Inicialmente, antes das extrações das sementes, três frutos de mandacaru (*Cereus jamacaru* DC, Figura 1A) e três de xique-xique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & Rowley, Figura 1B), de duas áreas do Cariri Paraibano foram coletados. As áreas de coletas estão localizadas nos municípios de Serra Branca (07°29'00"S e 36°39'54"W) e de Sumé (07°40'18"S e 36°52'48"W), localizadas na Microrregião do Cariri Ocidental sob o Planalto da Borborema, de clima semiárido.

O Município de Serra Branca apresenta temperatura média anual de 27° C e índice pluviométrico variando de 220 a 430 mm anuais. O solo é do tipo pedregoso, raso, sendo encontrado a argila-silicosa. O relevo de planalto predominante com áreas moderadamente onduladas, apresentando topos redondos e alongados e pequenas declividades com pequenos vales secos e abertos (SOUZA, 2014). Na cidade de Sumé apresenta temperatura média de 24° C, apresentando solo e subsolo com baixa permeabilidade, o índice pluviométrico médio anual é de 600 mm. Sua formação geológica é do período arqueozóico com rochas vulcânicas e plutônicas (SOUZA *et al.*, 2012; ROCHA *et al.*, 2016).

Após coletados, os frutos foram encaminhados para o Laboratório de Cultura e Tecidos Vegetais (LACTV), CDSA/UFCG. Os frutos, em laboratório, foram triados e as sementes coletadas e tratadas. Para a separação das sementes a polpa dos frutos foi colocada em peneira e lavada em água corrente até a separação total das sementes. Após a triagem, as sementes foram colocadas sobre papel toalha por 24 horas em temperatura ambiente para secagem. Depois deste processo, elas passaram por um processo criterioso de seleção, identificadas e transferidas para um dessecador com sílica gel, evitando umidade e possível contaminantes.

Imagem 1 - Exemplos de plantas adultas de *Cereus jamacaru* DC., popularmente conhecida como ‘mandacaru’, e *Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & Rowley, popularmente conhecida como ‘xique-xique’, que tem ocorrência na região do Cariri do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil.



FONTE: Nordestinos Paulistanos (2018).

4.2 Assepsia da vidraria e das sementes

Após as sementes das cactáceas serem triadas, foram selecionadas 1.800 sementes, sendo 900 para cada espécie e distribuídas em 360 vidrarias com tampa rosqueada.

Antes do implante experimental, as sementes passaram por processo asséptico tomando como base a metodologia proposta por Silva & Ferreira (2016). Elas foram lavadas com água corrente e detergente neutro, a fim de se retirar o arilo da semente. Em seguida utilizou-se um béquer de 50 ml com álcool 70%, onde as sementes das cactáceas foram deixadas por 1 minuto. Depois elas foram transferidas para um frasco de vidro com tampa rosqueada e foi adicionado 20 ml de hipoclorito de sódio a 2,5% (NaClO), juntamente com 1 gota de detergente Tween 20, mantendo-se sobre constante agitação por 15 minutos. Após a agitação, as sementes foram levadas para a câmara de fluxo laminar e três enxágues foram realizados utilizando água destilada. Finalizado este procedimento, para cada frasco de vidro, foram distribuídas 5 sementes por frasco para serem posteriormente acondicionadas em câmaras de germinação com fotoperíodo de 12 horas.

4.3 Testes de germinação

Para realizar os testes de germinação foram utilizadas duas folhas de papel de filtro de café umidecidas com 5 mL de água destilada por frasco de vidro, servindo como substrato para as sementes, totalizando 720 folhas (OLIVEIRA; FILHO, 2009). Contrastamos a influência da temperatura e da salinidade utilizando cloreto de sódio (NaCl) *p/v*, estabelecendo gradientes de temperatura e sal. Foram selecionadas seis tipos de temperatura (15, 20, 25, 30, 35 e 40 °C) e seis concentrações salinas de 0 (controle), 16, 25, 33, 41 e 49 mMol.L⁻¹ de NaCl *p/v*. As concentrações de sal foram definidas tomando como base a metodologia adotada por Meiado *et al.* (2010) que utilizaram as respectivas concentrações para verificar respostas germinativas de *C. jamacaru* frente a estressores abióticos. Os frascos foram mantidos em câmaras de germinação de plantas e sementes com fotoperíodo de 12 em 12 h de luz, equipadas com lâmpadas do tipo LED de 10W. A protusão da radícula foi considerada como critério de sementes germinadas e avaliadas durante um período de 20 dias corridos para cada tratamento temperatura x salinidade (Figura 2A e B).

Imagem 2 - Sementes de (A) *C. jamaicaru* e (B) *P. gounellei* germinadas sob papel de filtro de café.



FONTE: Próprio autor, 2018

4.4 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado (6 x 6) com 6 temperaturas x 6 concentrações salinas, resultando em 36 tratamentos com 6 repetições de

300 sementes cada, sendo 150 para *C. jamacaru* e 150 para *P. gounellei*. O monitoramento das sementes foi realizado diariamente num período de 20 dias corridos, sendo utilizado a protusão da radícula (≥ 1 mm) como um critério para contagem das sementes germinadas.

Durante o período de avaliação das sementes considerou-se como critério a ser avaliado: germinação das sementes. Desta forma, as sementes passaram pelas seguintes avaliações:

a) Tempo médio de germinação – obtido através de monitoramentos diários até o décimo quinto dia após a sementeira e calculado através da fórmula, proposta por Labouriau (1983), com os resultados obtidos em dias.

$TMG = \sum (n_i t_i) / \sum n_i$, em que: TMG = tempo médio de germinação expresso em dias;

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

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

b) Germinabilidade - realizado no vigésimo dia após a sementeira, pela finalização do experimento levando em consideração as sementes que emitiram raiz primária. Os resultados foram expressos em porcentagem média com base no número de plântulas normais (BRASIL, 1992).

c) Índice de velocidade de germinação - foram somados o número de sementes germinadas a cada dia e dividido pelo número de dias entre a sementeira e germinação conforme a fórmula de Maguire (1962).

$IVG = (G_1/N_1) + (G_2/N_2) + (G_3/N_3) + \dots (G_N/N_N)$, em que:

IVG = índice de velocidade de germinação,

$G_1, G_2, G_3, \dots, G_N$ = número de sementes germinadas na primeira, segunda, terceira e últimas contagem;

$N_1, N_2, N_3, \dots, N_N$ = número de dias da sementeira da primeira, segunda e terceira contagem.

d) Índice de Sincronia de Germinação - é uma medida que avalia as sementes germinadas em um dado intervalo de tempo levando em consideração o grau de incerteza da germinação através de uma informação entrópica associada com a frequência de germinação (RANAL & SANTANA, 2006). Assim, temos:

$$E = -\sum_{i=1}^k f_i \log_2 f_i, \text{ onde:}$$

E = Índice de Sincronia de Germinação

f_i = frequência de germinação, expressa em $f_i = n_i / \sum_{i=1}^k n_i$, n_i : número de sementes germinadas por dia i , e k : último dia de observação.

