

JORDÂNIA XAVIER DE MEDEIROS

***Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby: MORFOLOGIA DE FRUTOS,
SEMENTES, PLÂNTULAS, PLANTAS JOVENS E ECOFISIOLOGIA DA
GERMINAÇÃO**

RECIFE

Pernambuco - Brasil

Fevereiro – 2019

JORDÂNIA XAVIER DE MEDEIROS

***Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby: MORFOLOGIA DE FRUTOS,
SEMENTES, PLÂNTULAS, PLANTAS JOVENS E ECOFISIOLOGIA DA
GERMINAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Ciências Florestais da Universidade Federal
Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos
para obtenção do Título de Doutora em Ciências
Florestais.

Prof^ª. Dr^ª. Ana Lícia Patriota Feliciano – DCFL/UFRPE

Orientadora

Profa. Dra. Rejane Rodrigues da Costa e Carvalho – DEPA/UFRPE

Prof. Dr. Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira – DCFL/UFRPE

Co-orientadores

RECIFE

Pernambuco - Brasil

Fevereiro – 2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

M488s Medeiros, Jordânia Xavier de
Senna cana (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby: morfologia de frutos, sementes, plântulas, plantas jovens e ecofisiologia da germinação / Jordânia Xavier de Medeiros. - 2019.
127 f. il.

Orientadora: Ana Lícia Patriota Feliciano.
Coorientadores: Rejane Rodrigues da Costa e Carvalho, Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira.
Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Recife, BR-PE, 2019.
Inclui referências.

1. Leguminosa 2. Sementes - Morfologia 3. Germinação
4. Ecofisiologia vegetal 5. Leguminosa – Efeito da temperatura
6. Leguminosa – Efeito da luz 7. Leguminosa – Efeito do stress
I. Feliciano, Ana Lícia Patriota, orient. II. Carvalho, Rejane Rodrigues da Costa e, coorient. III. Ferreira, Rinaldo Luiz Caraciolo, coorient. IV. Título

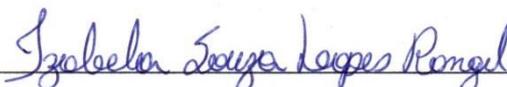
CDD 634.9

JORDÂNIA XAVIER DE MEDEIROS

***Senna cana* (Nees & Mart.) H. S. Irwin & Barneby: Morfologia de frutos,
sementes, plântulas, plantas jovens e ecofisiologia da germinação**

APROVADA em 26/02/2019

Banca Examinadora:



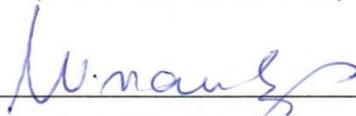
Prof^ª. Dr^ª. Izabela Souza Lopes Rangel

(Departamento de Agricultura/CCHSA/UFPB)



Dr^ª. Ladvânia Medeiros do Nascimento

(Jardim Botânico do Recife)



Prof^ª. Dr^ª. Vivian Loges

(Departamento de Agronomia/UFRPE)



Prof^ª. Dr^ª. Lúcia de Fátima de Carvalho Chaves

(Departamento de Ciência Florestal/UFRPE)

Orientadora:



Prof^ª. Dr^ª. Ana Lícia Patriota Feliciano

(Departamento de Ciência Florestal /UFRPE)

RECIFE

Pernambuco - Brasil

Fevereiro – 2019

Aos meus pais, Valquíria e Damião

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, minha fortaleza e escudo protetor, pela vida, bênçãos e coragem.

A minha família, em especial, Valquíria Xavier, minha luz, grande mãe e mulher guerreira, toda minha admiração, gratidão e amor; Ao meu pai, Damião Augusto, pelos incentivos, pelo carinho e apesar de tudo, por saber que mesmo distante, torce por mim; As minhas queridas irmãs, Arcângela e Juliana. Amo vocês demais!

A Professora Ana Lícia Patriota Feliciano, pela orientação, amizade, confiança depositada para conclusão do trabalho e, por me acolher com tanto carinho no momento certo. Nada acontece por acaso. Exemplo de grande mulher e profissional!

A Professora Valderez Pontes Matos, por iniciar minha orientação e me proporcionar à conclusão de mais uma etapa importante na minha vida! Grata pelos conhecimentos repassados e bons conselhos, pela confiança, sabedoria e amizade.

Aos co-orientadores, professora Rejane Rodrigues da Costa e Carvalho e professor Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira, pelas colaborações ao nosso trabalho.

As Professoras Lúcia de Fátima de Carvalho Chaves, Vivian Loges e Izabela Souza Lopes, pelas valiosas contribuições ao trabalho, pelo apoio ao longo dos anos e acima de tudo, pela amizade. Agradeço também a Eng. Florestal Ladivânia Medeiros do Nascimento, por aceitar o convite, pelas contribuições e carinho.

Ao companheiro de hoje e sempre, Rafael Leite Braz, pelo carinho, respeito, compreensão e por tudo que representou nessa fase da minha vida.

Aos meus amigos, anjos de quatro patas, meus pequenos, meus amores, Aquiles, Costelinha e Dóris, pelos bons momentos e doces lembranças durante os estresses.

Aos meus amigos, Lyanne, César, Ane, Fernanda, Tamires, Beto, Nanny, Maria, Tibério, Nailson, Nathan, Valdemir, Marília Oliveira, Marília Grugiki que participaram dessa jornada comigo e compartilharam bons e ótimos momentos. Gratidão pela amizade e descontração; Aos amigos-irmãos do laboratório de sementes, Jamile, João Tanajura, Juliana, Yana, Herla e Cássia, pela amizade, conselhos, brincadeiras para aliviar o estresse e ajuda nos momentos de desespero.

A CAPES pela concessão da bolsa; ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais (PPGCF); aos Departamentos de Ciência Florestal (DCFL) e Agronomia (DEPA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

A todos os queridos professores e funcionários do DCFL. Foi um enorme prazer conhecer vocês!

MEDEIROS, JORDÂNIA XAVIER DE. *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby: Morfologia de Frutos, Sementes, Plântulas, Plantas Jovens e Ecofisiologia da Germinação. 2019. Orientadora: Ana Lícia Patriota Feliciano. Co-orientadores: Rejane Rodrigues da Costa e Carvalho/Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira.

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo determinar o peso de mil sementes e número de sementes por fruto; descrever os aspectos morfológicos dos frutos, sementes, plântulas, fases da germinação, muda e as categorias de plântulas normais e anormais de *Senna cana*; recomendar tratamento(s) pré-germinativo(s) eficaz(es) na superação da dormência de sementes; indicar o(s) melhor(es) substrato(s), temperatura(s); estudar o efeito da luz para serem utilizados em testes de germinação e vigor e, avaliar o efeito dos estresses salino e hídrico sobre a germinação e vigor. Para o estudo morfológico foram realizadas descrições e ilustrações das características morfológicas dos frutos, sementes, fases de germinação, plântula e muda. O teor de água foi determinado pelo método de estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$, por 24 horas. Para superação da dormência das sementes, além da testemunha (sem tratamento), escarificação com lixa nº 100 para massa na parte oposta ao hilo, escarificação com lixa nº 100 para massa, seguida da embebição em água por 24 horas; embebição em água a 80°C até atingir a temperatura ambiente. Para o efeito do substrato e da temperatura, as sementes foram semeadas entre os substratos: vermiculita fina e média, areia, pó de coco, bagaço da cana-de-açúcar, papel toalha (organizado em rolos) e papel mata-borrão e nas temperaturas constantes de 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40°C , e temperatura alternada de $20\text{-}30^{\circ}\text{C}$ distribuídas em caixas plásticas transparentes (11 x 11 x 3,5 cm), todos sob luz contínua. Para avaliação da qualidade luz, as sementes foram submetidas a quatro regimes de luminosidade: branca, vermelha, vermelho-extremo e ausência de luz, todas por fotoperíodo de 24 h. O substrato foi umedecido com soluções aquosas em quantidades equivalentes a 2,5 vezes o peso do papel seco, equivalente aos potenciais osmóticos: -0,90; -0,68; -0,46; -0,34; -0,24; -0,13 e 0 MPa para o NaCl e -0,50; -0,38; -0,25; -0,19; -0,13; -0,06 e 0 MPa para o CaCl_2 . Na avaliação do estresse hídrico, o substrato papel mata-borrão foi umedecido com soluções de polietileno glicol (PEG 6000), utilizando-se os seguintes níveis de potencial osmótico: 0; -0,05; -0,1; -0,2; -0,4; -0,6 e -0,8 MPa. Os parâmetros avaliados foram: germinação e vigor (PC, IVG, TMG, CPA, CR, MSPA e MSR). Na superação da dormência das sementes de *S. cana*, recomenda-se a escarificação mecânica, utilizando lixa para massa nº 100. Para realização de testes de germinação e vigor da espécie estudada recomenda-se temperatura alternada de $20\text{-}30^{\circ}\text{C}$ combinada com o substrato papel mata-borrão. As sementes germinaram em todas as condições de luminosidade ofertadas, porém pode ser considerada como fotoblástica positiva preferencial. O aumento da concentração de NaCl e CaCl_2 na solução provocou redução do potencial hídrico do solo, induzindo nas sementes menor capacidade de absorção de água, o que resultou em baixo potencial germinativo das sementes quando comparado ao tratamento controle. Considerada glicófita pouco tolerante ao sal, com limite máximo de tolerância ao NaCl entre -0,13 e -0,68 MPa e para CaCl_2 a -0,06 e -0,50 MPa. O PEG 600 não favoreceu a germinação de sementes de *S. cana*. É uma espécie pouco tolerante ao estresse hídrico com limite máximo de germinabilidade a -0,2 MPa.

Palavras-chave: espécie nativa; vigor de sementes; dormência; temperatura; luz; estresses

MEDEIROS, JORDÂNIA XAVIER DE. *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby: Morphology of Fruits, Seeds, Seedlings, Young Plants and Ecophysiology of Germination. 2019. Orientadora: Ana Lícia Patriota Feliciano. Co-orientadores: Rejane Rodrigues da Costa e Carvalho/Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira.

ABSTRACT

The objective of this study was determine the weight of one thousand seeds and number of seeds per fruit; to describe the morphological aspects of fruits, seeds, seedlings, germination stages, seedlings and the normal and abnormal seedlings of *Senna cana*; recommend effective pre-germinative treatment (s) in overcoming seed dormancy; indicate the best substrate (s), temperature (s); to study the effect of light to be used in tests of germination and vigor and to evaluate the effect of saline and water stress on germination and vigor. For the morphological study, descriptions and illustrations of the morphological characteristics of fruits, seeds, germination, seedling and seedling phases were carried out. The water content was determined by the oven method at $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$, for 24 hours. In order to overcome dormancy of the seeds, in addition to the control (without treatment), scarification with sandpaper nº 100 for mass in the opposite part of the thread, scarification with sandpaper nº 100 for mass, followed by imbibition in water for 24 hours; immersing in water at 80°C until reaching room temperature. For the substrate and temperature effects, the seeds were seeded between the substrates: fine and medium vermiculite, sand, coconut powder, sugarcane bagasse, paper towel (organized in rolls) and blotting paper and constant temperatures of 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40°C , and alternating temperature of $20\text{-}30^{\circ}\text{C}$ distributed in transparent plastic boxes (11 x 11 x 3.5 cm), all under continuous light. In order to evaluate the light quality, the seeds were submitted to four regimes of luminosity: white, red, red-extreme and absence of light, all by photoperiod of 24 h. The substrate was moistened with aqueous solutions in amounts equivalent to 2.5 times the dry paper weight, equivalent to osmotic potentials of 0.90; -0.68; -0.46; -0.34; -0.24; -0.13 and 0 MPa for NaCl and -0.50; -0.38; -0.25; -0.19; -0.13; -0.06 and 0 MPa for CaCl_2 . In the evaluation of the water stress, the substrate paper blotter was moistened with solutions of polyethylene glycol (PEG 6000), using the following levels of osmotic potential: 0; -0.05; -0.1; -0.2; -0.4; -0.6 and -0.8 MPa. The evaluated parameters were: germination and vigor (first count, IVG, TMG, CPA, CR, MSPA and MSR). To overcome the dormancy of the seeds of the *S. cana*, mechanical scarification is recommended, using sandpaper for mass nº 100. To perform germination and vigor tests of the species studied, it is recommended to alternate temperature of $20\text{-}30^{\circ}\text{C}$ in combination with the substrate blotter paper. The seeds germinated in all light conditions offered, but it can be considered as preferential positive photoblastic. The increase of the NaCl and CaCl_2 concentration in the solution caused a reduction in the water potential of the soil, inducing a lower water absorption capacity in the seeds, which resulted in a lower seed germination potential when compared to the control treatment. It is considered a low salt tolerance glycoprotein with a maximum NaCl tolerance of -0.13 and -0.68 MPa and for CaCl_2 at -0.06 and -0.50 MPa. The PEG 600 did not favor the germination of *S. cana* seeds. It is a species tolerant to water stress with maximum germinability limit of -0,2 MPa.

Keywords: native species; seed vigor; numbness; temperature; light; stresses

SUMÁRIO

RESUMO	
ABSTRACT	
1 INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 FAMÍLIA FABACEAE	17
2.2 O GÊNERO <i>Senna</i> Mill.	18
2.3 A ESPÉCIE <i>Senna cana</i>	21
2.4 IMPORTÂNCIA DOS ESTUDOS MORFOLÓGICOS	23
2.5 FATORES QUE AFETAM A GERMINAÇÃO	24
2.5.1 DORMÊNCIA.....	24
2.5.2 TEMPERATURA E SUBSTRATO	25
2.5.3 LUZ.....	27
2.5.4 ESTRESSE HÍDRICO	30
2.5.5 ESTRESSE SALINO	32
3 REFERÊNCIAS	34
CAPÍTULO 1 - MORFOLOGIA DE FRUTO, SEMENTES, PLÂNTULAS E MUDAS DE <i>Senna cana</i> (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby	47
RESUMO	48
ABSTRACT	49
1 INTRODUÇÃO	50
2 MATERIAL E MÉTODOS	51
2.1 Caracterização da área de coleta dos frutos	51
2.2 Escolha das matrizes de <i>Senna cana</i>	53
2.3 Peso de mil sementes e número de sementes por quilograma.....	54
2.4 Caracterização morfológica do fruto, semente, germinação, plântula e muda	54
2.4.1 Morfologia do fruto	54
2.4.2 Morfologia da semente	54
2.4.3 Morfologia da germinação, plântula e muda	55
2.4.4 Critérios para definição de categorias de plântulas normais e anormais	56
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
3.1 Características morfológicas do fruto, semente, germinação, plântula e muda <i>Senna cana</i> (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby	57
3.1.1 Descrição morfológica do fruto	57
3.1.2 Morfologia da semente	58
3.1.3 Morfologia da germinação e plântula	60
3.1.4 Morfologia da muda	62
3.1.5 Descrição morfológica da plântula anormal	66
4. CONCLUSÕES	67
5. REFERÊNCIAS	68
CAPÍTULO 2 - PROTOCOLOS PARA ANÁLISE DE SEMENTES DE <i>Senna cana</i> (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby	71
RESUMO	72
ABSTRACT	73
1 INTRODUÇÃO	74
2 MATERIAL E MÉTODOS	75
2.1 Obtenção de Sementes e condução dos experimentos	75
2.2 Determinação do grau de umidade das sementes.....	76
2.3 EXPERIMENTO I: Superação da dormência de sementes de <i>Senna cana</i> (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby	76
2.4 EXPERIMENTO II: Efeito do substrato e temperatura na germinação de sementes de <i>Senna cana</i> (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby	77

2.5 EXPERIMENTO III: Qualidade da luz na germinação e vigor das sementes de <i>S. cana</i>	78
2.6 VARIÁVEIS AVALIADAS	79
2.6.1 Germinação	79
2.6.2 Vigor	79
2.7 Análises estatísticas	80
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
3.1 Teor de umidade das sementes de <i>Senna cana</i>	81
3.2 Métodos para superação da dormência de sementes de <i>Senna cana</i>	82
3.3 Efeito da temperatura e do substrato na germinação e vigor de sementes de <i>Senna cana</i>	86
3.4 Qualidade da luz na germinação e vigor de sementes de <i>Senna cana</i>	95
4 CONCLUSÕES	98
5 REFERÊNCIAS	99
CAPÍTULO 3 - EFEITO DO ESTRESSE SALINO E HÍDRICO NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE <i>Senna cana</i> (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby	105
RESUMO	106
ABSTRACT	107
1. INTRODUÇÃO	108
2. MATERIAL E MÉTODOS	109
2.1 Parâmetros avaliados	110
2.1.1 Germinação	110
2.2 Vigor	110
2.2.1 Primeira contagem (%).....	110
2.2.2 Velocidade de germinação	110
2.2.3 Comprimento da parte aérea e raiz	111
2.2.4 Peso de matéria seca da raiz e parte aérea	111
2.2.5 Tempo médio de germinação	111
2.3 Análises estatísticas.....	111
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	112
3.1 Efeito do estresse salino (NaCl e CaCl ₂)	112
3.2 Efeito do estresse hídrico	118
4. CONCLUSÕES	122
CONCLUSÕES GERAIS	127