4.5 Tratamento Estatístico

Durante o período de avaliação levou-se em consideração a germinação das sementes para as duas espécies de cactáceas estudadas. Foi verificado o tempo médio de germinação (TMG), a germinabilidade (G%), índice de velocidade de germinação (IVG) e índice de sincronia de germinação (E). Os limites destas medidas, associadas, são necessários para facilitar a interpretação e a tomada de decisões durante as comparações nos informando a dinâmica dos processos germinativos das espécies vegetais (RANAL; SANTANA, 2006). Desta forma, diferenças nos parâmetros germinativos entre as espécies foram testados aplicando ANOVA fatorial com nível de significância $\alpha \leq 0,05$. Através deste teste, foram verificadas as diferenças interativas entre Espécies x Temperatura x Salinidade, num esquema fatorial 2 x 6 x 6. As variâncias dos tratamentos foram testadas quanto à homogeneidade pelo teste de Shapiro-Wilk através dos resíduos dos modelos da ANOVA fatorial gerados, os quais mostraram não haver necessidade de transformar os dados (BANZATTO & KRONKA, 2006). O teste *post-hoc* de HSD de Tukey foi aplicado para verificar diferenças entre as médias dos tratamentos (Temperatura x Salinidade). Os valores foram expressos em média e desvio padrão. As análises foram conduzidas no software livre R versão 3.5.1 (R CORE TEAM, 2018) utilizando o pacote ‘*car*’ (FOX; WEISBERG, 2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos modelos lineares apresentados pela ANOVA fatorial mostraram homogeneidade na distribuição dos resíduos médios pelo teste de Shapiro-Wilk, não havendo necessidade de transformação dos dados brutos (Tabela 1). A ANOVA fatorial mostrou diferenças significativas nos padrões germinativos entre as espécies *Cereus jamacaru* e *Pilosocereus gounellei*. Dentre os fatores testados (Temperatura e Salinidade), a temperatura foi o principal fator que interferiu diretamente na germinação das duas espécies. Com exceção do índice de sincronia de germinação (*E*), houve interação espécie x temperatura nos índices de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) e germinabilidade (G%). A salinidade, durante o procedimento experimental e pelas concentrações utilizadas de NaCl/v, não foi um fator que interferisse no processo germinativo das sementes das duas espécies (ver Tabela 2).

Tabela 1 - Teste de Homogeneidade das variâncias de Shapiro-Wilk com os resíduos dos modelos da ANOVA fatorial. *E* - índice de sincronia de germinação; IVG - índice de velocidade de germinação; TMG - tempo médio de germinação.

Parâmetros	Teste de Shapiro-Wilk	
	W	P
<i>E</i>	0,98	0,31
IVG	0,98	0,62
TMG	0,98	0,4
G%	0,98	0,43

FONTE: Próprio autor, 2018

As Tabelas 3 e 4 apresentam os valores médios e de desvios padrões para as espécies estudadas. Observa-se que a espécie *C. jamacaru* obteve valores médios maiores de germinação em todos os parâmetros quando comparado a espécie *P. gounellei* para todas as temperaturas.

Ao longo do tratamento das temperaturas avaliadas, foram verificadas reações diferentes entre as temperaturas para cada parâmetro germinativo. No índice de sincronia de germinação (*E*) as principais diferenças observadas foram para as temperaturas de 15, 35 e 40 °C (Figura 3), não observando diferenças entre 20, 25 e 30 °C para as duas espécies. No entanto, os maiores

valores médios observados, para as duas espécies, foram na temperatura de 20 °C (*C. jamacaru*: 3,81±0,08; *P. gounellei*: 2,93±0,60).

Tabela 2 - Análise Variância Fatorial (ANOVA fatorial) mostrando diferenças entre os principais fatores testados: Espécies, Temperatura e Salinidade. *E* - índice de sincronia de germinação; IVG - índice de velocidade de germinação; TMG - tempo médio de germinação; e G% - germinabilidade. F = valor de Fisher; *p* = significância do modelo. *** < 0,001; * < 0,01; ns = não significativo.

Fatores	GL	Quadrados Médios (F) <i>p</i>			
		<i>E</i>	IVG	TMG	G%
Espécie	1	26,60 (82,37)***	74,82 (314,14)***	209,01 (31,89)***	37660 (303,19)***
Temperatura	5	4,00 (12,39)***	13,76 (57,75)***	51,31 (7,82)***	4663 (37,54)***
Salinidade	5	0,15 (0,47)ns	0,18 (0,73)ns	1,50 (0,22)ns	14 (0,11)ns
Espécie x Temperatura	5	0,60 (1,87)ns	5,61 (23,54)***	17,90 (2,73)*	1587 (12,77)***
Espécie x Salinidade	5	0,19 (0,58)ns	0,14 (0,59)ns	3,56 (0,54)ns	111 (0,89)ns
Resíduos	50	0,32	0,24	6,55	124

FONTE: Próprio autor, 2018

Para o índice de velocidade de germinação (IVG), as principais diferenças observadas, também, foi entre 15, 25, 35 e 40 °C, não observando diferenças significativas entre 20 e 30 °C para as duas espécies. Porém, os maiores valores médios na velocidade de germinação na temperatura de 20 °C (*C. jamacaru*: 4,94±0,25; *P. gounellei*: 1,19±0,59), ver Figura 4.

No tempo médio de germinação (TMG), podemos observar na Figura 5, que maioria das temperaturas influenciaram significativamente na resposta média de dias germinativos das sementes das cactáceas estudadas, com exceção nas temperaturas de 25 e 30 °C que tiveram valores médios próximos. O resultado destes dados é que se observa um menor tempo médio de germinação para *C. jamacaru* na temperatura de 20 °C (13,74±0,45) com menor variabilidade, enquanto uma maior variação do TMG nas temperaturas de 15, 35 e 40 °C. Para *P. gounellei* foi observado um melhor TMG nas maiores temperaturas com menor variação,

principalmente na temperatura de 35 °C (13,42±3,80) e 40 °C (13,37±3,46), o que pode indicar um melhor poder adaptativo desta espécie a flutuações maiores de temperatura no meio ambiente que se encontra, por exemplo, em ciclos de seca maiores que possam ocorrer no Bioma da Caatinga. Já *C. jamacaru* apresentou melhor TMG nas menores temperaturas, principalmente em 20 °C (ver Tabelas 3 e 4).

Tabela 3 - Parâmetros germinativos (*E* - índice de sincronia de germinação; *IVG* - índice de velocidade de germinação; *TMG* - tempo médio de germinação em dias; e *G%* - germinabilidade) submetidos a diferentes temperaturas constantes com fotoperíodo de 12h para a espécie *Cereus jamacaru*. Valores indicam média±desvio padrão.

Temperatura Constante (°C)	<i>Cereus jamacaru</i>			
	<i>E</i>	<i>IVG</i>	<i>TMG</i> (dias)	<i>G%</i>
15	3,21±0,25	1,95±0,50	16,32±0,70	82,66±2,06
20	3,81±0,08	4,94±0,25	13,74±0,45	99,33±1,63
25	3,72±0,07	3,26±0,27	14,41±0,39	76,67±11,97
30	3,82±0,07	4,62±0,64	13,84±0,49	92±5,05
35	3,20±0,86	1,80±0,70	13,42±3,80	44,67±15,88
40	2,39±0,75	0,48±0,47	13,37±3,46	20,67±15,68

FONTE: Próprio autor, 2018

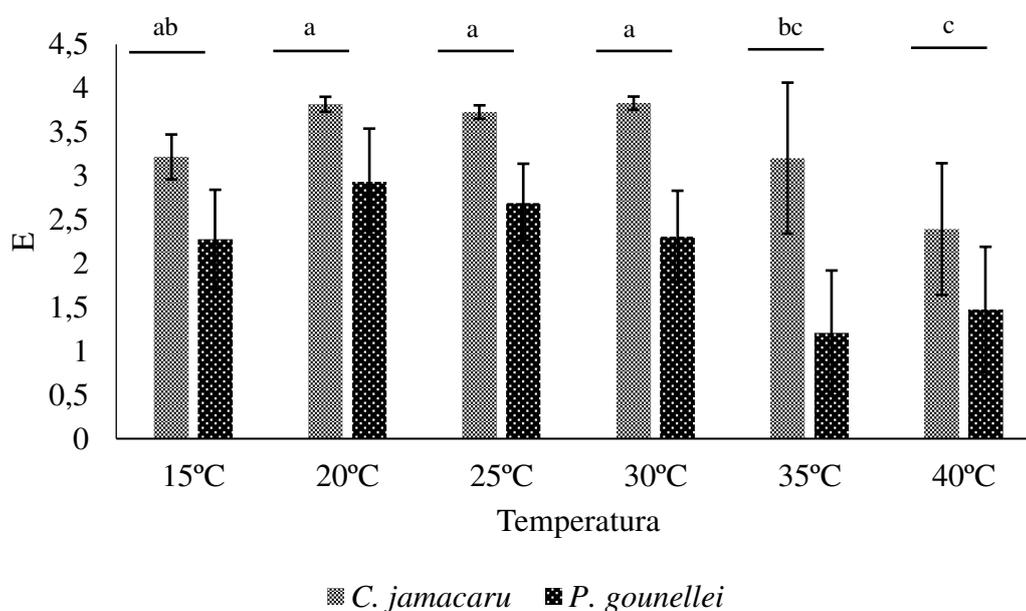
Para a Germinabilidade (*G%*), parâmetro este que expressa a porcentagem final de sementes germinadas, podemos observar que houve diferenças significativas para a maioria das temperaturas observadas, com exceção de 15 e 30 °C (Figura 6). Mais uma vez percebe-se que a principal diferença observada para *C. jamacaru* foi em 20 °C obtendo uma maior proporção de sementes germinadas, atingindo quase que a totalidade das sementes amostradas, estando os valores médios em 99,33±1,63 (ver Figura 6 e Tabela 3). *P. gounellei* obteve uma melhor germinabilidade final média nas temperaturas de 15 °C (37,3±14,0) e 20 °C (32,6±14,4). Porém, apesar de ter menor valor médio, a temperatura de 40 °C (14±6,57) obteve menor variação na germinabilidade, o que mostra uma maior resistência da espécie *P. gounellei* a temperaturas maiores (ver Tabela 4 e Figura 4) quando comparado a *C. jamacaru* que mostrou maior sensibilidade e menor poder germinativo nas maiores temperaturas, principalmente entre 35 e 40 °C.

Tabela 4 - Parâmetros germinativos (*E* - índice de sincronia de germinação; IVG - índice de velocidade de germinação; TMG - tempo médio de germinação em dias; e G% - germinabilidade) submetidos a diferentes temperaturas constantes com fotoperíodo de 12h para a espécie *Pilosocereus gounellei*. Valores indicam média±desvio padrão.

Temperatura Constante (°C)	<i>Pilosocereus gounellei</i>			
	<i>E</i>	IVG	TMG (dias)	G %
15	2,27±0,56	0,68±0,34	15,6±3,21	37,3±14,0
20	2,93±0,60	1,19±0,59	13,2±2,45	32,6±14,4
25	2,69±0,44	1,22±0,51	10,4±1,45	26±7,89
30	2,30±0,52	1,12±0,60	9,01±2,30	22,6±11,2
35	1,20±0,71	0,32±0,20	6,65±2,99	8,88±7,57
40	1,47±0,71	0,28±0,15	9,64±3,20	14±6,57

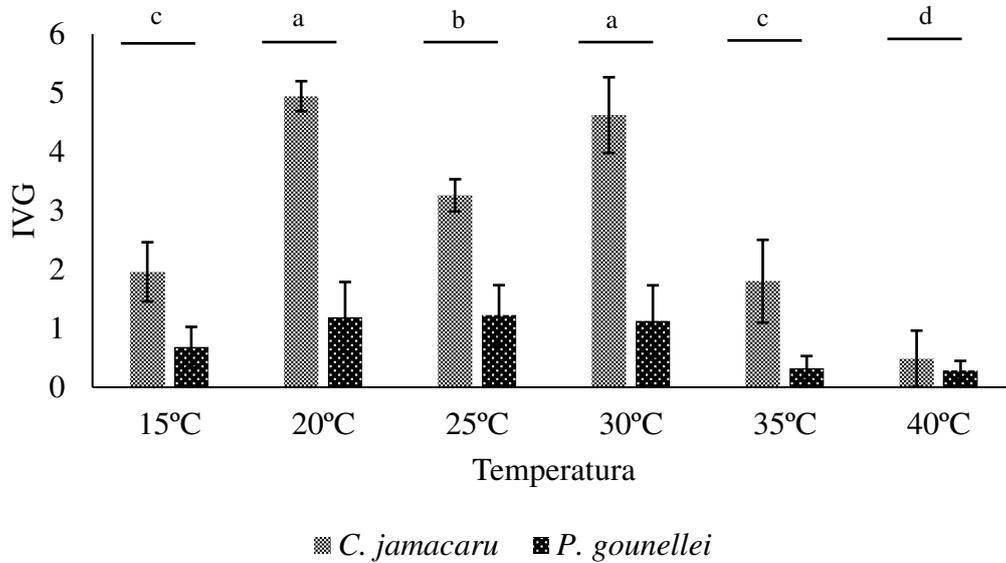
FONTE: Próprio autor, 2018

Figura 3 - Índice de sincronia de germinação (*E*) para as duas espécies de cactáceas estudadas (*Cereus jamacaru* e *Pilosocereus gounellei*). Valores expressos em média ± desvio padrão (barras de erro) para as seis temperaturas avaliadas. Letras representam teste a posteriori de Tukey HSD. Letras diferentes indicam resultados $p \leq 0,05$ de significância. Experimento de cada temperatura foi de 20 dias.