LISTA DE FIGURAS CAPÍTULO 1

- Figura 1 - Mapa do Parque Nacional do Catimbau com a localização das matrizes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby.52
- Figura 2 - Mudanças de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, aos 120 dias após sementeira.56
- Figura 3 - Aspectos morfológicos de frutos de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby. A, B, C - Fruto fechado e detalhes dos tricomas nas extremidades. D - Disposição das sementes no fruto, mostrando o funículo.....58
- Figura 4 - Aspectos morfológicos das sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, Mem. A – Semente intacta. B - Semente, vista ventral. C - Detalhe da micrópila, hilo e funículo. D – Detalhe do desprendimento da testa em algumas sementes, após 48 h de embebição. E - Corte transversal da semente, após 48 h de embebição, mostrando endosperma e cotilédones. F – Eixo embrionário após 48 h de embebição. G – Posição do embrião na semente, após 48 h de embebição.60
- Figura 5 - Fases da germinação e formação da plântula de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, Mem. A, B, C - fases de desenvolvimento em que o tegumento encontra-se aderido aos cotilédones e alongamento gradual da raiz principal; alongamento do hipocótilo e da raiz principal, com; D - desenvolvimento das raízes secundárias e expansão dos cotilédones; E - início do desenvolvimento do epicótilo; F - plântula normal.62
- Figura 6 - Aspectos morfológicos da muda de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby. A - Aspecto da muda bem desenvolvida, com todas as estruturas normais; B - Detalhes da superfície do hipocótilo (Aspectos do colo e da base radicial); C – Aspecto do epicótilo, com detalhe da gema lateral e estípulas; D – Detalhe da glândula inserida na raque. E - Detalhe das glândulas observadas no primeiro par de folíolos. F – Detalhe da pluma foliar. G – Venação do folíolo.....63
- Figura 7 - Aspectos morfológicos da muda de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby. A – Detalhe da glândula (gl); B - Detalhe dos tricomas na folha: Face adaxial; C - Detalhe do ápice no ápice da folha (ap); D – Face abaxial.64
- Figura 8 - Aspectos morfológicos da muda de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby: A – Detalhe do início da formação da pluma foliar, pubescente e envolvida por estípulas; B – Detalhe das estípulas; C – Raque acanalada e pilosa (adaxial); D – Detalhe do hipocótilo.65
- Figura 9 - Aspectos morfológicos da muda de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby: A – Detalhe da pluma foliar (pl) e glândula (gl); B – Crescimento da folha pinada, face abaxial com tricomas adpressos seríceos (superfície brilhante, semelhante à seda); C – Face adaxial, verde escuro; D – Face abaxial, pubescente, cinéreo-rufo.....66
- Figura 10 - Plântulas anormais de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby: A - desenvolvimento apenas do hipocótilo e cotilédones, raiz desproporcional em relação às outras estruturas da plântula; B - enrolamento da raiz principal; C - cotilédones necrosados; D - hipocótilo curvado e enrolamento da raiz principal; E - hipocótilo curto e curvado sobre si; F - hipocótilo curto e grosso e raiz atrofiada.67

CAPÍTULO 2

Figura 1 - Bandejas contendo o substrato vermiculita dispostas sobre bancada (improvisadas) em casa de vegetação (A); plântulas de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby (B).77

Figura 2 - Detalhe dos gerbox contendo os substratos e papel tolha organizado em rolo, utilizado no experimento de temperatura e substrato, no Laboratório de Sementes do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE.....78

Figura 3 - Disposição do gerbox nas prateleiras do germinador (B.O.D) (A); Detalhe das plântulas nas diferentes condições de luz (B).79

Figura 4 - Primeira contagem da germinação (%) (A); Germinação (%) (B); Índice de velocidade de germinação (C) e Tempo médio de germinação (D) de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos para superação da dormência.84

Figura 5 - Comprimento da parte aérea (cm) (A); Comprimento da raiz principal (cm) (B); Massa seca da parte aérea (mg/pl) (C); e, Massa seca da raiz (mg/pl) (D), de plântulas oriundas de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos para superação da dormência.85

Figura 6 - Efeito de diferentes qualidades de luz na primeira contagem (PC%), germinação (%), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação em dias (TMG) de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby.....95

Figura 7 - Efeito de diferentes qualidades de luz sobre o comprimento da parte aérea (CPA) e raiz principal (CR) e acúmulo de massa seca da parte aérea (MSPA) e raiz (MSR) em plântulas de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby.....98

CAPÍTULO 3

Figura 1 - Primeira contagem (PC%), porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) em sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, em função de diferentes concentrações em soluções de cloreto de sódio (NaCl).....113

Figura 2 - Primeira contagem (PC%), porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) em sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, em função de diferentes concentrações em soluções de cloreto de cálcio (CaCl₂).....113

Figura 3 - Comprimento da parte aérea (cm) (A); Comprimento da raiz principal (cm) (B); Massa seca da parte aérea (mg/pl) (C) e Massa seca da raiz (mg/pl) (D), de plântulas oriundas de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, em função de diferentes concentrações em soluções de cloreto de sódio (NaCl).....115

Figura 4 - Comprimento da parte aérea (cm) (A); Comprimento da raiz principal (cm) (B); Massa seca da parte aérea (mg/pl) (C) e Massa seca da raiz (mg/pl) (D), de plântulas oriundas de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby em função de diferentes concentrações em soluções de cloreto de cálcio (CaCl₂).....116

Figura 5 - Primeira contagem (PC%), porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) em sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, submetidas a diferentes potenciais osmóticos induzidos pelo PEG (6000).....118

Figura 6 - Comprimento da parte aérea (cm) (A); Comprimento da raiz principal (cm) (B); Massa seca da parte aérea (mg/pl) (C) e Massa seca da raiz (mg/pl) (D), de plântulas oriundas de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, submetidas a diferentes potenciais osmóticos induzidos pelo PEG (6000).....121

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1 - Coordenadas geográficas das matrizes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, selecionada no Parque Nacional do Catimbau em Buíque – PE.....54

Tabela 2 - Valores mínimos (mm), máximos (mm), médios/ \pm desvio padrão (mm), amplitude (mm) e coeficiente de variação (CV%) para as variáveis: comprimento, largura e espessura de frutos de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby.....58

Tabela 3 - Valores mínimos (mm), máximos (mm), médios/ \pm desvio padrão (mm), amplitude (mm) e coeficiente de variação (CV%) para as variáveis: comprimento, largura e espessura de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby.60

CAPÍTULO 2

Tabela 1 – Primeira contagem (%) de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, submetidas a diferentes temperaturas e substratos87

Tabela 2 – Germinação (%) de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby submetidas a diferentes temperaturas e substratos.....88

Tabela 3 – Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, submetidas a diferentes temperaturas e substratos.....90

Tabela 4 – Tempo Médio de Germinação (TMG) de plântulas oriundas de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, submetidas a diferentes temperaturas e substratos.....91

Tabela 5 – Comprimento da parte aérea (cm) das plântulas oriundas da germinação de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, submetidas a diferentes temperaturas e substratos.....91

Tabela 6 – Comprimento da raiz primária (cm) das plântulas oriundas da germinação de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, submetidas a diferentes temperaturas e substratos.....93

Tabela 7 – Massa seca da parte aérea (mg/plântula) de plântulas oriundas de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, submetidas a diferentes temperaturas e substratos.....93

Tabela 8 – Massa seca da raiz principal (mg/plântula) de plântulas oriundas de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, submetidas a diferentes temperaturas e substratos.....94

1 INTRODUÇÃO

O processo de germinação é afetado por uma série de condições intrínsecas e extrínsecas, dentre as quais, umidade, temperatura, luz, oxigênio. No entanto, o conjunto dessas condições é essencial para que o processo se realize normalmente e, a ausência de uma delas impede o processo germinativo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Apesar do aumento no desenvolvimento de técnicas para permitir a melhor expressão do potencial germinativo das sementes, a maioria das espécies florestais nativas necessitam de informações silviculturais, principalmente às relacionadas com as condições apropriadas para que suas sementes germinem e, portanto, sem metodologia definida e recomendada para maioria delas.

Com intuito de orientar laboratórios da Rede Nacional de Laboratórios Agropecuários, credenciados junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), para realização de análise de sementes florestais, foi elaborado em 2013 as Instruções para Análises de Sementes de Espécies Florestais, com objetivo de emissão de Boletim de Análise de Sementes, estabelecendo também testes de germinação de espécies não contempladas nas RAS (BRASIL, 2013).

Essas instruções sugerem métodos para testes de germinação em sementes em relação ao tipo de substrato, temperatura, primeira contagem e contagem final da germinação e algumas recomendações para superação da dormência de 308 espécies florestais, entre estas, 256 nativas e 52 exóticas. Para o gênero *Senna*, estão descritas metodologias de apenas três espécies, sendo *Senna macranthera* (DC. Ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby (arbusto), *Senna multijuga* (Rich.) H.S.Irwin & Barneby (arbusto) e *Senna spectabilis* (DC.) H.S.Irwin & Barneby (árvore). Porém, para *Senna cana*, não existem estudos relacionados a métodos adequados para análise de sementes, tampouco relacionados a características morfológicas da espécie e estes têm merecido atenção no meio científico, tanto para preservação da espécie, como para sua utilização, com os mais variados interesses.

Implicando desta forma, na necessidade de medidas que conduzam à conservação de recursos naturais, de modo que devem ser desenvolvidos e incentivados estudos que contemplem espécies nativas para a preservação da biodiversidade, tornando-se importante reunir informações que caracterizem os aspectos ecológicos para sua propagação, em especial, os estudos sobre tecnologia de sementes.

Em relação aos estudos morfológicos, fornecem subsídios a pesquisas relacionadas à identificação de plântulas ou plantas de espécies ocorrentes em determinada área, bem como facilitam identificação de plantas normais e anormais em testes de germinação e contribuem para o estabelecimento do tempo de avaliação de plântulas em testes de laboratório (FERREIRA, 2013).

As pesquisas com espécies florestais sobre a morfologia e a qualidade das sementes, fornecem informações especialmente no que diz respeito à padronização, agilização, aperfeiçoamento e estabelecimento dos métodos adequados de análises específicas, principalmente, pelo fato de nas Regras para Análise de Sementes existirem prescrições para a condução do teste de germinação e indicação de tratamentos pré-germinativos para grande número de sementes de espécies cultivadas, porém, para espécies florestais nativas, este ainda é reduzido. (BRAGA JÚNIOR; BRUNO; ALVES, 2010).

O intuito do presente trabalho além de fornecer subsídios para pesquisas posteriores com *Senna cana*, recomenda a utilização de métodos adequados para testes de germinação em laboratório, uma vez que a espécie apresenta potencial medicinal (MONTEIRO, 2012), potencial para arborização viária urbana (SILVA et al., 2005) e é considerada espécie chave para a conservação de importantes agentes polinizadores (SOUZA et al., 2012).

Para caracterização e avaliação da qualidade fisiológica das sementes da espécie *Senna cana*, com sementes coletadas em áreas do semiárido pernambucano, o presente estudo teve por objetivo descrever morfológicamente os frutos, sementes, plântulas, fases da germinação, mudas; as categorias de plântulas normais e anormais; recomendar tratamento(s) pré-germinativo(s) eficaz(es) na superação da dormência de sementes; indicar o(s) melhor(es) substrato(s), temperatura(s); estudar o fotoperíodo e a qualidade da luz para serem utilizados em testes de germinação e vigor; e, avaliar a resposta germinativa e o vigor das sementes submetidas aos estresses salino e hídrico, uma vez que, os efeitos da salinidade e da deficiência hídrica sobre a germinação de sementes é fundamental para que se compreenda o estabelecimento de espécies vegetais em ambientes salinizados e/ou com pouca água disponível no solo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 FAMÍLIA FABACEAE

Fabaceae Lindl. (APG IV, 2016) é a designação de uma das três maiores famílias pertencentes às Angiospermas, anteriormente, conhecida por Leguminosae. Está distribuída em três subfamílias, de acordo com a classificação: Caesalpinioideae, Mimosoideae e Papilionoideae com 727 gêneros e 19.325 espécies (LEWIS et al, 2005), com distribuição cosmopolita e ampla variedade de formas de vida, ocorrendo no Brasil, 210 gêneros nativos e 2.694 espécies (1.458 endêmicas) (LIMA et al., 2010).

A família botânica Fabaceae é considerada uma das mais representativas na maioria dos ecossistemas brasileiros (SOUZA; LORENZI, 2005) e relatada como a família botânica melhor representada na Caatinga, com 293 espécies em 77 gêneros, constituindo, aproximadamente, um terço de todos os vegetais deste Bioma (QUEIROZ, 2006).

Em levantamentos florísticos realizados em áreas de vegetação Caatinga, Rodal et al. (1998), indicaram Fabaceae, como a família mais rica em espécies ao estudar um componente lenhoso de um refúgio vegetacional em Buíque – PE. De forma semelhante, Alcoforado-Filho et al. (2003), também a relacionaram como a maior família em lista de espécies de um trecho de vegetação caducifólia arbórea em Caruaru – PE. Em pesquisa no Parque Nacional da Serra da Capivara – PI, Fabaceae também apresentou o maior número de espécies distribuídas na área (LEMOS; RODAL, 2002) e, em levantamento realizado no município de Ilha Grande - PI, Santos Filho (2009), evidenciou a importância desta família para a flora local.

Estudo mais recente, com intuito de avaliar as diferenças florísticas e estruturais entre dois fragmentos contíguos de Caatinga sujeitos a intervenções antrópicas no município de Patos - PB, as famílias Fabaceae e Euphorbiaceae foram as mais ricas em espécies, em que, a primeira constituída por 10 espécies (duas destas, sendo *Senna* sp.), do total de 30 espécies lenhosas levantadas, concentrando o maior número de indivíduos nas áreas estudadas (SABINO et al., 2016).

Apresenta grande relevância para caracterização fisionômica dos diversos ambientes no domínio das Caatingas e alguns estudos enfatizam a distinção da flora de Fabaceae em diferentes sedimentos, ressaltando não apenas à riqueza, mas também à sua contribuição com o maior número de espécies endêmicas (QUEIROZ, 2006), estimulando uma nova visão em termos de florística e estudos de análise de similaridade para esta família (CÓRDULA, 2008).

Em termos ecológicos, a ampla distribuição de espécies da família Fabaceae está relacionada aos seus métodos de defesa (acúleos e tanino), bem como à eficiência na reprodução das espécies e à alta capacidade de distribuição, indispensável à manutenção do equilíbrio dos ecossistemas (AMORIM, 2014). Em razão disso, tem sido importante componente para a recuperação de áreas degradadas (SOUZA; LORENZI, 2008; NOGUEIRA et al., 2012) e na sustentabilidade de sistemas agroflorestais (FRANCO; RESENDE; CAMPELLO, 2012).

A família em questão possui relevante importância econômica, sendo numerosas espécies largamente utilizadas como alimento (PEA-UNESCO, 2015), forragem, fonte de madeira (GAMA, 2008), como ornamentais (MARTINS, 2009). Algumas também são utilizadas para a extração de gomas, resinas, óleos ou corantes (MARONI et al., 2006). Outra utilização refere-se à adubação verde, devido à capacidade de fixação de nitrogênio pelas bactérias simbióticas de suas raízes (FERNANDES et al., 2014).

2.2 O GÊNERO *Senna* Mill.

O segundo maior gênero da tribo Cassieae, subtribo Cassiinae com, aproximadamente, 300 espécies de distribuição Pantropical e nas Américas está representado por cerca de 200 espécies (LEWIS et al., 2005), com 80 espécies registradas no Brasil, em que 33 destas são endêmicas (BFG, 2015).

Conforme Dantas; Silva (2013) há pouca contribuição em relação à taxonomia das espécies de *Senna* ocorrentes no Brasil, uma vez que, após o estudo de Irwin e Barneby (1982), as contribuições à taxonomia das espécies de *Senna* que ocorrem no Brasil são relativamente escassas, com registros de estudos taxonômicos para a flora do Estado da Bahia (LEWIS, 1987), de Pernambuco (LIMA, 1999), Santa Catarina (BORTOLUZZI, 2004), Rio Grande do Sul (RODRIGUES et al., 2005) .

Estudo mais recente desenvolvido por Ferreira; Trovão; Melo (2015) com levantamento taxonômico de Fabaceae na Área de Proteção Ambiental (APA) do Cariri, Estado da Paraíba, identificou dentre os gêneros registrados, o *Senna* Mill., como o mais diversificado taxonomicamente. Outros estudos sobre referências taxonômicas, biogeográficas e ecológicas com *Senna* são encontradas nos estudos florísticos pontuais de Alves e Sartori (2009), Queiroz (2009), Silva e Tozzi (2010). O estudo de Santos (2006), avaliou a riqueza e a distribuição de plantas úteis no semiárido do nordeste brasileiro com base em 20

levantamentos fitossociológicos na Caatinga, em intervalo de 36 anos, constatando considerável representatividade de *Senna*, com sete espécies, entre as quais a *Senna rizzini* H. S. Irwin & Barneby., endêmica da Caatinga.