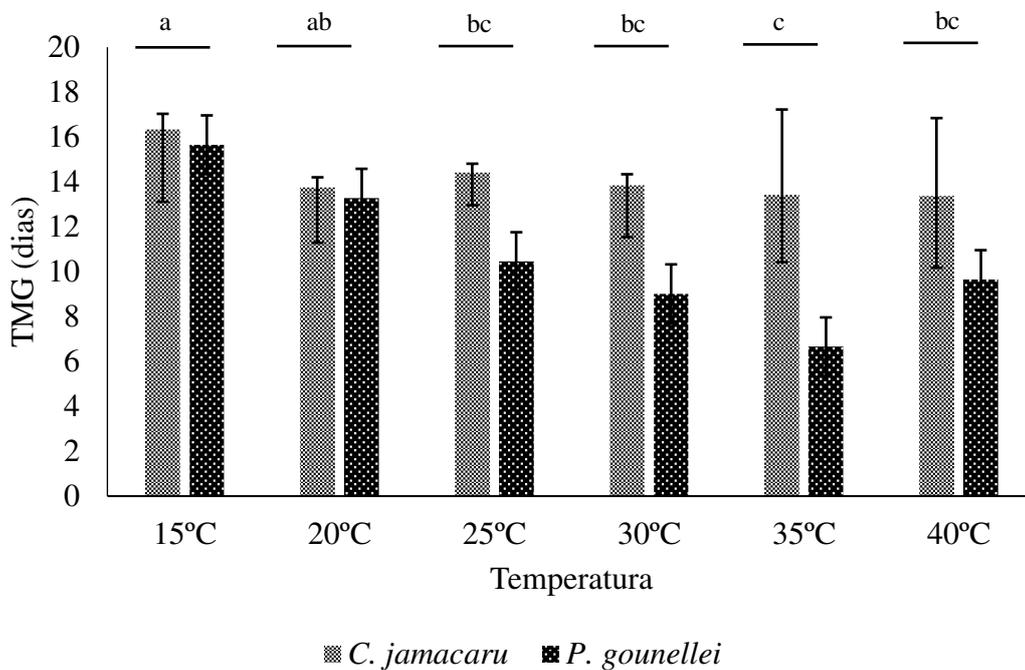
FONTE: Próprio autor, 2018

Figura 4 - Índice de velocidade de germinação (IVG) para as duas espécies de cactáceas estudadas (*Cereus jamacaru* e *Pilosocereus gounellei*). Valores expressos em média \pm desvio padrão (barras de erro) para as seis temperaturas avaliadas. Letras representam teste a posteriori de Tukey HSD. Letras diferentes indicam resultados $p \leq 0,05$ de significância. Experimento de cada temperatura foi de 20 dias.



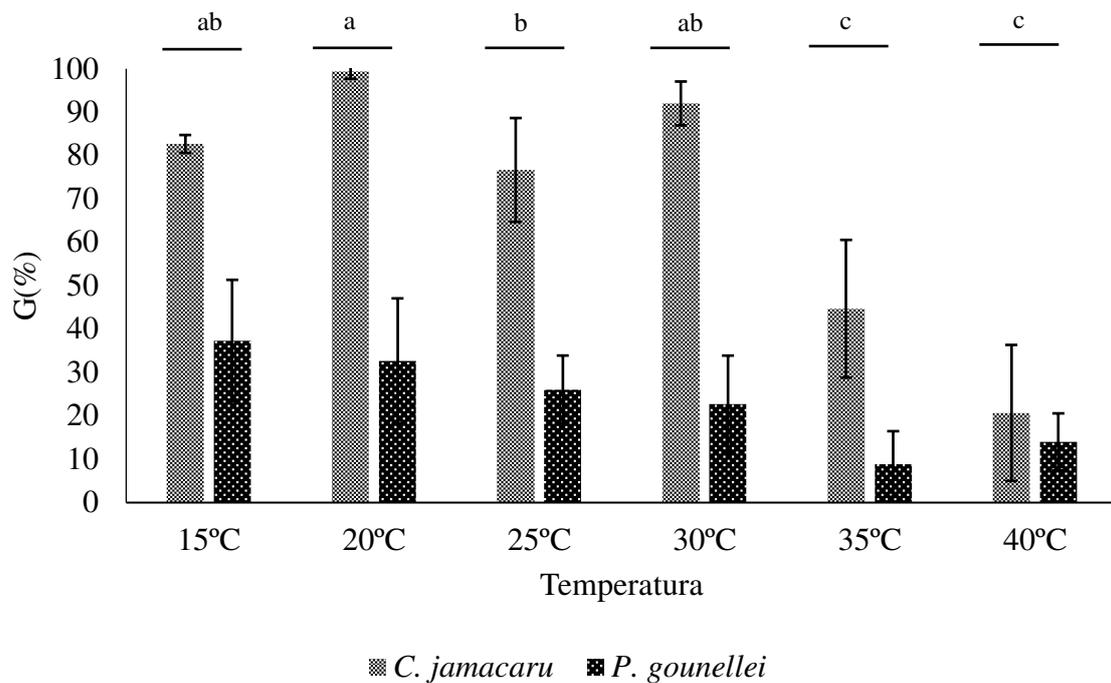
FONTE: Próprio autor, 2018

Figura 5 - Tempo médio de germinação (TMG) para as duas espécies de cactáceas estudadas (*Cereus jamacaru* e *Pilosocereus gounellei*). Valores expressos em média \pm desvio padrão (barras de erro) para as seis temperaturas avaliadas. Letras representam teste a posteriori de Tukey HSD. Letras diferentes indicam resultados $p \leq 0,05$ de significância. Experimento de cada temperatura foi de 20 dias.



FONTE: Próprio autor, 2018

Figura 6 - Germinabilidade (G%) para as duas espécies de cactáceas estudadas (*Cereus jamacaru* e *Pilosocereus gounellei*). Valores expressos em média \pm desvio padrão (barras de erro) para as seis temperaturas avaliadas. Letras representam teste a posteriori de Tukey HSD. Letras diferentes indicam resultados $p \leq 0,05$ de significância. Experimento de cada temperatura foi de 20 dias.



FONTE: Próprio autor, 2018

Podemos observar que as duas espécies sofreram influência da temperatura no processo germinativo e não a variação da salinidade, mostrando comportamentos diferentes ao longo do gradiente de temperatura avaliado, sendo a espécie *C. jamacaru* com um maior poder germinativo quando comparado a *P. gounellei*.

Meiado *et al.* (2010), avaliando respostas germinativas de *C. jamacaru* sobre diferentes fatores abióticos, verificaram que a espécie mostra uma sensibilidade a concentrações salinas superiores a 33mMol/L (-0.8MPa) de NaCl. No entanto, os resultados demonstrados no nosso estudo não mostraram nenhum efeito da salinidade no processo germinativo das duas espécies de cactáceas.

A alta salinidade do solo pode ser ocasionada pela alta evaporação e péssimas qualidades de drenagem, resultando em uma acumulação de sal (MASCARENHAS *et al.*, 2005), prejudicando o recrutamento e estabelecimento de espécies vegetais em locais salinos. Entretanto, as sementes de *C. jamacaru* e *P. gounellei* mostraram maior sensibilidade a temperatura do que a salinidade o que parece indicar que estas espécies são halotolerantes, fato este observado em outras espécies de cactáceas, como *P. pringlei* (NOLASCO *et al.*, 1996). Porém, é um fator que necessita ser mais bem testado para se entender a halotolerância no desenvolvimento das plântulas. Já que Romero-Schmidt *et al.* (2012) estudando o efeito da

salinidade na germinação de *Ferocactus peninsulæ* identificaram que estas plantas são sensíveis a salinidade, em que concentrações abaixo de 8mMol/L interferiram significativamente no processo germinativo desta espécie.

Com relação a temperatura, as espécies estudadas sofreram significativamente com a variação. Para *C. jamacaru* e *P. gounellei* as espécies apresentaram um melhor desenvolvimento germinativo entre as temperaturas de 20 a 30 °C. Porém, o que observamos é que *C. jamacaru* mostrou uma menor tolerância de germinação a menor temperatura (15 °C) e as maiores temperaturas (35 e 40°C) para todos os parâmetros germinativos avaliados. Diferentemente, *P. gounellei* parece mostrar uma maior resistência no desenvolvimento nas maiores temperaturas (35 e 40 °C) o que mostra o poder da espécie se adaptar a ciclos de secas maiores e mais quentes que ocorrem no semiárido do Nordeste do Brasil.

Meiado *et al.* (2010) tem discutido que *C. jamacaru* é uma espécie que parece apresentar um range adaptativo de acordo com o meio ambiente que ela está inserida. Por exemplo, trabalhos de germinação desenvolvido por outros autores (e.g. ROJAS-ARÉCHIGA; VÁSQUEZ-IANES, 2000) tem mostrado que *C. jamacaru* apresenta uma germinação ótima na temperatura de 25 °C. Porém, Meiado *et al.* (2010) encontraram um ótimo na germinação em 30 °C, enquanto no presente estudo *C. jamacaru* desenvolveu melhor em 20 °C. Esta resposta germinativa parece indicar que o habitat exerce forte influência na fisiologia da espécie e no seu estabelecimento no meio ambiente (SILVA *et al.*, 2014). Huey (1991) tem mostrado fortes evidências de que o habitat influencia nos atributos fisiológicos e ecológicos das espécies, principalmente, quando se considera espécies tipo ‘ectotérmicas’, são fortemente influenciadas pela temperatura dos habitats. A região do semiárido do estado da Paraíba, está dividida em microrregiões climáticas (Agreste, Brejo, Cariri, Sertão e Alto Sertão), por sua vez estas possuem regimes de temperaturas diferentes (SOUSA, 2006). A exemplo, o Cariri da Paraíba possui médias anuais de 20 °C, enquanto o sertão possui médias superiores de 30 °C (FRANCISCO *et al.*, 2015). Meiado *et al.* (2010) em seu trabalho com *C. jamacaru* coletaram sementes desta planta no sertão do estado de Pernambuco, município de Serra Talhada, em que as temperaturas médias anuais é de torno de 30 °C, estes autores encontraram um melhor poder germinativo nesta temperatura. Já no presente estudo, as sementes da espécie indicada foram coletadas nos municípios de Serra Branca e Sumé (Cariri Paraibano), cujas médias anuais são de 20 °C, o que pode indicar que esta espécie sofre influência direta do habitat que está inserida. No entanto, tanto neste estudo quanto o estudo desenvolvido por Meiado *et al.* (2010) *C.*

jamacaru mostrou uma maior sensibilidade em temperaturas extremas, o que pode interferir no processo de dispersão e estabelecimentos de novas populações no meio ambiente.

A espécie *P. gounellei*, apesar ter demonstrado menor poder germinativo que *C. jamacaru*, apresentou maior resistência as maiores temperaturas mostrando menor variabilidade nos parâmetros germinativos analisados (Tabela 4). Meiado (2012) reuniu informações sobre germinação de sementes de cactáceas do Brasil. Este autor menciona que *P. gounellei* apresenta ótima germinação em temperaturas de 30 °C, o que vem a corroborar com o presente trabalho e do poder resistente da espécie as temperaturas extremas elevadas.

As espécies estudadas são representantes endêmicas da Caatinga Brasileira. As cactáceas são conhecidas por resistirem ao estresse hídrico (MEIADO *et al.*, 2010), mas desconhece-se como estas plantas se adaptam frente ao contraste de outras variáveis abióticas (e.g. temperatura x salinidade). O presente estudo vem contribuir com novas informações das duas espécies estudadas, mostrando que *P. gounellei* se adaptou melhor as temperaturas maiores quando comparado a *C. jamacaru*. A não exigência a salinidade pode indicar que estas espécies são halotolerantes.

6 CONCLUSÃO

As repostas da germinação de sementes de *C. jamacaru* e *P. gounellei*, no presente estudo, podem ter um impacto direto no entendimento na distribuição e ocorrência destas espécies na Caatinga Brasileira. *C. jamacaru* e *P. gounellei* parecem demonstrar uma larga tolerância à salinidade. Enquanto, para temperatura *C. jamacaru*, apesar de mostrar maior poder germinativo, mostrou menor tolerância as temperaturas mais extremas (15, 35 e 40 °C), diferentemente de *P. gounellei* que apresentou maior resistência aos extremos de temperaturas.

A espécie *C. jamacaru* não é facilmente encontrada na Caatinga (MEIADO *et al.*, 2008), o que pode indicar um impacto direto das populações desta espécie com seu uso desregrado e até impactos diretos relacionados as mudanças climáticas globais podem está contribuindo para a redução, e até desaparecimento, da espécie no Bioma Caatinga como, por exemplo, eventos envolvidos com ciclos de secas mais longos e o aceleração da desertificação.

A espécie *P. gounellei*, tolerante as grandes flutuações de temperatura, pode elucidar a preferência no crescimento desta espécie em habitats mais arenosos até rochosos, em que as populações são mais facilmente encontradas na Caatinga do Nordeste Brasileiro. Além disso, o presente trabalho vem demonstrar a importância de se entender os processos germinativos de espécies nativas e endêmicas para fins de conservação e preservação da flora brasileira.

REFERÊNCIAS

ABUD, H. F.; GONÇALVES, N. R.; REIS, R. de. G. E.; PEREIRA, D. S.; BEZERRA, A. M. E. Germinação e expressão morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Pilosocereus pachycladus* Ritter. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p.468-474, jul-sert, 2010.