Algumas características comuns às espécies que compõem o gênero foram descritas por Queiroz (2009), como sendo formado por arbustos ou arvoretas, menos frequentemente ervas a subarbustos anuais, apresentando folhas paripinadas com dois a muitos pares de folíolos opostos; nectários extraflorais presentes ou ausentes, quando presentes, são sésseis ou estipitados, claviformes, com superfície secretora sempre convexa, localizados entre os pares de folíolos ou na base do pecíolo. Inflorescências em racemos axilares, agrupados em panículas amplas terminais; bractéolas ausentes. As flores pentâmeras, zigomorfas (pela corola e/ou pelo androceu) ou assimétricas; sépalas livres, em geral, fortemente graduadas, as internas maiores do que as externas; pétalas amarelas, a vexilar em geral um pouco mais larga do que as demais, às vezes, com uma das pétalas abaxiais assimétricas; estames curtos e estaminoidais, (6-7) estames férteis diferenciados em um conjunto de 4 estames centrais e (2-3) abaxiais maiores ou do mesmo comprimento dos 4 centrais; anteras deiscentes por 2 poros ou pequenas fendas apicais, glabras ou pubescentes, mas nunca ciliadas ao longo das suturas laterais; ovário cêntrico ou enantiofilico. O fruto quando indeiscente (ou tardiamente deiscente) é, geralmente carnoso e, quando deiscente é mais ou menos cilíndrico, nunca com deiscência elástica e então com valvas papiráceas a cartáceas abrindo-se inertemente para liberar as sementes. O Quadro 1 refere-se à pesquisa realizada sobre a ocorrência de espécies do gênero *Senna* na região nordeste.

Quadro 1 - Espécies do gênero *Senna* com ocorrência no Nordeste do Brasil.

Espécie	Ocorrência no Nordeste	Hábito
<i>Senna aculeate</i> (Pohl ex Benth.) H.S.Irwin & Barneby	Piauí	Arbusto
* <i>Senna acuruensis</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	Alagoas, Bahia, Pernambuco, Sergipe	Arbusto
<i>Senna acutisepala</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	Bahia	Arbusto
<i>Senna affinis</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	Bahia	Arbusto
* <i>Senna alata</i> (L.) Roxb.	Alagoas, Bahia, Ceará Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí	Arbusto
<i>Senna appendiculata</i> (Vogel) Wiersema	Alagoas, Bahia, Pernambuco, Sergipe	Arbusto
* <i>Senna aristeguietae</i> H.S.Irwin & Barneby	Bahia	Arbusto
* <i>Senna aversiflora</i> (Herb.) H.S.Irwin & Barneby	Alagoas, Bahia, Paraíba, Pernambuco	Arbusto

Continuação...

Continuação Quadro 1...

Espécie	Ocorrência no Nordeste	Hábito
<i>Senna bacillaris</i> (L.f.) H.S.Irwin & Barneby	Bahia, Maranhão, Pernambuco, Sergipe	Arbusto
<i>Senna biglandularis</i> A.O.Araujo	Bahia, Maranhão, Piauí	Arbusto
<i>Senna bracteosa</i> D.B.O.S.Cardoso & L.P.Queiroz	Bahia	Arbusto
* <i>Senna cana</i> (Nees & Mart.) H.S.Irwin & Barneby	Alagoas, Bahia, Maranhão Paraíba, Pernambuco, Piauí, Sergipe	Arbusto
* <i>Senna catinae</i> (Harms) L.P.Queiroz	Bahia	Arbusto
* <i>Senna cearenses</i> Afr.Fern.	Bahia, Ceará, Paraíba Pernambuco, Piauí	Arbusto
<i>Senna cernua</i> (Balb.) H.S.Irwin & Barneby	Bahia	Arbusto
* <i>Senna gardneri</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	Bahia, Piauí	Arbusto
<i>Senna formosa</i> H.S.Irwin & Barneby	Bahia	Arbusto
<i>Senna georgica</i> H.S.Irwin & Barneby	Alagoas, Bahia, Ceará Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí	Arbusto
* <i>Senna harleyi</i> H.S.Irwin & Barneby	Bahia	Arbusto
<i>Senna latifolia</i> (G.Mey.) H.S.Irwin & Barneby	Alagoas, Maranhão, Pernambuco, Piauí	Arbusto
* <i>Senna lechriosperma</i> H.S.Irwin & Barneby	Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Sergipe	Arbusto
* <i>Senna macranthera</i> (DC. Ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	Alagoas, Bahia, Ceará	Arbusto
* <i>Senna martiana</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte	Arbusto
<i>Senna mucronifera</i> (Mart. Ex Benth.) H.S.Irwin & Barneby	Bahia	Arbusto
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	Alagoas, Bahia, Maranhão, Rio Grande do Norte	Arbusto
<i>Senna neglecta</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby	Bahia	Arbusto
<i>Senna oblongifolia</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby	Paraíba	Arbusto
* <i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S.Irwin & Barneby	Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco Piauí, Rio Grande do Norte	Subarbusto
* <i>Senna occidentalis</i> (L.)	Alagoas, Bahia, Ceará Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe	Arbusto
* <i>Senna pendula</i> (Humb.& Bonpl.ex Willd.) H.S.Irwin & Barneby	Bahia, Maranhão, Paraíba, Pernambuco	Arbusto
<i>Senna phlebadenia</i> H.S.Irwin & Barneby	Alagoas, Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Sergipe	Arbusto
<i>Senna pilifera</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby	Alagoas, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte	Arbusto, Subarbusto

Continuação...

Continuação Quadro 1...

Espécie	Ocorrência no Nordeste	Hábito
<i>Senna pinheiroi</i> H.S.Irwin & Barneby	Alagoas, Bahia, Paraíba Pernambuco, Sergipe	Arbusto
<i>Senna polyphylla</i> (Jacq.) H.S.Irwin & Barneby	Bahia	Arbusto
<i>Senna quinqueangulata</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco	Arbusto, Árvore
<i>Senna reniformis</i> (G.Don) H.S.Irwin & Barneby	Bahia, Sergipe	Arbusto, Árvore
* <i>Senna reticulata</i> (Willd.) H.S.Irwin & Barneby	Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Piauí	Arbusto
* <i>Senna rizzinii</i> H.S.Irwin & Barneby(**)	Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí	Arbusto
<i>Senna rostrate</i> (Mart.) H.S.Irwin & Barneby	Bahia	Arbusto
<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S.Irwin & Barneby	Paraíba, Pernambuco	Árvore
<i>Senna rugose</i> (G.Don) H.S.Irwin & Barneby	Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Piauí	Arbusto
<i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S.Irwin & Barneby	Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão	Arbusto, Árvore
<i>Senna sophera</i> (L.) Roxb.	Bahia	Arbusto

(**) Espécie endêmica da Caatinga (SAMPAIO, 2002; GIULIETTI et al., 2002).

Fonte - (JBRJ, 2017); (QUEIROZ, 2009*)

2.3 A ESPÉCIE *Senna cana*

A espécie *Senna cana* (L.) H.S Irwin & Barneby (Fabaceae - Caesalpinioideae), nativa, não endêmica do Brasil é considerada espontânea em área de Caatinga, Campo Rupestre, Cerrado, Vegetação sobre Afloramentos Rochosos (SOUZA; BERTOLUZZI, 2015). Descrita por Lorenzi (2009) como pioneira, heliófita e seletiva xerófita.

Possui potencial medicinal, comprovando que *Senna cana* é uma fonte promissora de antioxidantes naturais (MONTEIRO, 2012) e potencial para arborização viária urbana (SILVA et al., 2005). Classificada como espécie perenifólia episódica, com eventos reprodutivos sazonais e altamente sincrônicos (floração intermediária no período chuvoso e frutificação longa no período seco) e tais características na floração, somadas à síndrome de melitofilia, configuram importantes estratégias para atração de visitantes florais, dentre os quais *Xylocopa frontalis* e *X. grisescens* foram classificadas como potenciais polinizadores (SOUZA et al., 2012).

Espécie popularmente conhecida como São João e/ou candieiro-preto, encontrando-se distribuída, principalmente, em áreas de cerrados e campos rupestre (QUEIROZ, 2009), referida por Irwin; Barneby (1982) para os estados da Bahia, Goiás, Minas Gerais e Espírito Santo, constituindo espécie polimórfica nos caracteres vegetativos e, baseados nestes, esses

autores reconheceram cinco variedades: *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S.Irwin & Barneby var. *cana*; *Senna cana* var. *calva* H.S.Irwin & Barneby; *Senna cana* var. *hypoleuca* (Mart. ex Benth.) H.S.Irwin & Barneby; *Senna cana* var. *phyllostegia* H.S.Irwin & Barneby; *Senna cana* var. *pilosula* H.S.Irwin & Barneby.

Na caatinga, apenas a variedade *cana* ocorre ocasionalmente, em regiões de transição Caatinga/Cerrado ou nas montanhas da Chapada Diamantina, sobre solo arenoso, em altitudes de 400 a 1000 m, apresentando floração e frutificação mais ou menos concomitantes. A *S. cana* é comumente confundida com a *S. lechriosperma*, diferenciando-se desta principalmente pelas dimensões menores das flores, estípulas e folíolos. Salientando também que nas plantas de Caatinga de *S. cana* var. *cana*, não há nectário entre o primeiro par de folíolos e, frequentemente, também entre o par distal, enquanto em *S. lechriosperma* um nectário está sempre presente entre o par proximal (QUEIROZ, 2009).

Figura 1 - Registro fotográfico de *Senna cana* H. S. Irwin & Barneby ocorrentes no Parque Nacional do Catimbau, Buíque – PE. Arbusto (A); Flores (B); Frutos verdes (C); Folha composta e estípulas (D); Caule (E).



Fonte: Medeiros (2019).

A *S. cana* apresenta porte médio, rápido crescimento, florescimento exuberante e muito ornamental, sendo indicada para o paisagismo em geral, em especial, na arborização

urbana de ruas estreitas sob redes elétricas (LORENZI, 2009). Seu potencial farmacológico também foi descrito, devido ação antioxidante e presença de substâncias anticolinesterásicas, no extrato das suas cascas (MONTEIRO, 2012).

Apesar de sua referida importância, não existem trabalhos com enfoque quanto ao vigor de sementes e ecofisiologia da germinação, bem como trabalhos relacionados à morfologia de frutos, sementes, plântulas e mudas que sirvam de base para seu reconhecimento em campo e como subsídios para trabalhos posteriores.

2.4 IMPORTÂNCIA DOS ESTUDOS MORFOLÓGICOS

Os estudos morfológicos em plantas contribuem para melhorar o conhecimento do processo reprodutivo das espécies, como também para a produção de mudas, sendo fundamental para compreensão do processo de estabelecimento da planta em condições naturais da floresta (GUERRA; MEDEIROS FILHO; GALLÃO, 2006). A morfologia do fruto, semente e plântulas auxilia na identificação botânica da espécie, interpretação dos testes de laboratório, identificação da espécie em bancos de sementes do solo, em formações florestais na fase de plântulas, nos estudos dos mecanismos de dispersão, sucessão e regeneração natural da espécie (MELO et al., 2004).

Diversos fatores contribuem para que haja desenvolvimento diferenciado dos componentes da semente, como embrião, tecidos de reserva e envoltórios, que podem variar entre e até mesmo dentro da própria espécie, seja pela forma, tamanho ou cor (ABUD et al., 2010). Desse modo, a caracterização morfológica das sementes permite a obtenção de informações sobre a germinação, bem como a identificação de dormência, como a ocasionada por tegumento impermeável, ou mesmo a dormência causada pela imaturidade do embrião (CASTELLANI et al., 2008).

O estudo dos caracteres, quanto à forma, biometria, e tipo de deiscência dos frutos, são indispensáveis para classificação, contribuindo tanto para a identificação das espécies, como sua distribuição geográfica e interações com a fauna (BARROSO et al., 1999).

Os elementos que podem contribuir na identificação mais precisa de espécies, refere-se ao conhecimento morfológico das características de sementes e da fase que antecede a germinação até o completo desenvolvimento da planta jovem (GURGEL et al., 2012). As informações sobre a germinação de espécies florestais representam a base da silvicultura e do manejo sustentado, pois permitem a classificação das espécies existentes nos bancos de

sementes do solo (SILVA et al., 2012). Em adição, a caracterização morfológica de plântulas pode indicar fatores reguladores da dinâmica ecológica, auxiliar em estudos silviculturais e ecológicos, especialmente em regiões tropicais onde ocorre heterogeneidade na composição florística (MONTORO, 2008).

Em relação à morfologia sobre plântulas de leguminosas, Duke e Polhill (1981) realizaram amplo estudo nesse sentido, no que concerne à terminologia, ecologia e aplicação taxonômica. Os autores ressaltaram que a morfologia de plântulas contribui para identificação em campo e ainda para delimitações genéricas e infragenéricas na família, o que também foi verificado por outros autores, entre os quais, Silva; Matos (1998), Oliveira (1999, 2001), Rodrigues; Tozzi (2007)

Pode-se também encontrar na literatura, trabalhos pontuais sobre o tema, como a pesquisa desenvolvida por Feliciano (1989), com dez espécies arbóreas do semiárido nordestino, sendo sete destas, pertencentes à Fabaceae; com *Senna multijuga* (Rich.) H. S. Irwin & Barneby (Fabaceae - Caesalpinioideae) (AMORIM et al., 2008; PINTO, 2013); *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong (Fabaceae - Mimosoideae) (BARRETTO; FERREIRA, 2011); *Poincianella bracteosa* (Tul.) L.P. Queiroz, *Poincianella gardneriana* (Benth.) L.P. Queiroz e *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz (Fabaceae - Caesalpinioideae) (FERREIRA, 2013); *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex. Benth.) (Fabaceae - Faboideae) (SILVA; COSTA, 2014) e, *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz (Fabaceae - Caesalpinioideae) (MENDONÇA et al., 2016).

Dessa forma, o estudo das características morfológicas e ecológicas contribui para a propagação das espécies, auxiliando na interpretação e padronização dos testes de germinação, favorecendo o conhecimento morfo-anatômico da espécie (OLIVEIRA; SCHLEDER; FAVERO, 2006), bem como fornecem subsídios para pesquisas posteriores.

2.5 FATORES QUE AFETAM A GERMINAÇÃO

2.5.1 DORMÊNCIA

A dormência é o mecanismo no qual a semente não germina, mesmo estando intacta, viável ou mesmo sob condições aparentemente favoráveis de suprimento de água, oxigênio, temperatura e luz (TORRES, 2008). Constitui uma característica adaptativa que distribui a germinação no tempo e no espaço, garantindo a disseminação e a perpetuação das espécies

vegetais nos diferentes ecossistemas (SILVA et al., 2008) e, ainda, representa eficiente estratégia de formação de banco de sementes no solo (REBOUÇAS, 2009). No entanto, embora a dormência aumente as chances de sobrevivência da espécie, ela dificulta a análise de sementes em laboratório e a produção de mudas em viveiros florestais.

Conforme Baskin; Baskin (2001), o impedimento da germinação, em sementes dormentes, pode estar relacionado aos fatores físicos, fisiológicos e morfológicos da semente, ou ainda ser uma combinação destes, propondo cinco tipos de dormência: 1 - Fisiológica, quando a presença de substâncias inibidoras ou ausência de substâncias promotoras no embrião impedem a germinação; 2 - Morfológica, quando o embrião não apresenta maturidade suficiente para germinar; 3 - Morfofisiológica, quando, além de subdesenvolvido, o embrião é fisiologicamente dormente; 4 - Física, caracterizada pela presença de tecidos extraembrionários que impedem a entrada de água ou trocas gasosas entre o embrião e o meio ambiente; 5 - Física-fisiológica, além de fisiologicamente dormente, ocorre a presença de tecidos extraembrionários impermeabilizantes.

A impermeabilidade do tegumento é observada em diversas famílias, mas, para a família Fabaceae, essa é uma característica frequente, principalmente nas espécies que ocorrem em área de Caatinga (MEIADO et al., 2012), sendo este tipo de dormência eliminado por tratamentos mecânicos ou químicos.

Em sementes de *Senna obtusifolia* (L.) H. S. Irwin & Barneby (Fabaceae - Caesalpinioideae) (BANDEIRA et al., 2018); *Senna occidentalis* (L.) Link (Fabaceae - Caesalpinioideae) (ASSUMPÇÃO et al., 2016) e *Senna macranthera* Collad. (MORAES; CASTRO, 2013) houve aumento significativo no potencial germinativo, através da escarificação química das sementes.

2.5.2 TEMPERATURA E SUBSTRATO

A temperatura influencia as reações bioquímicas dos processos metabólicos da germinação de maneira distinta: determinando a possibilidade de germinação, regulando a velocidade, uniformidade e definindo a porcentagem de germinação. Em relação ao substrato, alguns critérios devem ser considerados na escolha deste, a exemplo do tamanho da semente, exigência da espécie em relação à quantidade de água, tolerância ou não à luminosidade, facilidade de manuseio e avaliações durante a condução do teste de germinação (BRASIL, 2009b).

O substrato constitui o suporte físico para o acondicionamento das sementes, desempenhando a função de manter as condições favoráveis para que a germinação e o desenvolvimento das plântulas ocorram de forma satisfatória (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). A busca de conhecimentos sobre as condições ótimas para os testes de germinação das sementes, principalmente quanto aos efeitos da temperatura e do substrato, desempenha papel fundamental dentro da pesquisa científica, fornecendo valiosas informações sobre a propagação das espécies, assim como, as características do substrato como aeração, capacidade de retenção de água, grau de infestação de patógenos, dentre outros (GUEDES et al., 2011; MARTINS et al., 2011).

A determinação dos limites de temperatura mínima, ótima e máxima para germinação fornecem subsídios de interesse biológico e ecológico, auxiliando estudos ecofisiológicos e de sucessão vegetal. A temperatura ótima propicia porcentagem máxima em menor tempo, enquanto temperaturas máximas e mínimas ocasionam pequenas porcentagens de germinação ou morte do embrião não existindo, entretanto, uma temperatura ótima e uniforme para todas as espécies (MARCOS FILHO, 2015).

A germinação será favorecida dentro de certos limites de temperatura, em que, abaixo dos limites superior e inferior, não ocorrerá, por sua vez, dentro desses limites, existe uma faixa de temperatura, na qual a germinação ocorrerá com a máxima eficiência, ou seja, máximo de germinação dentro do menor período de tempo (OLIVEIRA, 2012). Ressaltando que as sementes apresentam comportamento variável, não havendo uma temperatura ótima e uniforme de germinação para todas as espécies (GUEDES et al., 2011).

Para a maioria das espécies, a temperatura ótima encontra-se na faixa de 15 e 30°C sendo, os limites extremos variáveis de máxima entre 35 e 40°C e, as mínimas geralmente inferiores a 15°C. As sementes de um grande número de espécies tropicais e subtropicais germinam na faixa entre 20 a 30°C (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Em testes de laboratório é possível observar que, existem espécies com melhor desempenho germinativo em temperaturas constantes, outras em temperaturas alternadas, que corresponde a uma adaptação às flutuações naturais do ambiente (ALVES; GODOY; CORRÊA, 2011; SILVA et al., 2017; OLIVEIRA, 2017) e existem ainda aquelas que germinam indiferentemente à temperatura (AZERÊDO et al., 2011; NASCIMENTO et., 2011). A faixa de 20 a 30°C, entretanto, tem-se mostrado adequada para a germinação de sementes de grande número de espécies subtropicais e tropicais, uma vez que estas são as

temperaturas encontradas nas regiões de origem em época propícia para a germinação (OLIVEIRA, 2012).

Dessa forma, diferentes respostas foram obtidas em função da temperatura e do substrato para espécies da família Fabaceae, a exemplo de Ferreira (2013), fez recomendações de semeadura para *Poincianella bracteosa* (Tul.) L. P. Queiroz, em temperaturas constantes de 25°C e substrato vermiculita, e de 20°C, o substrato papel mata-borrão; *Poincianella gardneriana* (Benth.) L. P. Queiroz, em temperaturas constantes de 25 e 30°C e semeadas nos substratos areia e vermiculita e *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz, em temperaturas constantes de 30°C e o substrato areia e bagaço de cana, de 25°C, com o substrato vermiculita. Já em sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth., o substrato adequado foi o papel toalha, mantido sob temperatura constante de 30°C (NOGUEIRA et al., 2013) e para *Parkia platycephala* Benth. (Fabaceae Mimosoideae), em que a utilização dos substratos vermiculita, areia, papel toalha e papel mata-borrão, mantidos sob a temperatura alternada de 25-35°C foram recomendados para realização de testes de germinação e vigor (SILVA et al., 2017).

2.5.3 LUZ

Diferentes comprimentos de ondas são observados na luz solar, a exemplo da luz vermelha (V), com comprimento de onda entre 600 e 700 nm e a luz vermelho-extremo (VE), comprimento de 700 a 800 nm. Ao passo que, o pigmento envolvido na sensibilidade a luz é denominado de fitocromo e as formas de fitocromo encontradas na literatura são descritas por Fv, para a luz vermelha - V, e Fve para o vermelho extremo - VE. O fitocromo Fv (inativo) é ativado pela luz vermelha, convertendo-se na forma Fve (forma ativa), promovendo a germinação da maioria das sementes fotoblásticas (MARCOS FILHO, 2015).

O estudo da luminosidade para avaliar o potencial de espécies nativas é de extrema importância, uma vez que a disponibilidade de luz constitui um dos fatores críticos para seu desenvolvimento e a eficiência do crescimento da planta pode estar relacionada com a habilidade de adaptação das plântulas às condições de luz do ambiente. (SCALON et al., 2002).

A luz é fundamental para que ocorra o processo fotossintético, por meio dela ocorre à conversão da energia luminosa para a química. A intensidade e a qualidade espectral da radiação desempenham papel essencial também no desenvolvimento morfológico das plantas,

proporcionando melhor eficiência do maquinário fotossintético na captação e na utilização da energia radiante. Cerca de 85 a 90% da radiação fotossinteticamente ativa (RAF) é absorvida pelos pigmentos primários especialmente nas regiões do azul e do vermelho e os processos biológicos ocorrem na faixa do espectro denominado luz visível que se encontra entre 400 e 700 nm, sendo este intervalo, a principal fonte de energia para a fotossíntese (VIEIRA et al., 2010).

Dessa forma, a fotossíntese é afetada pela luz, por meio de sua intensidade, qualidade e duração, mas, a intensidade constitui o fator de maior relevância, pois quando fora de um limite adequado, prejudica a fotossíntese, causando mudanças morfológicas e fisiológicas indesejáveis na planta (MORAES NETO et al., 2000). Porém, algumas espécies apresentam comportamentos indiferentes quanto às variações de luminosidade, e esta plasticidade tem fundamental importância na ecologia das mesmas, pois conseguem germinar nas condições de luz que encontram (AGUIAR et al., 2005).

Pode-se inferir que diferentes níveis de luminosidade causam mudanças fisiológicas e morfológicas na planta, e o sucesso tanto da germinação quanto das fases posteriores de desenvolvimento dependem da sua adaptação a esses diferentes níveis, o que está relacionado com as características genéticas e sua interação com o ambiente (MORAES NETO et al., 2000; SCALON et al., 2002), uma vez que, as informações sobre as respostas morfofisiológicas das plantas a condições distintas de luz podem ser críticas para determinar o seu potencial de crescimento, ocorrência e avaliar a sua capacidade competitiva em diferentes condições ambientais.

Em algumas espécies, a luz necessária para germinação das sementes é fortemente influenciada pela temperatura, sendo a faixa de temperatura dentro da qual as sementes podem germinar, característica de cada espécie (MARCOS FILHO, 2015). A exemplo da germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Allemão, em duas condições de luminosidade testadas (ausência e presença de luz), as mesmas não germinaram nas temperaturas de 10 e 40°C, no entanto apresentaram germinação satisfatória em 15 e 35°C, sendo estas duas últimas consideradas ótimas para testes com a espécie. Esse comportamento indica que a temperatura mínima para germinação encontra-se na faixa de 15°C e a temperatura máxima na faixa de 35°C, concluindo também que as sementes germinam em maior porcentagem na ausência de luz, podendo ser consideradas fotoblásticas negativas preferenciais (SILVA et al., 2002).

Outro método utilizado no estudo das necessidades luminosas em condições de viveiro refere-se ao sombreamento artificial, isolando e quantificando o efeito da intensidade luminosa, fornecendo às parcelas experimentais condições uniformes de iluminação, quando comparada aos estudos em condições naturais (REGO; POSSAMAI, 2006), em estudos realizados para algumas espécies como *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (sabiá) (CÂMARA; ENDRES, 2008); *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tull. (pau-ferro) (SANTOS et al., 2013) e *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam.) Urb. (pau-de-balsa) (SANTOS et al., 2014), estas se desenvolveram satisfatoriamente em condições de sombreamento. Outras preferem o cultivo a pleno sol, dentre elas, *Eugenia uniflora* L. (pitanga) (MARTINAZZO et al., 2007), *Erythrina velutina* Willd. (mulungu) (SANTOS; COELHO, 2013) e *Copaifera langsdorffii* Desf. (copaíba) (LOPES et al., 2013).

As pesquisas sobre a adaptação de espécies vegetais de diferentes composições florestais quanto à disponibilidade de luz, no seu ambiente de crescimento, são importantes por contribuir para o desenvolvimento de técnicas de plantio e manejo de mudas, na perspectiva de múltiplos usos da floresta. Algumas espécies são classificadas como tolerantes, ou seja, se adaptaram e dessa forma conseguem se desenvolver em condições de sombreamento, diferentemente das que são intolerantes ou heliófilas, que se desenvolvem melhor em plenas condições de luminosidade. Dessa forma, a sensibilidade de sementes a qualidade de luz é frequente, principalmente em espécies pioneiras e colonizadoras de clareiras, e também de espécies consideradas daninhas ou invasoras de culturas (LIMA et al., 2010).

Essas interações são importantes para a compreensão sobre o estado ecofisiológico das sementes, já que a quantidade de luz que o substrato permite chegar à semente pode ser responsável também, por diferentes respostas germinativas. Para algumas espécies florestais, como *Aspidosperma polyneuron* M. Arg. (Apocynaceae), as sementes germinaram sob os regimes de luz branca e vermelha-distante (SAKITA; SILVA; PAULA, 2007). Para a germinação de sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (HOLANDA et al., 2015) e *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. (ALVES et al., 2018), apresentaram-se indiferentes as condição de luminosidades submetidas, apresentando germinação na presença e ausência de luz.

2.5.4 ESTRESSE HÍDRICO

Para que a germinação ocorra e a plântula desenvolva normalmente, é essencial a disponibilidade de água para semente, uma vez que a água contribui para amolecimento do tegumento, intensificar a velocidade respiratória, induzir a atividade de enzimas e hormônios, favorecer as trocas gasosas, contribuindo ainda para regular a digestão, translocação e assimilação das reservas e divisão celular. A entrada da água na semente provoca aumento do volume do embrião e dos tecidos de reserva, o que resulta na ruptura do tegumento facilitando a protrusão da raiz primária. (MARCOS FILHO, 2015).

A escassez ou o excesso hídrica funcionam como fatores de estresse abiótico, limitando à germinação de sementes e estabelecimento de plântulas no campo, reduzindo a velocidade e percentagem de germinação, tornando-se mais graves à medida que aumenta a suscetibilidade das plântulas ao estresse durante a germinação e emergência, interferindo no desempenho individual das plantas em termos de germinação, sobrevivência, crescimento e interações bióticas nos diferentes ambientes de ecossistemas naturais (PADILLA; PUGNAIRE, 2007). Nesse contexto, a água desempenha papel fundamental, haja visto que, de sua absorção resulta a reidratação dos tecidos e consequente intensificação da respiração e ativação de todas as outras atividades metabólicas, que garantem a retomada do crescimento do eixo embrionário (MARCOS FILHO, 2015; OLIVEIRA, 2012).

Algumas espécies produzem sementes que germinam sob baixos potenciais hídricos, principalmente as pioneiras ou de rápido crescimento, que se caracterizam por produzirem sementes pequenas, com capacidade de tolerar ambientes mais secos, apresentando vantagem de estabelecimento em locais onde não sobreviveriam se fossem sensíveis à seca (TANG et al., 2009).

A intensidade da resposta germinativa ao estresse hídrico é variável entre as sementes de diferentes espécies. Diante disso, a utilização de soluções com diferentes potenciais osmóticos, simulando baixas condições de disponibilidade hídrica vêm sendo testada em laboratório para várias espécies da família Fabaceae, como por exemplo, com *Adenanthera pavonina* L. (FONSECA; PEREZ, 2003), *Bauhinia forficata* Link (FANTI; PEREZ, 1996); *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (PEREZ; FANTI; CASALI, 2001); *Ateleia glazioviana* (ROSA et al., 2005); *Mimosa tenuiflora* (Willd) Poiret (BAKKE et al., 2006); *Amburana acreana* (Ducke) A.C.Sm. (BELLO et al., 2008); *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (REGO et al., 2011); e *Parkia platycephala* Benth. (SILVA, 2015).

Vale ressaltar que tanto em sementes recalcitrantes como ortodoxas, o déficit hídrico reduz a porcentagem e a velocidade de germinação, sendo que, para cada espécie, existe um potencial hídrico mínimo, abaixo do qual a germinação é suprimida, denominado de limite máximo de tolerância a seca e, quanto mais amplo esse limite, maior será a habilidade competitiva e, mais ampla a distribuição geográfica da espécie (HARTMANN et al., 2011).

A primeira resposta ao déficit hídrico é a diminuição da turgescência, com redução do processo de crescimento em extensão da planta, e, algumas atividades dependentes da turgidez, como a expansão foliar e o alongamento das raízes, são as mais afetadas por esse tipo de estresse (LARCHER, 2006). Vale ressaltar também que, a inibição desse crescimento provoca uma redução da área foliar total e, conseqüentemente, uma redução na taxa transpiratória. Como resposta ao déficit hídrico, as plantas passam por mudanças fundamentais na relação da célula com a água e nos seus processos morfofisiológicos (PIMENTEL, 2005; CHAVES et al., 2004; CORDEIRO et al., 2009). Há restrição ao acúmulo de biomassa (SILVA; MATOS, 1998), prejudicando tanto o crescimento inicial das plantas como os estádios mais tardios, limitando a dimensão das folhas individuais, o número de folhas, por conseguinte a área foliar total, número e taxas de crescimento dos ramos e o crescimento do caule (KERBAURY, 2009; CORDEIRO et al, 2009).

A deficiência hídrica afeta o aparato fotossintético, provocando o fechamento dos estômatos, porém quando as plantas passam por ciclos de seca, estas podem desenvolver certa resistência à falta de água, mantendo a transpiração por períodos mais longos. Pode ocasionar a diminuição da produção de folhas, redução da área foliar, aceleração da senescência e abscisão foliar, como também o prolongamento da raiz para as zonas mais profundas do solo, aumentando a relação raiz/parte aérea, e a redução da produção de matéria seca (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Espécies que ocorrem em regiões de clima semiárido, conseqüentemente acometidas pela seca, podem sofrer modificações estruturais, anatômicas e morfológicas para evitar a perda de água pelas plantas, as quais vão refletir na fisiologia das mesmas, limitando a transpiração. Essas modificações anatômicas das folhas, associadas à desidratação pelo déficit hídrico, foram observadas por alguns pesquisadores (SAM et al., 2000; BURROWS, 2001; GRISAFI et al., 2004; LIU et al., 2007). Constatou-se também reduções nas taxas de transpiração quando aferidas as trocas gasosas de três plantas originadas da Caatinga, *Senna martiana* Benth. Irw. e Barn. (canafístula brava), *Parkinsonia aculeata* L. (espinheiro de Jerusalém) e *Senna occidentalis* L. (Link.) (fedegoso), em fase inicial de desenvolvimento sob

20 dias de déficit hídrico, bem como restrições na transpiração, em cerca de 82% nas plantas estressadas (variando de 0,79 a 1,69 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) (NOGUEIRA et al., 1998). Em sementes de *Schinopsis brasiliensis* Engl. (baraúna), observou-se reduções nas taxas de transpiração devido ao prolongamento do estresse em 20 dias de tratamento. Observou-se que os estômatos das plantas sob estresse severo fecharam aos 14 e 20 dias de tratamento, em que a transpiração era de 0,56 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e 0,50 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, respectivamente (NOGUEIRA; SILVA, 2002).

Conforme Trovão et al. (2007), algumas espécies ocorrentes na Caatinga apresentam adaptações fisiológicas às condições estressantes, sendo o estudo desses parâmetros importantes para o entendimento dos ecossistemas do semiárido, principalmente quanto ao estabelecimento das espécies vegetais neste ambiente, exteriorizando fenótipos condicionados pelo seu patrimônio genético, permitindo-lhes a permanência e, portanto, sua evolução nos ambientes, muitas vezes considerados inóspitos e inviáveis à sobrevivência.

Considerando as espécies ocorrentes na Caatinga, a deficiência de água no solo é um dos fatores que mais intervém no estabelecimento e sobrevivência das plântulas fazendo com que a maioria das espécies lenhosas inicie o processo germinativo no início da estação chuvosa, e algumas apresentam adaptações fisiológicas e morfológicas para enfrentar períodos de escassez de água no solo (FERREIRA; BORGHETTI, 2004), assim, as informações geradas por estes estudos servem de subsídios na definição da tolerância e capacidade de adaptação das espécies, uma vez que os fatores ambientais são decisivos no processo de germinação, além de úteis na orientação de futuros plantios quanto às áreas mais adequadas ao seu estabelecimento.

2.5.5 ESTRESSE SALINO

O estresse salino é uma das principais causas do crescimento inferior das plantas em regiões áridas e semiáridas (TESTER; DAVÉNPORT, 2003) e ocorre quando há o excesso de sais solúveis no solo, reduzindo o potencial hídrico e, conseqüentemente, impedindo a absorção de água pelas sementes e sistema radicular. Contudo, Taiz; Zeiger (2009) mencionaram que, enquanto muitas plantas são afetadas de forma adversa pela presença de níveis relativamente baixos de sal (glicófitas), outras podem sobreviver com altos níveis (plantas tolerantes ao sal) ou mesmo prosperar (halófitas) sob tais condições. De acordo com

os autores, os mecanismos pelos quais as plantas toleram a salinidade são complexos, envolvendo síntese molecular, indução enzimática e transporte de membrana.

Os elevados teores de sais podem inibir o processo germinativo, ocasionando prejuízos às demais fases do processo, reduzindo a velocidade e porcentagem de germinação e interferindo na formação de plântulas (MARCOS FILHO, 2015).