ALBUQUERQUE, U. P. de.; MEDEIROS, P. M. de.; ALMEIDA, A. L. S. de.; M, J. M.; N, E. M. de. F.; M, J. G. de.; S, J. P. dos. Medicinal plants of the caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil: A quantitative approach. **Journal of Ethnopharmacology**. v.114, n.3, p. 325–354, 2007.

ALBUQUERQUE, U. P. The Use of Medicinal Plants by the Cultural Descendants of African People in Brazil. **Acta Farmacéutica Bonaerense**. v.20, n.2, p. 139-144, 2001.

ALENCAR, N. L. M. **Fisiologia, bioquímica e morfologia da germinação de mandacaru (*Cereus jamacaru* D.C)** Dissertação de mestrado - Programa de Pós Graduação em Agronomia/ Fitotecnia, da Universidade Federal do Ceará (UFC), 2009.

ALENCAR, N. L. M.; GOMES-FILHO, E.; INNESCO, R. *Cereus jamacaru* seed germination and initial seedling establishment as a function of light and temperature conditions. **Scientia Agricola**. v.69, n.1, p. 70-74, 2012.

ALMEIDA, C. F. C. B. R.; LIMA, T. C.de. S.; AMORIM, E. L. C. de; MAIA, M. B. de. S.; ALBUQUERQUE, U. P. de. Life strategy and chemical composition as predictors of the selection of medicinal plants from the caatinga (Northeast Brazil). **Journal of Arid Environments**, v. 62, p. 127-142, 2005.

ALVES, C. M.; LUCENA, C. M.; SANTOS, S. S.; LUCENA, R. F. P.; TROVÃO, D. M. B. M. 2014. Ethnobotanical study of useful vegetal species in two rural communities in the semi-

arid region of Paraíba state (Northeastern Brazil). **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, n.34, p. 75-96, 2014.

ANDRADE, C. T. S.; MARQUES, J. G. W.; ZAPPI, D. C. Utilização medicinal de cactáceas por sertanejos baianos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.8, n.3, p.36-42, 2006.

AONA, L. Y. S.; M, M.; PANSARIN, E. R.; CASTRO, C. C. de; ZAPPI, D.; AMARAL, M. do. C. E. do. Pollination biology of three Brazilian species of *Micranthocereus Backeb.* (Cereaeae, Cactoideae) endemic to the “campos rupestres.” **Bradleya**, n.24, p.39-52, 2006.

ARAÚJO FILHO, L. J. O. **Manipulação da vegetação lenhosa da caatinga para fins pastoris. Sobral**; EMBRAPA- CNPQ, 1995. 18 p. (Circular Técnica, 11).

ARAÚJO, K. D.; DANTAS, R. T.; ANDRADE, A. P, PARENTE, H. N.; SILVA, E. E. Uso de espécies da caatinga na alimentação de rebanhos no município de São João do Cariri – PB. **RA'E GA**, Curitiba, n.20, p. 157-171, 2010.

BANZATTO, D. A. & KRONKA, S. N. Experimentação agrícola. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP. 2006. 237p.

BÁRBARA, E. P. S.; SILVA, A. A.; SOUZA, M. M. O. R.; GURGEL, Z. R. R.; MARCHI, M. N. G.; BELLINTANI, M. C. Germinação e criopreservação de sementes de cactos nativos da Bahia. **Gaia Scientia**, v. 9, n. 2, p. 91-96, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretária Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF, 1992. 365.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M. Efeito de diferentes substratos no desenvolvimento de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* Ritter), xique-xique (*Pilosocereus gounelli* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rolw.) e coroa-de-frade (*Melocactus bahiensis* Britton & Rose). **Revista Caatinga**, v.20, n.1, p.28-35, 2007.

CAVALCANTI, N. de. B.; RESENDE, G. M. de. Consumo de xique-xique (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. Ex Rolw) por caprinos no semiárida Bahia. **Revista Caatinga**, v.20, n.1, p. 22-27, 2007.

COELHO, P. J. A.; JÚNIOR, S. C. F. F.; NASCIMENTO, E. Coleta e conservação *ex situ* de cactáceas nativas do estado do Ceará. **Gaia Scientia**, v.9, n.2, p.183-192, 2015.

CORREIA, D. NASCIMENTO, E. H. S. do.; ARAÚJO, J. D. M.; ANSELMO, G. C.; COELHO, P. J. de. A. **Germinação de sementes de cactáceas *in vitro*** (Comunicado Técnico 181). Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011. 6p.

COUTO, J. M. F.; OTONI, W. C.; PINHEIRO, A. L.; FONSECA, E. P. Desinfestação e germinação *in vitro* de sementes de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n.5, p. 633-642, 2004.

DIAS, M. M.; NIETSCHKE, S.; PEREIRA, M. C. T.; MASTROGOLO, C. A. R. Emergência e desenvolvimento da cactácea rabo-de-raposa (*Arrojadoa spp*) em diferentes meios de cultura e recipientes. **Revista Ceres**, v.55, n.2, p.117-123, 2008.

FABRICANTE, J. R.; BEZERRA, F. T. C.; SOUZA, V. C.; FEITOZA, S. S.; ANDRANDE, L. A.; ALVES, E. U. Influência de temperatura e substrato na germinação e desenvolvimento inicial de mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.) **Agropecuária Técnica**, v. 31, n. 2, p 96–101, 2010.

FERRAZ-GRANDE, G.; TAKAKI, M. Efeito da luz, temperatura, e estresse de água na germinação de sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth, **Bragantia**, v. 65, p. 37- 42, 2006.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: Abrates, 1993. p. 137-174

FOX, J.; WEISBERG, S. An {R} Companion to Applied Regression. Second Edition. Thousand Oaks CA: Sage. URL. <http://socserv.Socsci.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion>, 2011.

FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M. de.; SANTOS, D.; BANDEIRA, M, M.; SILVA, L. L da. Variabilidade da temperatura média do ar no estado da Paraíba. In: **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia**, CONTECC, Fortaleza, Ceára, setembro, 2015.

GOMES, R. P. **Forragens fartas na seca**. 4 ed. São Paulo: Nobel, 1972. 233p.

HARPER, J. L. Population biology of plants. London, **Academic Press**. 1977.

HERNANDEZ, H. M.; GODINEZ, H. 1994. Contribucion al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. **Acta Botánica Mexicana**, n.26, abril, p.33-52, 1994.

<http://www.nordestinopaulistanos.com.br/2014/02/plantas-da-caatingado-nordeste.Html>. Acesso em 16/12/2018.

HUE, R. B. Physiological consequences of habitat selection. **The American Naturalist**, v. 137, june, 1991.

KIGEL, J. Seed germination in arid and semiarid regions. Pp. 645-699. In: Kigel, J. & Galili, G. (Eds). Seed development and germination. New York, Marcel Dekker, Inc. 1995.

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

LABOURIAU, L. G. **A germinação de sementes**. Washington: Secretária Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.

LIMA, A. C. **Estudo taxonômico de Cactaceae Juss. no estado da Paraíba**, Nordeste do Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Estadual da Paraíba. 2012. 65p.

LIMA, J. L. S. **Plantas forrageiras das caatingas- uso e pontencialidades**. EMBRAPA CPATSA/PNE/RB- KEM. PETROLINA. 1996. 43 p.

LIMA, R. B. S. et al. Primary metabolite mobilization during germination in rosewood (*Aniba rosaeodora* Ducke) seeds. **Revista Árvore**, v.32, n.1, p. 19-25, 2008.

LUCENA, C. M. de.; COSTA, G. G. da. S.; CARVALHO, T. K. N.; G, N. M.; QUIRINO, Z. G. M.; LUCENA, R. F. P. de. Uso e conhecimento de cactáceas no município de São Mamede Paraíba, (Nordeste do Brasil). **Revista de Biología e Farmácia (Biofar)**, v. Especial, p. 121-134. 2012.

LUCENA, C. M. de.; COSTA, G. M. da.; SOUSA, R. F. de.; CARVALHO, T. KELLY. N.; MARREIROS, N. de A. ALVES, C, A. N.; P, D. D.; LUCENA, R. F. P. de. Conhecimento local sobre cactáceas em comunidades rurais na mesorregião do sertão da Paraíba (Nordeste, Brasil). **Revista Biotemas**, v.25, n.3, p.281-291, setembro de 2012.

MACENA, R. A.; LUCENA, L. A. F. de; NOBREGA, F. F. de. F.; NASCIMENTO, A- V. S. do. **Respostas da germinação e vigor de duas espécies de cactáceas da caatinga brasileira sob estresse salino.** Trabalho Apresentado no Fórum Internacional do Meio Ambiente a Conferência da Terra. Artigo *in press*. 2018.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination ain in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.1, p. 176-177. 1962.

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

MARINHO, M. G. V.; SILVA, C. C.; ANDRADE, L. H. C. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais em área de caatinga no município de São José de Espinharas, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, v. 13, n.2, Botucatu, 2011.

MEDEIROS, R. L. S.; SOUZA, V. C.; AZEREDO, G. A.; PEREIRA, E. M.; NETO, M. A. B.; MEDEIROS, V. S.; BARBOSA, A. S. Germinação e vigor de sementes de *Pilosocereus catingicola* (Gürke) Byles & Rowley subsp. *salvadorensis* (Werderm.) Zappi (cactáceae) da Caatinga brasileira. **Gaia Scienta**, v.9, n.2, p 61-66, 2015.

MEIADO, M. V. Germinação de sementes de cactos do Brasil: fotoblastismo e temperaturas cardeais. **Informativo Abrantes**, v. 22, n.3, 2012.

MEIADO, M. V., ALBUQUERQUE, L. S. C., ROCHA, E. A., ROJAS-ARÉCHIGA, M., & LEAL, I. R. Seed germination reponses of *Cereus jamacaru* DC. ssp. *jamacaru* (Cactaceae) to environmental factors. **Plant Species Biology**. v.25 p.120-128, 2010.

MEIADO, M. V.; ALBUQUERQUE, L. S. C.; ROCHA, E. A. & Leal, I. R. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Pilosocereus catingicola* subsp. *salvadorensis* (Werderm.) Zappi (Cactaceae). Boletín de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas v.5, n.2, p. 9-12, 2008.

MEIADO, M. V.; MACHADO, M. C.; ZAPPI, D. C.; TAYLOR, N. P.; FILHO, J. A. S. Ecological attributes, geographic distribution and endemism of cacti from the São Francisco watershed. **Gaia Scientia**, v.9, n.2, p. 40-53, 2015.

MENDES, Z. R. Contribuições da família Cactáceae Juss. Para a diversidade de aranhas na Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, Santo André, SP, Brasil. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2016.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v.15, p.473- 497, 1962.

NASCIMENTO, E. H. S. do. **Crescimento inicial de mudas de *Pilosocereus gounellei* subsp. *gounellei* em diferentes substratos**. 2011. Monografia (graduação) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia, Curso de Agronomia, Fortaleza, CE, 2011.

NOBEL, P. S. **Cactus: Biology and Uses**. Univesity of California. 304 p. 2002.

NOGUEIRA FILHO, F. P.; FREITAS, M. A. C.; PEREIRA, M. S.; BEZERRA, A. M. E.; LACERDA, C. F. Efeito de diferentes níveis de salinidade na água de irrigação e da luminosidade no crescimento de *Plectranthus barbatus* ANDR. In: INOVAGRI International Meeting & WINOTEC – Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação, 4., 2012, Fortaleza-CE.

NOLASCO, H; VEJA- VILLASANTE. F; ROMERO-SCHIMIDT, H. L; DIAZ-RONDERO, A. The effects of salinity acidity, light and temperature on the germination of seeds of cardón (*Pachycereus pringlei* (S. Wats) Britton & Rose, Cactaceae) **Journal of Arid Enviroments**, v. 33, p. 87-94, 1996.

OLDFIELD, S. C. Cactus and succulent plants- IUCN/SSC Cactus and Succulent Specialist Group. **Switzerland and Cambridge**, UK, 2012 p, 1997.

OLIVEIRA, A. B. & GOMES-FILHO, E. Germinação e vigor de sementes de Sorgo forrageiro sob estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**. v.31, n.3: p. 48-56, 2009.

OLIVEIRA, E. R. 1996. Alternativas de alimentação para pecuária do semiárido nordestino. In.: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 6., 1996, Natal, RN. Anais... Natal: EMPARN. p.127-147.

ORTEGA-BAES, P.; SÜHRING.; SAJAMA, J.; PEDANO-ALONSO, M.; BRAVO, S.; GODÍNEZ- ALVAREZ, H. Diversity and Conservation in the Cactus Family. **Desert Plants**, p. 157-173, 2010.

PEREIRA, F. C.; LIMA, V. L. A.; MOREIRA, A. A. D.; ROCHA, C. S.; LIMA, A. K. V. O. Fenologia do xiquexique (*Pilosocereus gounellei*, A. Weber ex K. Schum.) cultivados em áreas degradadas no seridó Paraibano. **Revista Educação Agrícola Superior**, v. 28, n. 2, p. 85-91, 2013.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Agiplan, 1985

QUISEN, R. C.; ANGELO, P. C. S. da. Manual de procedimentos de laboratório de cultura de tecidos da Embrapa Amazônia Ocidental. (**Embrapa Amazônia Ocidental. Documento**; 61) 44 p, 2008.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em 16/12/2018

RAMÍRES- PADILLA, C. A.; VALVERDE, T. Germination responses of three congeneric cactus species (Neobuxbaumia) with differing degrees of rarity. **Journal of Arid Environments**, v. 61, p. 333-343, 2005.

RANAL, M. A., SANTANA, D. G. de. How and wht to measure the germination process? **Revista Brasileira de Botânica**. v.29, n.1, p.1-11, jan.-mar. 2006.