A redução do potencial osmótico e a ação dos íons sobre o protoplasma decorre, da alta concentração de sais no substrato, causando estresse na planta. A água é osmoticamente retida na solução salina, de forma que o aumento da concentração de sais à torna cada vez menos disponível para as plantas. Assim, com o aumento da salinidade ocorre diminuição do potencial osmótico do solo, dificultando a absorção de água pelas raízes (AMORIM et al., 2002; LOPES; MACEDO, 2008).

Uma das técnicas mais utilizadas para determinação da tolerância das espécies à salinidade é a simulação de condições de estresse salino em laboratório, utilizando soluções salinas em diferentes potenciais osmóticos e, estas informações também servem de base para a indicação da tolerância das espécies em estádios subsequentes do desenvolvimento, uma vez que, a observação da capacidade germinativa e suas alterações em relação ao controle, são utilizadas como importantes indicadores na definição do grau de tolerância das espécies às condições salinas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

As plantas respondem de maneira distinta à salinidade, sendo o grau de tolerância resultante da capacidade que estas apresentam em minimizar os efeitos desse estresse por meio de mecanismos específicos de adaptação. Estudos têm sido dirigidos à elucidação dos mecanismos de adaptação à salinidade, especialmente os referentes à fisiologia da resistência das plantas a tal condição de estresse e, um dos métodos mais difundidos refere-se à observação da porcentagem de germinação das sementes em meio salino (OLIVEIRA et al., 2008).

A capacidade de tolerância ao estresse salino pode ou estar relacionada à qualidade fisiológica das sementes ou, ser herdada geneticamente, que suportam os consequentes efeitos tóxicos e osmóticos (SILVA; GRZYBOWSKI; PANOBIANCO, 2016), em função por exemplo, do controle da aquisição e da alocação de sódio na planta, do reajustamento osmótico e de outros processos fisiológicos que variam de acordo com o genótipo (MARTINS; PEREIRA; LOPES, 2014), vigor e idade (ZHANG et al., 2014), morfologia (SOARES et al., 2015), e aos fatores ambientais (SHAIKH et al., 2013; CRUZ; ANDRADE; ALVES, 2016).

Dentre os sais solúveis predominantes nos solos salinos encontram-se os cloretos, - sulfatos e bicarbonatos de Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} (QADIR et al., 2007; HOLANDA et al., 2010). O aumento da concentração desses sais na solução, reduziu o potencial germinativo de muitas espécies, como no estudo realizado por Oliveira et al. (2007), em sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart ex Tul. por Betoni (2008), em sementes de *Myracrodruon urundeuva* Allemão, em que, a salinidade interferiu em todos os parâmetros avaliados; em *Dimorphandra mollis* Benth., houve redução do potencial hídrico com NaCl e CaCl_2 (MASETTO et al., 2014); para *Parkia platycephala* Benth., observou-se redução na germinação e vigor a medida que aumentou a concentração salina do KCl e NaCl no substrato (SILVA, 2015); e, em sementes de *Parapiptadenia zehntneri* M. P. Lima & H. C. Lima, também observou-se redução considerável na germinação à medida que as concentrações dos sais NaCl e CaCl_2 aumentaram (OLIVEIRA, 2017).

3 REFERÊNCIAS

- ABUD, H. F.; GONÇALVES, N. R.; REIS, R. G. E.; GALLÃO, M. I.; INNECCO, R. Morfologia de sementes e plântulas de cártamos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 41, n. 2, p. 259-265, 2010.
- AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; PINTO, M. M.; STANCATO, G. C.; AGUIAR, J.; NASCIMENTO, T. D. R. Germinação de sementes e formação de mudas de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil): efeito de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 6, p. 871-875, 2005.
- ALCOFORADO FILHO, F. G.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia arbórea em Caruaru, Pernambuco. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana –BA, v. 17, n. 2, p. 287-303, 2003.
- ALVES, M. M.; ALVES, E. U.; ARAÚJO, L. R.; LIMA, M. L. S.; URSULINO, M. M. Germination and vigor of *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw. seeds under different light and temperature conditions. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v.48, n.8, 2018.
- ALVES, C. Z.; GODOY, A. R.; CORRÊA, L. S. Adequação da metodologia para o teste de germinação de sementes de pitaia vermelha. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v.41, n.5, p.779-784, 2011.
- ALVES, F. M.; SARTORI, A. L. B. Caesalpinioideae (Leguminosae) de um remanescente de Chaco em Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 3, p. 531-550, 2009.
- AMORIM, I. L.; DAVIDE, A. C.; FERREIRA, R. A.; CHAVES, M. M. F. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e mudas de *Senna multijuga* var. *lindleyana* (Gardner) H. S. Irwin

& Barneby – Leguminosae Caesalpinioideae. **Revista Brasileira Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 507-516. 2008.

AMORIM, J. R. A.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; AZEVEDO, N.C. Efeito da salinidade e modo de aplicação da água de irrigação no crescimento e produção de alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 37, n. 2, p. 167-176, 2002.

AMORIM, L. D. M. **Fabaceae Lindl. da Floresta nacional de Assú, semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil**. 2014. 111f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) - Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, 2014. Disponível em: http://www.uern.br/controladepaginas/mestrado-dissertacoes-defendidas/arquivos/2212dissertaa%C2%A7a%C2%A3o_completa.pdf. Acesso em 20 nov. 2018.

APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.

ASSUMPCÃO, C. R. M.; PERINI, M. Superação de dormência em sementes de *Senna occidentalis* (L.). **Natureza on line**, Santa Teresa-ES, v. 14, n. 1, p. 045-047, 2016.

AZERÊDO, G. A.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V. Temperatura e substrato para a germinação de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, v. 39, n. 92, p. 479-488, 2011.

BAKKE, I. A.; FREIRE, A. L. O.; BAKKE, O. A.; ANDRADE, A. P.; BRUNO, R. L. A. Water and sodium chloride effects on *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret seed germination. **Caatinga**, Mossoró-RN, v. 19, n. 3, p. 261-267, 2006.

BANDEIRA, S. B.; MEDEIROS, G. H.; SILVA, A. A.; SARAIVA, I. R.; SOUZA, P. B.; ERASMO, E. A. L. Ecofisiologia da germinação de fedegoso *Senna obtusifolia* (L.) H. S. Irwin & Barneby. **Colloquium Agrariae**, São Paulo, v. 14, n.1, p.16-25. 2018.

BARRETTO, S. S. B.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de Leguminosae e Mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (Velloso) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Velloso) Morong. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 223-232, 2011.

BARROSO, G. M.; AMORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. 1999. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa: Editora da UFV, 1999. 443 p.

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. New York: Academic Press, 2001. 666 p.
BELLO, E. P. B.S. et al. Germinação de sementes de *Amburana acreana* (Ducke) submetidas a diferentes condições de temperatura e de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 30, n. 3, p. 16-24, 2008.

BETONI, R. **Salinidade e temperatura na resposta fisiológica de sementes e anatomia radicular de plântulas de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Sterculiaceae) e *Caesalpinia ferrea***

Mart. (Fabaceae). 2008. 101f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal da Grande Dourados, 2008. Disponível em: <http://files.ufgd.edu.br/arquivos/arquivos/78/MESTRADO-DOCTORADO-AGRONOMIA/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Roseli%20Betoni.pdf>. Acesso em 20 nov. 2018

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.** New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BFG - The Brazil Flora Group. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, 2015.

BORTOLUZZI, R.L. da C. **A subfamília Caesalpinioideae (Leguminosae) no estado de Santa Catarina, Brasil.** 319f. Tese. (Doutorado em Ciências: Botânica) – Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

BRACCINI, A. L.; RUIZ, H. A.; BRACCINI, M. C. L.; REIS, M. S. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietilenoglicol. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 18, n. 1, p. 10-16, 1996.

BRAGA JÚNIOR, J. M.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, E. U. Emergência de plântulas de *Zizyphus joazeiro* Mart (Rhamnaceae) em função de substratos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 34, n. 4, p. 609- 616, 2010.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais, de 17 de janeiro de 2013.** Brasília: MAPA, 2013. 98 p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395 p.

BURROWS, G. E. Comparative anatomy of the photosynthetic organs of 39 xeromorphic Species from Subhumid New South Wales, Australia. **International Journal of Plant Sciences**, Austrália, v. 162, p. 411- 430, 2001.

CÂMARA, C. A.; ENDRES, L. Desenvolvimento de mudas de duas espécies arbóreas: *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. e *Sterculia foetida* L. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Floresta**, Curitiba, v.38, n.1, p.43-51, 2008.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** 5.ed. FUNEP: Jaboticabal, 2012. 590 p.

CASTELLANI, E. D.; DAMIÃO FILHO, C. F.; AGUIAR, I. B.; PAULA, R. C. Morfologia de frutos e sementes de espécies arbóreas do gênero *Solanum* L. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 30, n. 1, p. 102-113, 2008.

CHAVES, J. H.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; NEVES, J. C. L.; PEZZOPANE, J. E. M.; POLLI, H. Q. Seleção precoce de clones de eucalipto para ambientes com disponibilidade diferenciada de água no solo: relações hídricas de plantas em tubetes. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n. 3, p. 333-341, 2004.

CORDEIRO, Y. E.M.; PINHEIRO, H. A.; SANTOS FILHO, B.G.; CORREA, S. S.; SILVA, J. R. R., DIAS-FILHO, M. B. Physiological and morphological responses of young mahogany (*Swietenia macrophylla* King) plants to drought. **Forest Ecology and Management**, Netherlands, v. 258, p.1449–1455, 2009.

CÓRDULA, E.; QUEIROZ, L.P.; ALVES, M. Checklist da Flora de Mirandiba, Pernambuco: Leguminosae. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 59, p. 597-602, 2008.

CORDULA, E. Distribuição e diversidade de leguminosae em áreas de Caatinga no município de Mirandiba – PE. 2008. 161f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, 2008. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789//arquivo4331_1.pdf. Acesso em 20 out. 2018.

CRUZ, F. R. S.; ANDRADE, L. A.; ALVES, E. U. Estresse salino na qualidade fisiológica de sementes de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v.26, n.4, p.1189-1199, 2016.

DUKE, J. A.; POLHILL, R. M. 1981. **Seedlings of Leguminosae**. In: Polhill, R.M. & Raven, P.H. (eds.). Advances in legumes systematics. Royal Botanic Gardens, Kew Part 1: 941-949. 1981.

FANTI, S.C.; PEREZ, S. C.J.G.A. Efeito de estresse hídrico e salino na germinação de *Bauhinia forficata* Link. **Revista Ceres**, Viçosa-MG, v. 43, n. 249, p. 654-662, 1996.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 9, p.903-909, 2004.

FELICIANO, A. L. P. **Estudo da germinação de sementes e desenvolvimento da muda, acompanhado de descrições morfológicas de dez espécies arbóreas ocorrentes no semi-árido nordestino**. 1989. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1989.

FERNANDES, J.M. et al. Etnobotânica de Leguminosae entre agricultores agroecológicos na Floresta Atlântica, Araçuaia, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.65, n.2, p.539-554, 2014.

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. 324p.

FERREIRA, P. S. M.; TROVÃO, D. M. B. M.; MELO, J. I. M. Leguminosae na APA do Cariri, Estado da Paraíba, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, SP, v. 42, n. 3, p. 531-547, 2015.

FERREIRA, E. G. B. S. **Potencial fisiológico de sementes e produção de mudas de espécies florestais ocorrentes na caatinga de Pernambuco**. 2013. 161f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 2013.

FERREIRA, E. G. B. S.; MATOS, V. P.; SENA, L. H. M.; OLIVEIRA, R. G.; SALES, A. G. F. A. Processo germinativo e vigor de sementes de *Cedrela odorata* L. sob estresse salino. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 23, n. 1, p. 99-105, 2013.

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

FRANCO, A.A.; RESENDE, A.S.; CAMPELLO, E.F.C. **Importância das leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas e na sustentabilidade de sistemas agroflorestais**. 24 p. 2012. Disponível em: <<http://saf.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/15.pdf>>. Acesso: 2 ago. 2017.

GAMA, T.C.M. **Avaliação de leguminosas forrageiras lenhosas como banco de proteína para suplementação de ruminantes**. 2008. 34f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/277238614_Avaliacao_de_leguminosas_forrageiras_lenhosas_como_banco_de_proteina_para_suplementacao_de_ruminantes. Acesso em: 17 out. 2018.

GIULIETTI, A.M. et al. **Plantas endêmicas da Caatinga**. In: SAMPAIO, E.V.S.B. et al. *Vegetação & Flora da Caatinga*. Recife: APNE, 2002. p.103-118.

GRISAFI, F.; BONAFEDE, E.; VECCHIA, F. D.; RASCIO, N. Some morphological, anatomical, physiological responses of different olive cultivars to high temperatures and drought stress. **Acta Botanica Gallica**, France, v. 151, n. 3, p. 241- 253, 2004.

GUEDES, R.S. et al. Germinação de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, Maringá, v. 33, n. 4, p. 445-450, 2011.

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.

GURGEL, E. S. C.; SANTOS, J. U. M.; LUCAS, F. C. A.; BASTOS, M. N. C. Morfologia de plântulas de Leguminosae e o potencial sistemático. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 63, n. 1, p. 65-73, 2012.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR., F. T.; GENEVE, R. L. (2011) **Plant propagation: principles and practices**. 8th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 915p.

HOLANDA, J. S. et al. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H.R.; DIAS, N.S.; LACERDA, C.F. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCT Sal, 2010. p. 43-61.

IRWIN, H. S.; BARNEBY, R. C. The American Cassiinae: A synoptical revision of Leguminosae - Tribe Cassieae subtribe Cassiinae in the New World. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, 1982.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009. 452 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA Artes e Textos, 2006. 523p.

LEMOS, J. R.; RODAL, M. J. N. Fitossociologia do componente lenhoso de um trecho de vegetação arbustiva espinhosa no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, Pampulha-MG, v. 16, n. 1, p. 23-42, 2002.

LEWIS G. P.; MACKINDER, B.; LOCK, M. *Legume of the world*. London: Royal Botanic Garden, Kew. 2005.

LEWIS, G. P. **Legumes of Bahia**. Royal Botanic Gardens, Kew, 1987. 369 p.

LIMA, B. G.; TORRES, S. B. Estresses hídrico e salino na germinação de sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 22, n. 4, p. 93-99, 2009.

LIMA, C. R. et al. Temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 33, n. 2, p. 216-222, 2011.

LIMA, J. E. G. **Os gêneros *Cassia* L. e *Senna* Mill. (Leguminosae: Caesalpinioideae: Cassieae) no estado de Pernambuco-Brasil**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1999.

LIMA, M. A. O.; MIELKE, M. S.; LAVINSKY, A. O.; FRANÇA, S.; ALMEIDA, A. A. F.; GOMES, F. P. Crescimento e plasticidade fenotípica de três espécies arbóreas com uso potencial em sistemas agroflorestais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 527- 534, 2010.

LIMA, M.G.S.; LOPES, N. F.; MORAES, D. M.; ABREU, C. M. Qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 27, n. 1, p. 54-61, 2005.

LIU, Y.B.; WANG, G.; LIU, J.; ZHAO, X.; TAN, H. J.; LI, X. R. Anatomical, morphological and metabolic acclimation in the resurrection plant *Reaumuria soongorica* during dehydration and rehydration. **Journal of Arid Environments**, v. 70, p. 183–194, 2007.

LOPES, J. E. L.; SANTOS, M. A. M.; OLIVEIRA, A. L. T.; PINHEIRO, J. V.; BEZERRA, A. M. E. Comparação dos tratamentos sol pleno e casa de vegetação no crescimento de Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf). **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, Fortaleza, v. 7, n. 1, p. 9-21, 2013.

LOPES, J.C.; MACEDO, C.M.P. Germinação de sementes de sob influência do teor de substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 30, n. 3, p. 79-85, 2008.

LORENZI, H.E. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 1. ed., v.3. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 2009.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina; ABRATES, 2015. 660 p.

MARONI, B. C.; et al. **Plantas medicinais do cerrado de Botucatu: guia ilustrado**. São Paulo: UNESP, 2006. 194 p.

MARTINAZZO, E. G.; ANESE, S.; WANDSCHEER, A. C. D.; PASTORINI, L. H. Efeito do sombreamento sobre o crescimento inicial e teor de clorofila foliar de *Eugenia uniflora* Linn (Pitanga) - Família Myrtaceae. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 162-164, 2007.

MARTINS, C. C. et al. Umedecimento do substrato na emergência e vigor de plântulas de pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 224-230, 2009.

MARTINS, C. C.; PEREIRA, M. R. R.; LOPES, M. T. G. Germinação de sementes de eucalipto sob estresse hídrico e salino. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 318-329, 2014.

MASETTO, T.E.; SCALON, S. P. Q.; REZENDE, R. K. S.; OBA, G. C.; GAMBATTI, M.. PATRÍCIO, V. S. Germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth.: efeito de salinidade e condicionamento osmótico. **Revista brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 12, n. 3, p. 127-131, 2014.

MEIADO, M. V.; SILVA, F. F. S.; BARBOSA, D. C. A.; SIQUEIRA FILHO, J. A. Diaspore of the Caatinga: A Review. In: SIQUEIRA FILHO, J. A. (Org.). **Flora of the Caatingas of the São Francisco River: Natural History and Conservation**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio Editorial, 2012. p. 306- 365.