REBOUÇAS, R. B. **Cactodera cacti (Nematoda: Heteroderidae): ocorrência natural em mandacaru (Cereus jamacaru DC.) no Ceará e investigação de hospedeiras em cactáceas e hortaliças**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação)- Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 69 p, 2017.

RIBEIRO, J. M.; TEIXEIRA, S. L. Esterilização química de meios nutritivos para cultivo *in vitro* de plantas. **Embrapa Comunicado Técnico**. Petrolina: dezembro, 2008.

RIZZINI, C. T. Cactáceas: Os segredos da sobrevivência. **Revista Ciência Hoje**. v.5 n.30, p 30-37, 1987.

ROCHA, E. A.; AGRA, M. F. Flora do pico do Jabre, Paraíba, Brasil: Cactáceae Juss. **Acta Botânica Brasílica**, v.16, n. 1, p. 15-21, 2002.

ROCHA, L. C. A. da. Degradação ambiental no entorno da bacia hidráulica do açude de Sumé-PB. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental** (Pombal – PB – Brasil) v. 11, n.01, p.113 -122, jan-dez, 2016.

ROJAS-ARÉCHIGA, M.; VÁZQUEZ-YANES, C. Cactus seed germination: a review. **Journal of Arid Environments**, London, v. 44, n. 1, p. 85-104, 2000.

ROWLEY, G.; KIMNACH, M. **The new cactus lexicon**, v.78, n.6, p. 318- 319, 2006.

RUBLUO, A.; REYES J.; GARAY B.; BARRIOS E.; BRUNNER I. Métodos de propagación biotecnológicos y convencionales en cactáceas para zonas áridas. In: IZQUIERDO, J.; PALOMINO, G. (Ed.). **Técnicas convencionales y biotecnológicas para la propagación de plantas de zonas áridas**. Santiago: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, 1996. p. 4.

SALES, M. S. L. de; MARTINS, L. do. V.; SOUZA, I. de; DEUS, M. do. S. M. de; PERON, A. N. *Cereus jamacaru* de candolle (cactáceae), o mandacaru do Nordeste Brasileiro. **Revista Publication Uepg: Ciências Biológicas e da Saúde**, Ponta Grossa, v.20, n. 2, p. 135-142, jul./dez. 2014.

SANTOS, G. M.; CRUZ, J. D. D.; BICHARA-FILHO, C. C., MARQUES, O. M.; AGUIAR, C. M. (2007). The use of cactus fruit food resources by social wasp (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in an area of Caatinga (Ipirá, Bahia, Brazil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, p. 1052- 1056, 2007.

SBRISSA, F. C.; MELO. A. G. C. de. Caracterização morfológica e conservação de *Arthrocereus odoratus* F. Ritter. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal Re.C.E.F**, v.20, n.1, p. 19-28 ago, 2012.

SILVA, J. G. M. da.; LIMA, G. F. da, C.; AGUIAR, E. M. de.; REGÔ, M. M. T. Xique-xique e mandacaru na alimentação animal. **Emparn**, 32. p (Serie Documentos; 44), 2013.

SILVA, J. G. M. **Utilização de cactáceas nativas (*Cereus jamacaru* DC. e *Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) associadas à silagem de sorgo na alimentação de bovinos no Seridó Norte-Rio-Grandense**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1998. 88 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1998.

SILVA, K. A.; SANTOS, J. M. F. F.; ANDRADE, J. R.; LIMA, E. N.; ALBUQUERQUE, U. P.; FERRAZ, E. M. N.; ARAÚJO, E. L. The influence of microhabitat on the population dynamics of four herbaceous species in a semiarid area of northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 2014.

SILVA, L. R. da.; ALVES, R. E. Caracterização físico-química de frutos de mandacaru. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 199-205, abr-jun. 2009.

SILVA, M. M. A. de; FERREIRA, L. T. **Cultivo *in vitro* de plantas e suas aplicações em cactáceas**. Campina grande: INSA, p.32, 2016.

SILVA, T. S.; FREIRE, E. M. X. Abordagem etnobotânica sobre plantas medicinais citadas por populações do entorno de uma unidade de conservação da caatinga do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.12, n.4, p. 427-435, 2010.

SILVA, V. A. Diversidade de uso das cactáceas no Nordeste do Brasil: uma revisão. **Gaia Scientia**, v.9, n.2, p. 137-154, 2015.

SOUZA, A. C. B. de. (org). **História dos Municípios Paraibanos-** v.1 Campina Grande, EDUFPG, 2012. 100p.

SOUZA, B. I. de. **Cariri Paraibano: do silêncio do lugar à desertificação.** 2008. 198 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Geografia)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS- BR, 2008.

SOUZA, G. de. L.; **Análise de desempenho das culturas agrícolas da Paraíba,** 2006.

SOUZA, R. M. **A serra do jatobá como atrativo e potencial turístico do município de Serra Branca- PB.** Trabalho de conclusão de Curso. Universidade Estadual da Paraíba. 2014. 20p.

STEFANELLO, R.; GARCIA, D. C.; MENEZES, N. L.; WRASSE, C. F. Influência da luz, temperatura, e estresse hídrico na germinação e no vigor de sementes de anis. **Revista Brasileira de Agrociência,** v.12, p. 45-50, 2006.

TAYLOR, N . P.; ZAPPI, D. C. Distribuição de espécies de cactaceae na caatinga. In: SAMPAIO, E. V. S. B. *et al.* (Ed) Vegetação e flora da caatinga. Recife: **Associação de Plantas do Nordeste - APNE,** 2002. p.123-125.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany,** v. 91, p. 503-527, 2003

VIÉGAS, R.A.; SILVEIRA, J.A.G.; MELO, A.R.B.; LIMA JUNIOR, A.R.; QUEIROZ, J.E.; FAUSTO, M.J.M. Effects of NaCl-salinity on growth and inorganic solute accumulation of young cashew plants, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** Campina Grande, v.5, n.2, p.216-222, 2001.

Z Aidan, L. B. P.; Barbedo, C. J. S. Quebra de dormência em sementes. In. FERREIRA, A. G.; BORGHETT, F (eds). **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre, Artmed:, p. 251-262, 2004.

ZAPPI, D. C.; TAYLOR, N. 2008. **Diversidade e endemismo das Cactaceae na Cadeia do Espinhaço**. Megadiversidade. v.4, n. 1-2, p. 111- 116, 2008.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; SILVA, S.R.; MACHADO, M.; MORAES. E. M.; CALVENTE, A.; CRUZ, A.; CAROCCA, J.; ASSIS, J. G.; AONA, L.; MENEZES, M. O. T.; MEIADO, M.; MARCHI, M. N.; SANTOS, M. R.; BELLINTANI, M.; COELHO, P.; NAHOUM, P. I.; RESENDE, S. **Plano de ação para a conservação das cactáceas**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBIO, 112 p Série Espécies Ameaçadas, n. 24, 112 p., 2011.