MELO, M. G. G. et al. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae Caesalpinioideae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 34, n. 1, p. 9-14, 2004.

MENDONÇA, A. V. R.; FREITAS, T. A. S.; SOUZA, L. S.; FONSECA, M. D. S.; SOUZA, J. S. Morfologia de frutos e sementes e germinação de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz, comb. Nov, **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 375-387, 2016.

MONTEIRO, J. A. **Estudo químico e farmacológico de *Senna cana* H.S. Irwin & Barneb.** 2012. 106f. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica) - Universidade Federal do Ceará – UFC, 2012. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/9723>. Acesso em 04 jul. 2018.

MONTORO, G. R. **Morfologia de plântulas de espécies lenhosas do Cerrado**. 2008. 104 f. Dissertação (Mestrado - Curso de Botânica), Universidade de Brasília, Brasília, 2008. Disponível em http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNB_841cd14bcf769473a2d5c8f45437f454

MORAES, C. E.; CASTRO, K. C. SUBSTRATOS ALTERNATIVOS PARA A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE FEDEGOSO (*Senna macranthera* Collad.). **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia-GO, v. 9, n. 17, p. 2398, 2013.

MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; TAKAKI, M.; GONÇALVES, J. C. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica, em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 24, n. 1, p. 35-45, 2000.

- NASCIMENTO, I. L.; LEAL, C. C. P.; NOGUEIRA, N. W.; MEDEIROS, A. K. P.; CÂMARA, F. M. M. NASSIF, S.M.L.; VIEIRA, I.G.; FERNANDES, G.D. Fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação de sementes. Piracicaba: IPEF/LCF/ESALQ/USP, **Informativo Sementes IPEF**, abr., 1998. Disponível em: <<http://ipef.br/sementes/>>. Acesso em: 09 fev. 2018.
- NASCIMENTO, I. L.; LEAL, C. C. P.; NOGUEIRA, N. W.; MEDEIROS, A. K. P.; CÂMARA, F. M. M. Influência de diferentes tipos de substrato e temperatura na germinação de sementes de *Inga ingoides* (RICH.) Willd. **Revista Verde**, Pombal-PB, v. 6, n. 4, p. 07–10, 2011.
- NOGUEIRA, N. O. et al. Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia-GO, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.14, p.2121-2131, 2012.
- NOGUEIRA, N. W. et al. Diferentes temperaturas e substratos para germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. **Revista Ciência Agrária**, Belém, v. 56, n. 2, p. 95-98, 2013.
- NOGUEIRA, R. J. M. C.; SILVA, E. C. Comportamento estomático em plantas jovens de *Schinopsis brasiliensis* Engl. cultivadas sob estresse hídrico. **Iheringia**, Sér. Bot. Porto Alegre-RS, v. 57, n. 1, p. 31-38. 2002.
- NOGUEIRA, R. J. M. C.; BARBOSA, D. C.A. MORAES, J. A. P. V. Trocas gasosas e relações hídricas em plantas jovens envasadas de três espécies da caatinga, submetidas à deficiência de água. Φ **YTON**, Buenos Aires, v. 62, n. 1/2, p. 37- 46, 1998.
- OLIVEIRA, A. M.; LINHARES, P. C. F.; MARACAJÁ, P. B.; RIBEIRO, M. C. Salinidade na germinação e desenvolvimento de plântulas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Frall). **Caatinga**, Mossoró, v.20, n.2, p.39-42, 2007.
- OLIVEIRA, A. K. M.; SCHLEDER, E. D.; FAVERO, S. Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. F. ex. S. Moore. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 1, p. 25-32, 2006.
- OLIVEIRA, C. A. M. **Avaliação tecnológica e fitoquímica de sementes de *Parapiptadenia zehntneri* (Harms) M.P. Lima & H.C. Lima**. 2017. 110f, Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2017.
- OLIVEIRA, D. M. T. Morfologia comparada de plântulas e plantas jovens de leguminosas arbóreas nativas: espécies de *Phaseoleae*, *Sophoreae*, *Swartzieae* e *Thephrosieae*. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, p. 85-97, 2001.
- OLIVEIRA, D. M. T. Morfologia de plântulas e plantas jovens de 30 espécies arbóreas de Leguminosae. **Acta Botanica Brasilica**, v. 13, n. 3, p. 263-269, 1999.
- OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; LIMA, C. J. G. S.; GALVÃO, D. C. Efeito da água salina na germinação de *Stylosanthes capitata* Vogel. **Revista Verde**, Pombal-PB, v. 3, n. 1, p. 77-82, 2008.

- OLIVEIRA, L. M. et al. Germinação e vigor de sementes de *Sapindus saponaria* L. submetidas a tratamentos pré-germinativos, temperaturas e substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 42, n. 4, p. 638-644, 2012.
- OLIVEIRA, O. S. **Tecnologia de sementes florestais: espécies nativas**. Curitiba: Editora da UFPR, p.404, 2012.
- PADILLA, F. M.; PUGNAIRE, F. I. Rooting depth and soil moisture control Mediterranean woody seedling survival during drought. **Functional Ecology**, London, v. 21, p. 489-495, 2007.
- PEA-UNESCO. **Ano Internacional das Leguminosas**. 2015. 8p. Disponível em: <<http://www.peaunesco.com.br/Ano2016/> %20%20%20Ano%20Intenacional%20das%20Leguminosas-%202016.docx>. Acesso em: 20 set. 2017.
- PEREZ, S. C. J. G. A.; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. Influência da luz na germinação de canafístula submetidas ao estresse hídrico. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 60, n. 3, p. 155-166, 2001.
- PIMENTEL, C. Respostas fisiológicas à falta d'água: limitação difusiva ou metabólica? In: NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, E. L.; WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U. M. T.; (Ed.). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005. p.13-21.
- PINTO, T. T. **Morfoanatomia e fisiologia de sementes com dormência física de *Colubrina glandulosa* Perkins (Rhamnaceae) e *Senna multijuga* (Rich.) H. S. Irwin & Barneby (Caesalpinioideae - Fabaceae)**. 2013. 71f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas. 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/106849>. Acesso em 20 nov. 2018.
- QADIR, M. et al. Phytoremediation of sodic and saline-sodic soils. **Advances in Agronomy**, Newark, v. 96, n. 1, p. 197-247, 2007.
- QUEIROZ, L. P. The Brazilian Caatinga: phytogeographical patterns inferred from distribution data of the Leguminosae. In: R. T. PENNINGTON, G. P. LEWIS E J. A. Ratter (Eds.). **Neotropical savannas and dry forests: Plant diversity, biogeography, and conservation**. Taylor e Francis CRC Press. Oxford, 2006. p.113-149.
- QUEIROZ, L.P. **Leguminosas da Caatinga**. Feira de Santana, Universidade Estadual de Feira de Santana, p. 914. 2009.
- REBOUÇAS, A. C. M. N. **Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de três espécies arbóreas medicinais da Caatinga**. 2009. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.
- REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do jequitibá-rosa. **Boletim Pesquisa Florestal**, Colombo, n.53, p.179-194, 2006.

- REGO, S. S. et al. Estresse hídrico e salino na germinação de *Anadenanthera colubrina* (Veloso) Breanan. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Tocantins, v. 2, n. 4, p. 37-42, 2011.
- RODAL, M. J. N.; ANDRADE, K. V. S. A.; SALES, M. F.; GOMES, A. P. S. Fitossociologia do componente lenhoso de um refúgio vegetacional no município de Buíque, Pernambuco. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos-SP, v. 58, n. 3, p. 517-526, 1998.
- RODRIGUES, R. S.; FLORES, A. S.; MIOTTO, S. T. S.; BAPTISTA, L. R. M. O gênero *Senna* (Leguminosae, Caesalpinioideae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte-MG, v. 19, n. 1, p. 1-16, 2005.
- RODRIGUES, R.S.; TOZZI, A.M.G. A. Morfologia de plântulas de cinco leguminosas genistóides arbóreas do Brasil (Leguminosae-Papilionoideae). **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte-MG, v. 21, n. 1, p. 599 - 607, 2007.
- ROSA, L. S. et al. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* Baill (timbó). **Cerne**, Lavras-MG, v. 11, n. 3, p. 306-314, 2005.
- SABINO, F. G. S.; CUNHA, M. C. L.; SANTANA, G. M. Estrutura da vegetação em dois fragmentos de Caatinga antropizada na Paraíba. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro-RJ, v. 23, n. 4, p. 487-497, 2016.
- SAKITA, A. E. N.; SILVA, A.; PAULA, R. C. Germinação de sementes de *Aspidosperma polyneuron* M. Arg. (peroba-rosa) sob diferentes condições de qualidades de luz e temperatura. **Instituto Florestal Série Registros**, São Paulo, n. 31, p. 203-207, 2007.
- SALES, A. G. F. A. **Dormência, germinação e vigor de sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walpers e *Samanea tubulosa* (Benth.) Barneby & Grimes**. 2009. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/5443>. Acesso em 05 nov 2018.
- SAM, O.; JERÉZ, E.; DELL'AMICO, J.; RUIZ-SANCHEZ, M. C. Water stress induced changes in anatomy of tomato leaf epidermis. **Biologia Plantarum**, Czech Republic, v. 43, n. 2, p. 275-277, 2000.
- SAMPAIO, E. V. S. B. et al. **Vegetação e flora da Caatinga**. Recife: APNE, 2002. 176p.
- SANTOS, H. H. D.; MATOS, V. P.; ALBUQUERQUE, A. P. C.; SENA, L. H. M.; FERREIRA, E. G. B. S. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Averrhoa bilimbi* L. oriundas de dois estágios de maturação. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v.44, n.11, p.1995-2002, 2014.
- SANTOS, L. W.; COELHO, M. F. B. Sombreamento e substratos na produção de mudas de *Erythrina velutina* Willd. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v.23, n.4, p.571-577, 2013.

SANTOS, L. W.; COELHO, M. F. B.; AZEVEDO, R. A. B. Qualidade de mudas de pau-ferro produzidas em diferentes substratos e condições de luz. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Brasília-DF, v. 33, n. 74, p. 151-158, 2013.

SANTOS FILHO, F. S. **Composição florística e estrutural da vegetação de restinga do Estado do Piauí**. 2009. 120f, Tese (Doutorado em Botânica). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE. 2009.

SCALON, S. P. Q. et al. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.1, p.1-5, 2002.

SHAIKH, F. et al. Comparative effects of NaCl and sea salt on seed germination of two halophytic grasses under various light and temperature regimes. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v.45, n.3, p.743-754, 2013.

SHAO, H. B. et al. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. *Comptes Rendus Biologies*, França, v.331, n. 3, p. 215-225, 2008.

SILVA, A. G.; COSTA, L. G. Germinação, morfologia de frutos, sementes e plântulas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex. Benth.). **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.18, p.1871-1879, 2014.

SILVA, G. M. C. et al. Morfologia do fruto, semente e plântula do mororó (ou pata de vaca) *Bauhinia forticata* Linn. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 3, n. 2, p. 1-15, 2003.

SILVA, K. B.; ALVES, E. D.; BRUNO, R. L. A.; MATOS, V. P. Caracterização morfológica de frutos, sementes e germinação de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. E Schult.) Penn. (Sapotaceae). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 36, n. 1, p. 59-64, 2012.

SILVA, L. F.; BERTONI, J. E. A.; COSTA, A. M. M.; FERRAZ MATTHES, L. A. Arborização viária urbana: espécies de pequeno porte com potencial de uso. **Rev. Bras. Hortic. Ornament.**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 13-20, 2005.

SILVA, L. M. M.; MATOS, V. P. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de coacu (*Triplaris surinamensis* Cham.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande –PB, v. 2, n. 1, p. 94-96, 1998.

SILVA, L. M. M.; RODRIGUES, T. J. D.; AGUIAR, I. B. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 26, n. 6, p.691-697, 2002.

SILVA, M. J.; TOZZI, A. M. G. A. Leguminosae subfamília Caesalpinioideae. In: M. M. R. F. MELO, F. BARROS, S. A. C. CHIEA, M. KIRIZAWA, S. L. JUNG MENDAÇOLLI, M. G. M. WANDERLEY (eds.). Instituto de Botânica, Brasil **Flora Fanerogâmica da Ilha do Cardoso**, v.15, p. 17-41, 2010.

SILVA, R. B.; MATOS, V. P.; FARIAS, S. G. G.; SENA, L. H. M.; SILVA, D. Y. B. O. Germinação e vigor de plântulas de *Parkia platycephala* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v. 48, n. 1, p. 142-150, 2017.

SILVA, R. C.; GRZYBOWSKI, C. R. S.; PANOBIANCO, M. Vigor de sementes de milho: influência no desenvolvimento de plântulas em condições de estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v. 47, n. 3, p. 491-499, 2016.

SILVA, R. B. **Ecofisiologia da germinação de sementes e produção de mudas de *Parkia platycephala* Benth.** 2015. 79 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SILVA, V. R. et al. Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência - Breve revisão. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 3, p. 695-706, 2008.

SOARES, M. M. et al., Estresse hídrico e salino em sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 4, p. 370-378, 2015.

SOUZA, I. M.; COUTINHO, K.; FUNCH, L. S. Estratégias fenológicas de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby (Fabaceae: Caesalpinioideae) como mecanismo eficiente para atração de polinizadores. **Acta Botanica Brasílica**, Belo Horizonte-MG, v. 26, n. 2, p. 435-443, 2012.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira**, baseado em APG II. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005.

SOUZA, V. C.; BORTOLUZZI, R.L.C. **Chamaecrista In: Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2013.

SOUZA, V. C.; BORTOLUZZI, R.L.C. 2015. **Senna in: Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015.

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

TANG, A.; TIAN, M.; LONG, C. Seed dormancy and germination of three herbaceous perennial desert ephemerals from the Junggar Basin, China. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 19, n. 3, p. 183-189, 2009.

TESTER, M.; DAVÉNPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, London, v.91, n.5, p.503-527, 2003.

TORRES, I. C. **Presença e tipos de dormência em sementes de espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Densa**. 2008. 65 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/91112>. Acesso em 10 out. 2018.

TROVÃO, D. M. B. M.; FERNANDES, P. D.; ANDRADE, L. A.; DANTAS NETO, J. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. **Revista Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 11, n. 3, p. 307–311, 2007.

VIEIRA, E. L.; SOUZA, G.S.; SANTOS, A. R.; SANTOS SILVA, J. **Manual de fisiologia vegetal**. São Luís: EDUFMA, 2010. 186 p.

ZAIDAN, L. B. P.; BARBEDO, C. J. **Quebra de dormência em sementes**. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (orgs). *Germinação: Do Básico ao Aplicado*. Porto Alegre – RS: Artmed, p.135-146, 2004.

ZHANG, H. et al. Salt tolerance during seed germination and early seedling stages of halophytes. **Plant and Soil**, República Checa, v. 388, n. 1-2, p. 229-241, 2014.

CAPÍTULO 1

**MORFOLOGIA DE FRUTO, SEMENTES, PLÂNTULAS E MUDAS DE *Senna cana*
(Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby**

RESUMO

A importância do conhecimento sobre caracterização da morfologia de frutos, sementes, plântulas e fases da germinação, deve-se ao fato de auxiliarem na identificação de espécies em campo, em estudos de regeneração natural, em banco de sementes, como também para recuperação de áreas degradadas e restauração das comunidades, no intuito de selecionar espécies apropriadas a cada condição de microhabitat, considerando as exigências para o seu estabelecimento e processo sucessional. O objetivo desse estudo foi descrever a morfologia dos frutos, sementes, fases da germinação, plântulas, mudas e as categorias de plântulas normais e anormais de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, fornecendo dessa forma, subsídios para pesquisas posteriores e auxílio na identificação da espécie em campo em estudos com regeneração natural e banco de sementes. A seleção das matrizes para coleta dos frutos foi realizada no Parque Nacional Vale do Catimbau (PNVC), na Serra do Catimbau, em Buíque-PE. Foram selecionadas 11 matrizes de *S. cana*, considerando os parâmetros: porte do indivíduo, forma da copa, forma do tronco, fitossanidade, boa produção de sementes, e a distância mínima de 50 m entre as mesmas. As matrizes foram georreferenciadas, a fim de facilitar coletas posteriores de sementes nos indivíduos de *S. cana*, caso necessário, e fazer com que estas sirvam de referência para coletas futuras de sementes de qualidade. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Produção e Tecnologia de Sementes, pertencente ao Departamento de Agronomia e no Viveiro Florestal do Departamento de Ciência Florestal, da UFRPE. Foram determinados: o peso de mil sementes e número de sementes por quilograma, biometria dos frutos e sementes, morfologia do fruto e da semente, morfologia da germinação, plântula e muda e critérios para definição de plântulas normais e anormais. A quantidade de frutos por quilograma foi de 3.979 unidades e 100 frutos pesaram em média 25,13 g e o número de sementes por quilograma foi de 35.053 unidades. Para as sementes de *S. cana*, com umidade de 11%, foi obtido um P_{1000} de 28,53 sementes.g⁻¹. O fruto é seco, simples, tipo legume, polispérmico estipitado, plano, linear, liso, com estípite e margem ondulada, composto de duas valvas, cartáceas. Os frutos apresentaram de 80,04 a 136,68 mm de comprimento, 4,62 a 6,27 mm de largura e 0,89 a 1,93 mm de espessura. Em relação às sementes, apresentaram valores médias de 4,18 mm de comprimento, 3,62 mm de largura e 0,76 mm de espessura, com formas variadas, entre obovadas, oblongas, orbiculares, orbiculares-reniformes e são bitegumentadas, compostas por testa e tégmen. A germinação durou 17 dias, até a formação da plântula normal, com todas as estruturas essenciais, e, aos 45 dias ocorreu a emissão dos protófilos. Aos 120 dias após semeadura, a muda apresenta sistema radicular pivotante (25-36 cm), hipocótilo cilíndrico, levemente sinuoso (3,0 a 3,5 mm) e epicótilo de cor verde-claro, herbáceo, brilhante, liso, cilíndrico, levemente sinuoso (16 a 18 cm). As folhas são compostas paripinadas, pecioladas, apresentando de 3 a 6 pares de folíolos (2,5 a 5 cm), e os folíolos apresentam tricomas adiposos hialinos, seríceos, nos lados adaxial e abaxial (pubescente). O extremo apical é circundado por um grande número de estípulas, assim como por tricomas adiposos seríceos. Na inserção de cada par de folhetos, projeta-se uma glândula estipuliforme, crassa, alongada, de coloração amarelada e formato cônico. As sementes de *S. cana* são estenospermas e albuminosas. A germinação é do tipo epigea-fanerocotiledonar.

Palavras-chave: Caatinga; caracteres morfológicos; espécie nativa.

ABSTRACT

The importance of the knowledge on characterization of the morphology of fruits, seeds, seedlings and germination phases is due to the fact that they help in the identification of species in the field, in natural regeneration studies, in seed bank, as well as in the recovery of areas degradation and restoration of communities, in order to select species appropriate to each microhabitat condition, considering their requirements for its establishment and successional process. The objective of this study was to generate information about the morphological aspects of fruits, seeds, germination phases, seedlings, seedling and the normal and abnormal seedling categories of *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby. The selection of the plants for fruit harvesting was carried out in the Catimbau Valley National Park (PNVC), more precisely in the Serra do Catimbau, in Buíque-PE. Eleven arrays of *S. cana* were selected considering the parameters: individual size, crown shape, trunk shape, phytosanity, good seed production, and a minimum distance of 50 m between them. The matrices were georeferenced in order to facilitate subsequent collection of seeds in the individuals of *S. cana*, if necessary, and to make them serve as a reference for collecting quality seeds. The experiments were conducted at the Seed Production and Technology Laboratory, belonging to the Department of Agronomy and in the Forest Nursery of the Department of Forestry Science, UFRPE. The weight of one thousand seeds and number of seeds per kilogram, fruit and seed biometry, fruit morphology, seed morphology, germination morphology, seedling and seedling, and criteria for definition of normal and abnormal seedlings were determined. The number of fruits per kilogram was approximately 3,979 units and 100 fruits weighed on average 25.13 g and the number of seeds per kilogram was approximately 35,053 units. The seeds of *S. cana*, with humidity of 11%, obtained a P1000 of 28.53 seeds.g⁻¹. The fruit is dry and simple, type legume, polyspermic stippled, flat, linear, smooth, with steric and wavy margin, composed of two valves, chartaceae. The fruits presented values ranging from 80.04 to 136.68 mm in length, 4.62 to 6.27 mm in width and 0.89 to 1.93 mm in thickness. In relation to the seeds, presented average values of 4.18 mm in length, 3.62 mm in width and 0.76 mm in thickness, with varied forms, between obovate, oblong, orbicular, orbicular-reniform and are bitegumentate, composed by forehead and tégmen. The germination lasted 17 days, until normal seedling formation, with all the essential structures, and at 45 days we have the emission of the protophylls. The molt presents a pivoting radicular system (25-36 cm), hypocotyl is cylindrical, slightly sinuous (3.0 to 3.5 mm) and epicotyl presenting light green, herbaceous, glossy, smooth, cylindrical, slightly sinuous (16 to 18 cm). The leaves are composed of paripinous, petiolate, presenting 3 to 6 pairs of leaflets (2.5 to 5 cm), and the leaflets have hyaline sericean adipose trichomes on the adaxial and abaxial (pubescent) sides. The apical end is surrounded by a large number of stipules, as well as sericeous adipose trichomes, making the surface pubescent. In the insertion of each pair of leaflets, a stipuliform gland, crassa, elongated, of yellowish coloration and conical format is projected. The seeds of *S. cana* are stenospermic and albuminous. The germination is of the epigeal-phanercotiledonar type.

Keywords: Caatinga; morphological characters; native species.

1 INTRODUÇÃO

Os estudos morfológicos são conduzidos há muito tempo e, mais detalhadamente, a morfologia do fruto e semente de diversas famílias, incluindo a Fabaceae, representando conforme Lewis; Mackinder; Lock (2005), um dos grupos mais importantes das espermatófitas, com 727 gêneros e 19.325 espécies.

Entre as sementes e frutos, há uma grande diversidade em relação aos aspectos externos e internos, relacionados ao tamanho, estrutura, cor do tegumento, presença de endosperma, que irão auxiliar na compreensão tanto das estratégias de dispersão como na germinação, representando também, caracteres de grande importância para a delimitação dos gêneros de muitas famílias e subfamílias. Contudo, no Brasil, estudos sobre as características morfológicas de sementes, bem como da germinação e de plântulas de espécies nativas florestais são escassos, se comparados à diversidade da flora brasileira (COSMO et al., 2009).

O tipo de germinação representa um dos caracteres mais relevantes para diferenciar espécies, enquanto o conhecimento morfológico da plântula, especialmente a forma do limbo, da margem, do ápice, posição dos protófilos, presença ou ausência de látex ou resina, relação comprimento/largura dos cotilédones, tamanho das pinas, número de pinas, pecíolo alado ou não, presença ou não de indumento (tricomos e/ou glândulas), permitem caracterizar famílias, gêneros e espécies (GURGEL et al., 2012). Bem como, o enfoque na descrição morfológica de plântulas e plantas jovens é importante no esclarecimento de questões relativas à taxonomia, ecologia e filogenia, e constituem ferramenta de identificação, as quais ocorrem frequentemente em estudos relacionados com o desenvolvimento da vegetação.

Desse modo, o reconhecimento morfológico das espécies, nas fases iniciais de vida agrega valores importantes para a taxonomia de diversos grupos vegetais, pois amplia a quantidade de informações morfológicas que podem ser utilizadas em conjunto com os caracteres tradicionalmente empregados para a identificação das espécies, proporcionando maiores chances para a correta identificação, sobretudo das espécies florestais (GURGEL et al., 2012).

No tocante à morfologia de mudas, seja com o propósito econômico ou conservacionista, contribui também para uma produção de qualidade, uma vez que o conhecimento dos caracteres vegetativos irão auxiliar desde o tempo de permanência em fase de viveiro, como definir o seu estabelecimento em campo, em relação ao comprimento da parte aérea, raiz e número de folhas, e quanto ao reconhecimento de características do tipo,

aspecto, forma e cor da folha, presença de tricomas, estípulas, entre outros caracteres importantes que permitirão identificar todas as estruturas normais e essenciais ao seu desenvolvimento.

Alguns autores fornecem informações quanto aos aspectos morfológicos de algumas espécies da família Fabaceae ocorrentes na Caatinga, como Feliciano (1989); Silva; Matos (1998); Ferreira; Cunha (2000), Cunha; Ferreira (2003); Freitas et al. (2013); Ferreira (2013); Córdula; Morim; Alves (2014) e Mendonça et al. (2016), que podem servir de base para estudos em laboratório, facilitar o reconhecimento das plântulas, auxiliar na interpretação de testes de germinação, identificação de plantas, em trabalhos de regeneração, em levantamentos florísticos, como também, em estudos que versam sobre a ecologia das espécies.

A descrição morfológica com espécies de *Senna* foi realizada por alguns autores, destacando-se os trabalhos com a morfologia de frutos, sementes (PINTO, 2013); plântulas e mudas (AMORIM et al., 2008) de *Senna multijuga*; e, Gurgel et al. (2014), descreveram a morfologia dos frutos e das sementes de *Senna obtusifolia* (L.) H.S.Irwin & Barneby, *S. occidentalis* (L.) Link. e *S. tapajozensis* (Ducke) H.S.Irwin & Barneby.

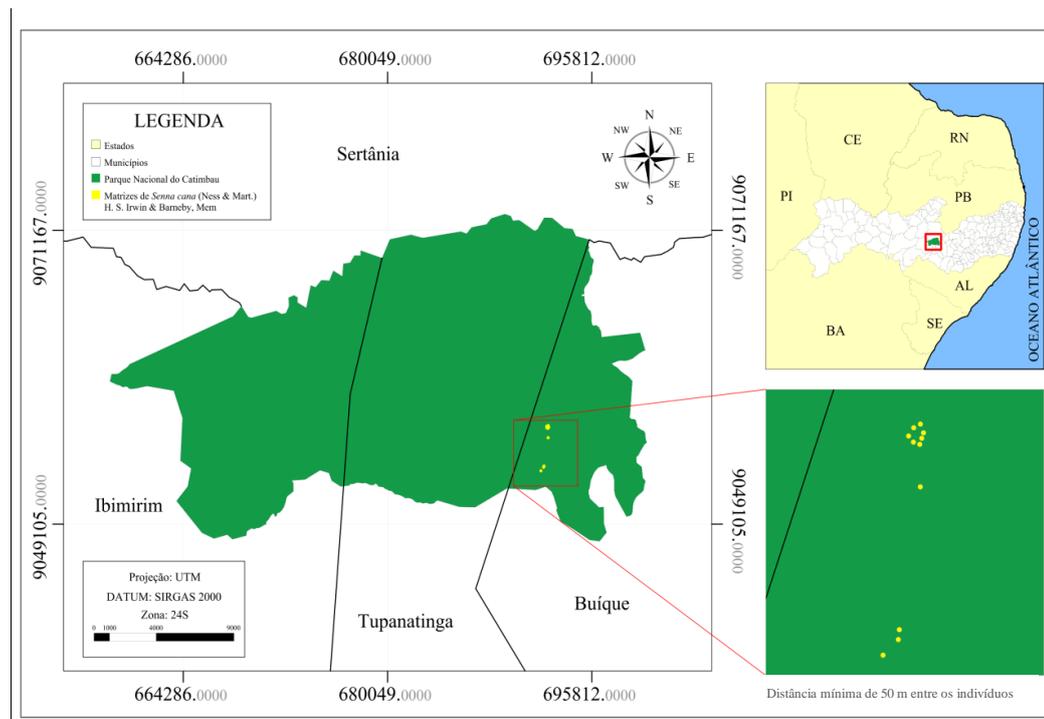
Considerando a carência de estudos morfológicos com espécies nativas, em especial, no semiárido brasileiro, e a importância ecológica de *S. cana*, o presente trabalho teve como objetivo descrever os aspectos morfológicos dos frutos, sementes, plântulas, fases da germinação, muda e as categorias de plântulas normais e anormais, ampliando o conhecimento sobre a espécie e fornecendo subsídios para pesquisas posteriores.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de coleta dos frutos

A coleta dos frutos foi realizada no Parque Nacional Vale do Catimbau (PNVC), mais precisamente na Serra do Catimbau, em Buíque-PE. Refere-se a uma unidade de conservação criada a partir da Lei Federal 913/12, sob o Decreto de 13 de dezembro de 2002, inserida no Bioma Caatinga, localizada no Estado de Pernambuco, entre as coordenadas geográficas 8°24'00" e 8°36'35" S e 37°09'30" e 37°14'40" W (Figura 1), distante 285 km da capital, Recife, abrangendo expressiva área em forma poligonal com 62.294,14 hectares na região semiárida pernambucana. A área encontra-se distribuída entre os municípios de Buíque (12.438 ha), Tupanatinga (23.540 ha), na microrregião do Vale do Ipanema e Ibimirim (24.809 ha), na microrregião do Moxotó, Estado de Pernambuco (IBAMA, 2002; SNE, 2002).

Figura 1 - Mapa do Parque Nacional do Catimbau com a localização das matrizes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby.



Fonte: Medeiros (2019).

A vegetação da área de estudo apresenta fisionomia arbustiva, perenifólia, formada por nano e microfanerófitas, poucos elementos espinhosos, como cactáceas e bromeliáceas e, baixa área basal. Parte da flora abrange formações vegetais abertas, como campos rupestres, cerrados e outros (RODAL et al., 1998), destacando-se a presença de um mosaico de fitofisionomias diversas com flora característica de Fabaceae, Asteraceae, Bignoniaceae, Convolvulaceae, Malvaceae, Malpighiaceae, Myrtaceae e Sapindaceae (FIGUEIRÊDO et al., 2000; ANDRADE et al., 2004; GOMES et al., 2006).

Vale ressaltar que a área de estudo no PNVC, em que foram selecionados os indivíduos de *S. cana*, se caracteriza em nativas e antropizadas, sendo esta última, devido à presença de cercas características de sistemas de agropecuária familiar e, introdução de espécies agrícolas, verificadas mediante reconhecimento da área para marcação das matrizes e coleta dos frutos.

O clima predominante da área é do tipo BShs', semiárido, segundo a classificação de Köppen, com transição para o tropical chuvoso do tipo As'. A temperatura média anual é de 25°C e a precipitação anual varia de 650 mm a 1.100 mm, com grande irregularidade no regime interanual, onde a maior pluviosidade é registrada entre os meses de abril a junho. Em geral, cerca de 60 a 75% das chuvas ocorrem no período de verão/outono, podendo estender

até junho a julho, com período de menor precipitação, de setembro a janeiro, sendo outubro o mês mais seco (SNE, 2002).

2.2 Escolha das matrizes de *Senna cana*

Foram selecionadas 11 matrizes de *S. cana*, baseando-se nas recomendações descritas por Davide; Silva (2008) e Oliveira (2012), em que, foram selecionados os indivíduos com a copa mais frondosa, forma dos troncos (com poucas ramificações), boa fitossanidade (ausência de doenças e/ou pragas), boa produção de sementes (presença de muitas flores), maior altura e, com distância mínima de 50 m entre as mesmas, visando diminuir a possibilidade de se utilizar indivíduos idênticos geneticamente.

Para confirmação das informações taxonômicas da espécie e confecção de exsicatas, foi coletado material botânico fértil das matrizes. As amostras foram incorporadas, sob o número 21718, ao Herbário Sérgio Tavares (HST), do Departamento de Ciência Florestal, da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Os frutos foram coletados diretamente das matrizes, antes da abertura espontânea das primeiras vagens e, acondicionados em sacos plásticos preto, devidamente identificados. Posteriormente, foram transportados para o Laboratório de Sementes do Departamento de Agronomia da UFRPE, em Recife-PE, e submetidos ao beneficiamento para extração das sementes.

As matrizes foram georreferenciadas (Tabela 1), a fim de facilitar coletas posteriores de sementes nos indivíduos de *S. cana*, caso fosse necessário, e fazer com que estas sirvam de referência para coletas de sementes, seja para a produção de mudas, pesquisas acadêmicas ou outras finalidades. O banco de dados foi georreferenciado ao Sistema Geodésico SIRGAS 2000 e à Projeção Cartográfica UTM (Zona 24S).

Tabela 1 - Coordenadas geográficas (UTM) das matrizes de Senna cana (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, selecionadas no Parque Nacional do Catimbau, em Buíque – PE

Matrizes	Coordenadas Geográficas (UTM)	
	Latitude (Oeste)	Longitude (Sul)
M1	692330	9056446
M2	692434	9056501
M3	692473	9056373
M4	692439	9056324
M5	692417	9056298
M6	692371	9056308
M7	692325	9056340
M8	692427	9055584
M9	692108	9053462
M10	692081	9053371
M11	691867	9053103

2.3 Peso de mil sementes e número de sementes por quilograma

Para determinar o peso de 1000 sementes foi efetuada a pesagem de oito subamostras de 100 sementes, em balança analítica com sensibilidade de 0,0001g (AL 500C, Marte®). O peso de 1000 sementes foi calculado a partir da multiplicação por 10 do peso médio obtido nas subamostras pesadas inicialmente, segundo recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009b).

2.4 Caracterização morfológica do fruto, semente, germinação, plântula e muda

2.4.1 Morfologia do fruto

Em uma amostra de 100 frutos provenientes das matrizes, tomados aleatoriamente, foram medidos o comprimento, a largura e a espessura, adotando-se as medidas máximas e mínimas, com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm (Inox 150 mm, marca Lee Tools®). Os detalhes dos frutos foram avaliados quanto às suas características externas, como: deiscência, forma, cor, consistência e presença de tricomas. A caracterização morfológica foi baseada em Barroso et al. (2004); Brasil (2009a); Amorim et al. (2008).

2.4.2 Morfologia da semente

Foram utilizadas 100 sementes, escolhidas aleatoriamente, através de amostra composta das sementes de todas as matrizes. As características externas, referentes à forma, posição do hilo, aspecto da testa, e internas, como coloração e aspecto do embrião, radícula, cotilédones, e a presença ou ausência do endosperma, foram observadas com o auxílio do microscópio estereoscópico binocular e lupa de mesa.

O comprimento, largura e espessura das sementes foram medidas, utilizando um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm, adotando-se as medidas máximas e mínimas. O estudo da morfologia de sementes foi realizada de acordo com Silva e Matos (1998), Barroso et al. (2004), Brasil (2009b), Amorim et al. (2008).

2.4.3 Morfologia da germinação, plântula e muda

As sementes de *Senna cana* foram semeadas em rolos de papel toalha, com quatro repetições de 25 sementes, umedecidos em solução de nistatina a 0,2%, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, conforme recomendação das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009b). Em seguida, foram postas em germinador tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.), regulado à temperatura alternada de 20-30°C, com luz contínua proveniente de lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W). Antes da semeadura, as sementes foram desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio a 5%, por cinco minutos, em seguida lavadas com água deionizada.

As plântulas tiveram seu crescimento acompanhado no substrato papel toalha anotando-se e fotografando-se todos os detalhes morfológicos externos, durante 17 dias. Após este período, para promover mais espaço ao desenvolvimento da raiz e parte aérea, as plântulas mais vigorosas foram transplantadas para bandejas plásticas (20 x 10 x 10 cm) contendo como substrato areia, até o surgimento dos protófilos.

Para as descrições morfológicas dos caracteres utilizaram-se as plântulas normais mais vigorosas, com auxílio de fotografias e ilustrações realizadas manualmente, e os detalhes observados com auxílio de lupa binocular e microscópio estereoscópico binocular. As plântulas anormais, que apresentaram ausência ou deformidade de uma ou mais estruturas essenciais, também foram descritas, caracterizadas, ilustradas e fotografadas.

Em relação à descrição morfológica da muda, o experimento foi realizado em canteiro, a pleno sol, no Viveiro Florestal pertencente ao Departamento de Ciência Florestal da UFRPE, em que foram produzidas 24 mudas, utilizando substrato vermiculita + esterco (1:1); como recipiente, saco de polietileno preto, com volume interno de 0,001 m³, perfurados na sua base para facilitar a drenagem. Após quatro meses de semeadura, foram selecionadas para descrição das características morfológicas, as mudas mais vigorosas e que apresentaram melhor desenvolvimento quanto ao número de folhas, número de folíolos por folha, comprimento da parte aérea e raiz (Figura 2). Para as medições do comprimento da parte

aérea e raiz principal, foi utilizada régua graduada e para diâmetro do coleto, paquímetro digital com precisão de 0,01 mm.

Figura 2 - Mudas de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, aos 120 dias após semeadura.



Fonte: Medeiros (2019).

Foram consideradas três fases para descrição e acompanhamento do desenvolvimento das plântulas e mudas: a) Primeira fase – do intumescimento das sementes até a emissão dos cotilédones; b) Segunda fase – surgimento dos protófilos; e c) Terceira fase – formação completa dos metáfilos e, quando a planta adquiriu diâmetro do colo de 3,0 mm ou altura superior a 30 cm. Cada fase foi acompanhada detalhadamente, verificando-se todos os caracteres morfológicos externos, além de características de crescimento e úteis na identificação.

As descrições foram realizadas com base nas metodologias e estudos propostos por Feliciano (1989); Silva; Matos (1998), Damião Filho; Môro (2001), Amorim et al. (2008), Brasil (2009a), Brasil (2009b), Gonçalves; Lorenzi, (2011).

2.4.4 Critérios para definição de categorias de plântulas normais e anormais

No final do teste de germinação, para determinação da morfologia das plântulas e fases da germinação foram identificadas, caracterizadas, e ilustradas, as plântulas normais capazes de produzirem plantas com todas as suas estruturas essenciais e as plântulas anormais que apresentaram ausência ou deformidade de uma ou mais estruturas essenciais, de acordo com Brasil (2009b).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características morfológicas do fruto, semente, germinação, plântula e muda *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby

Família: Fabaceae

Subfamília: Caesalpinioideae

3.1.1 Descrição morfológica do fruto

A quantidade de frutos por quilograma foi de 3.979 unidades e 100 frutos pesaram em média 25,13 g.

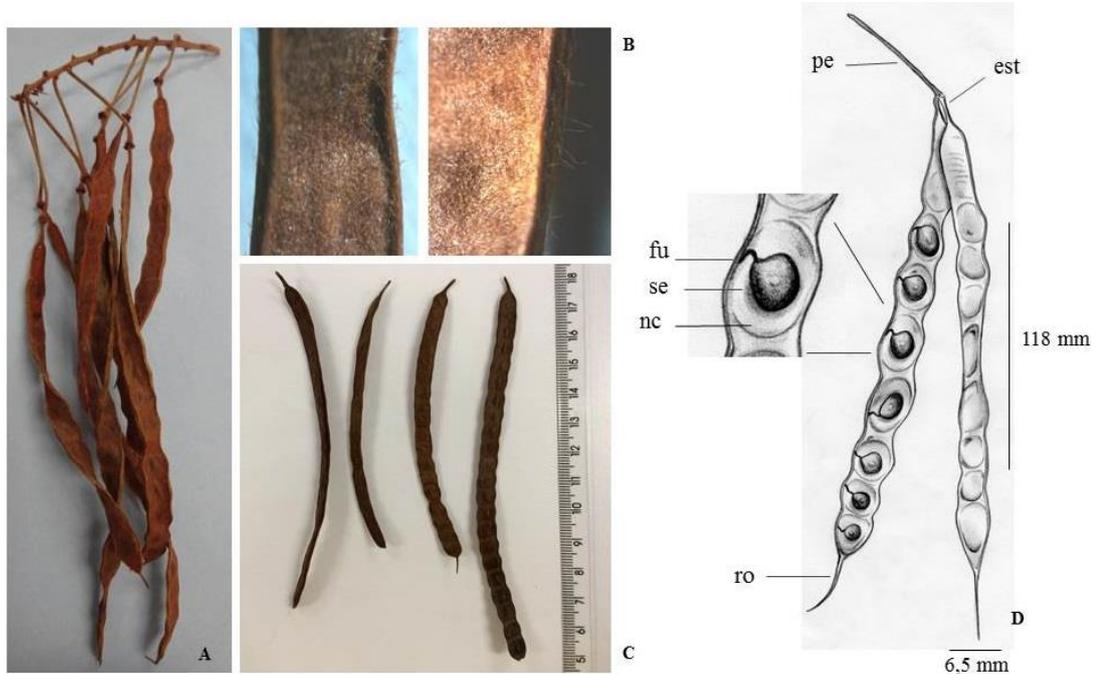
O fruto é seco e simples, tipo legume, polispérmico estipitado, plano, linear, liso, com estípite e margem ondulada, deiscente, de duas valvas, cartáceas. A superfície pubescente de coloração castanho arroxeadado (Figura 1A-B), pouco brilhante, com presença de tricomas adpressos, seríceos, hialinos e brilhosos, principalmente nas extremidades.

Dentre as Fabaceae-Caesalpinioideae, Barroso et al. (2004) classificam 11 tipos de frutos, entre os quais o legume, que quando associado às características das sementes e dos embriões, fornecem informações de grande importância para identificação dos táxons, ocorrendo uma intensa diversidade morfológica principalmente nas formas de deiscências, na ausência ou presença de septos, como também no número de sementes. Conforme os autores, a subfamília Caesalpinioideae apresenta fruto do tipo legume deiscente, que pode abrir-se passivamente ou elasticamente, podendo suas válvulas sofrerem uma leve torção apenas na porção basal ou uma torção mais acentuada atingindo uma extensão maior.

As sementes são dispostas transversalmente no fruto. O perfil do fruto é um pouco curvado, com ápice acuminado e nervura central inconspícua. O ápice do fruto termina abruptamente em ponta dura e aguda, denominada rostro, sendo, portanto, fruto apiculado. Após a deiscência, as valvas ficam um pouco torcidas e após a abertura destas, as sementes se desprendem da planta mãe, caracterizando a dispersão barocórica (dispersão por gravidade) (Figura 3D).

Vale ressaltar que nos gêneros pertencentes à subfamília Caesalpinioideae, o número de sementes pode variar, podendo ser encontrado desde frutos monospermos (uma semente por fruto) como frutos polispérmicos (mais de uma semente por fruto) (BARROSO et al., 2004).

Figura 3 - Aspectos morfológicos de frutos de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby. A, B, C - Fruto fechado e detalhes dos tricomas nas extremidades. D - Disposição das sementes no fruto, mostrando o funículo (pe = pedúnculo; est = estípite; ro = rostro; fu = funículo; se = semente; nc = núcleo seminífero).



Fonte: Medeiros (2019).

Em relação à biometria, os frutos variaram de 80,04 a 136,68 mm de comprimento, 4,62 a 6,27 mm de largura e 0,89 a 1,93 mm de espessura. O coeficiente de variação para todas as variáveis analisadas, principalmente, para o comprimento, indicou pouca variabilidade entre os frutos, apontando um conjunto de dados homogêneos (Tabela 2).

Quanto ao número de sementes por fruto, houve variação com mínimo de 3 e máximo de 20 sementes por fruto e, a maioria dos frutos apresentaram 3, 5 e 8 sementes.

Tabela 2 - Valores mínimos (mm), máximos (mm), médios/ \pm desvio padrão (mm), amplitude (mm) e coeficiente de variação (CV%) para as variáveis: comprimento, largura e espessura de frutos de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby

Variáveis	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Média (mm) \pm desvio padrão	Amplitude (mm)	CV (%)
Comprimento	80,04	136,68	109,63 \pm 13,44	56,64	12,26
Largura	4,62	6,27	5,52 \pm 0,37	1,65	6,70
Espessura	0,89	1,99	1,29 \pm 0,22	1,10	17,05

CV (%) - Coeficiente de Variação.

3.1.2 Morfologia da semente

Para sementes de *S. cana*, com umidade de 11%, foi obtido um P_{1000} de 28,53 sementes.g⁻¹ e o número de sementes por quilograma foi 35.053 unidades.

A identificação do peso de mil sementes é um dado importante para avaliar a qualidade de sementes, como também auxilia na quantidade de sementes utilizadas na semeadura em função da densidade. Considerada uma medida de controle genético, pode ser afetada pelas condições de temperatura, luminosidade e umidade, durante a fase de maturação (BRASIL, 2009a). Em estudo realizado por Pozitano; Rocha (2011), com sementes de *Senna macranthera* (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby, obtiveram umidade de 8,70%, com P_{1000} igual a 24,38 sementes.g⁻¹. Já Ferreira; Davide; Motta (2004) determinaram o P_{1000} para sementes de *S. macranthera*, mas com teor de umidade de 7,75% e o resultado obtido foi de 21,59 sementes.g⁻¹, evidenciando que o peso de mil sementes é uma característica diretamente influenciada pelo teor de água, sendo, o número de sementes, inversamente proporcional a umidade.

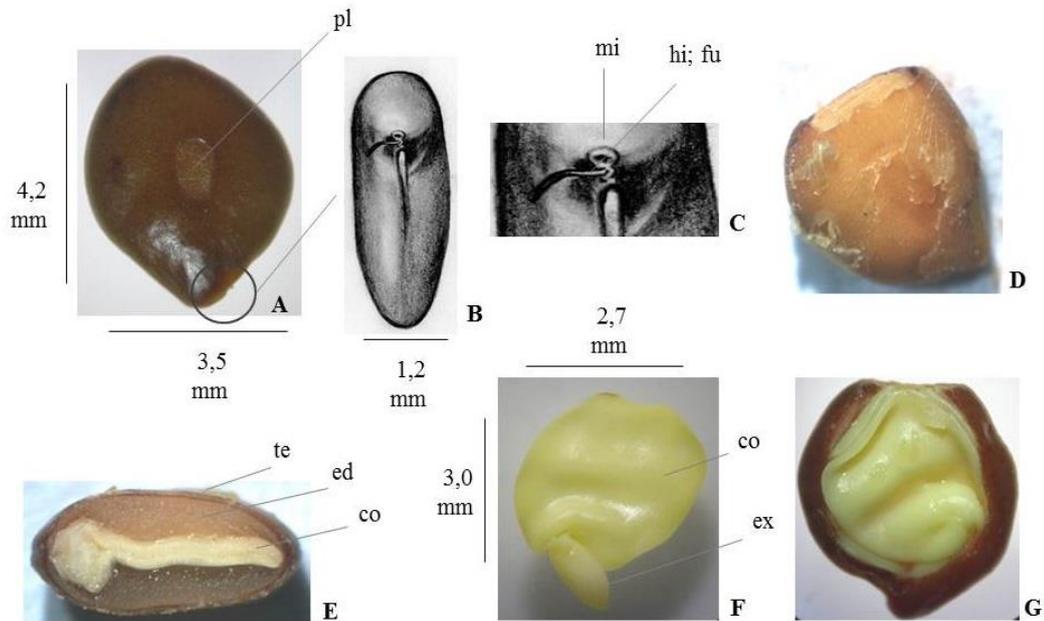
As sementes apresentam formas variadas, de obovadas, oblongas, orbiculares a orbiculares-reniformes, com extremidade basal um pouco afilada. No centro da semente, em ambos os lados, observa-se uma auréola de coloração marrom-escura, circundada pelo pleurograma fechado (Figura 4A).

As sementes são bitegmentadas, formadas por testa e tégmen. O tegumento apresenta coloração verde musgo a marrom esverdeada, glabro, opaco, liso, recoberto por fina camada cerosa. As sementes apresentaram como cicatrizes: hilo sub-basal, caracterizado por uma pequena depressão arredondada e homócroma; micrópila e rafe inconspícuas; calaza linear, oposta à micrópila de coloração marrom escuro. Endosperma abundante, periférico e carnoso, duro e vítreo quando em estado seco e após hidratado, possui aspecto gelatinoso (Figura 4E).

O embrião é cotiledonar, axial, invaginado, carnoso do tipo folhoso e ondulado, de coloração creme, ocupando a semente em quase sua totalidade. (Figura 4F).

Os cotilédones são foliáceos, tenros, plano-côncavos, paralelos, oblongos, delgados, com superfície lisa e brilhante, medindo cerca de 3,0 mm de comprimento por 2,5 mm de largura. O eixo hipocótilo-radícula é curto e cilíndrico, longitudinalmente oblongo com ápice obtuso, voltado para região hilar da semente.

Figura 4 - Aspectos morfológicos das sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, Mem. A – Semente intacta; B - Vista ventral; C - Detalhe da micrópila, hilo e funículo; D – Detalhe do desprendimento da testa, após 48 h de embebição; E - Corte transversal da semente, após 48 h de embebição, mostrando endosperma e cotilédones; F – Eixo embrionário após 48 h de embebição; G – Posição do embrião na semente, após 48 h de embebição.



Onde: pl = pleurograma; mi = micrópila; h= hilo; fu = funículo; te = tegumento; ed = endosperma; co = cotilédone; ex = eixo-embrionário.

Fonte: Medeiros (2019).

Na análise morfométrica das sementes de *S. cana*, inferiu-se que as mesmas apresentaram pouca variabilidade em relação ao tamanho, e apresentaram valores médios de 4,18 mm de comprimento, 3,62 mm de largura e 1,24 mm de espessura (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores mínimos (mm), máximos (mm), médios/ \pm desvio padrão (mm), amplitude (mm) e coeficiente de variação (CV%) para as variáveis: comprimento, largura e espessura de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby

Variáveis	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Média (mm) \pm desvio padrão	Amplitude (mm)	CV (%)
Comprimento	3,42	4,71	4,18 \pm 0,27	1,29	6,46
Largura	2,92	4,19	3,62 \pm 0,28	1,27	7,73
Espessura	0,78	1,54	1,24 \pm 0,13	0,76	10,48

CV (%) - Coeficiente de Variação.

3.1.3 Morfologia da germinação e plântula

- **1ª fase (plântula)** – A germinação é epigea fanerocotiledonar. Após intumescimento da semente, a testa pode ou não sofrer uma leve descamação. A radícula foi verificada no terceiro dia após semeadura, com rompimento do tegumento na região basal da semente

(Figura 5A) que apresentou coloração bege amarelada, tenra, cilíndrica, com pelos radiculares simples, finos, hialinos, tenros, brilhantes, tornando-se, com o desenvolvimento, afinada da base para o ápice; coifa não evidente.

A germinação fanerocotiledonar também foi descrita para espécies pertencentes à família Fabaceae, a exemplo de *Poincianella pyramidalis* (MENDONÇA et al., 2016); *Guibourtia hymenifolia* (BATTILANI et al., 2011); *Dalbergia cearenses* (NOGUEIRA et al., 2010); *Senna multijuga* (AMORIM et al., 2008); *Myracrodruon urundeuva* Allemão (FELICIANO et al., 2008) e *Erythrina speciosa* (OLIVEIRA, 2001). De acordo com Feliciano et al. (2008), uma das razões que justificam esta semelhança na germinação está relacionada ao sistema fisiológico inerente à espécie, servindo como mecanismo de sobrevivência e adaptação quando germinadas.

Do sétimo ao décimo primeiro dia, houve alongamento do hipocótilo, que no início do desenvolvimento apresentou aspecto geniculado, passando rapidamente para ereto, erguendo acima do solo, os cotilédones envolvidos no tegumento, com coloração bege esbranquiçada, muitos tricomas, curtos e hialinos. O coleto é curto, cilíndrico e esbranquiçado, delimitado pela abundante pilosidade que marca o início da radícula; alongamento gradativo da raiz principal, com coloração marrom e surgimento de raízes secundárias, finas e escassas, de coloração bege.

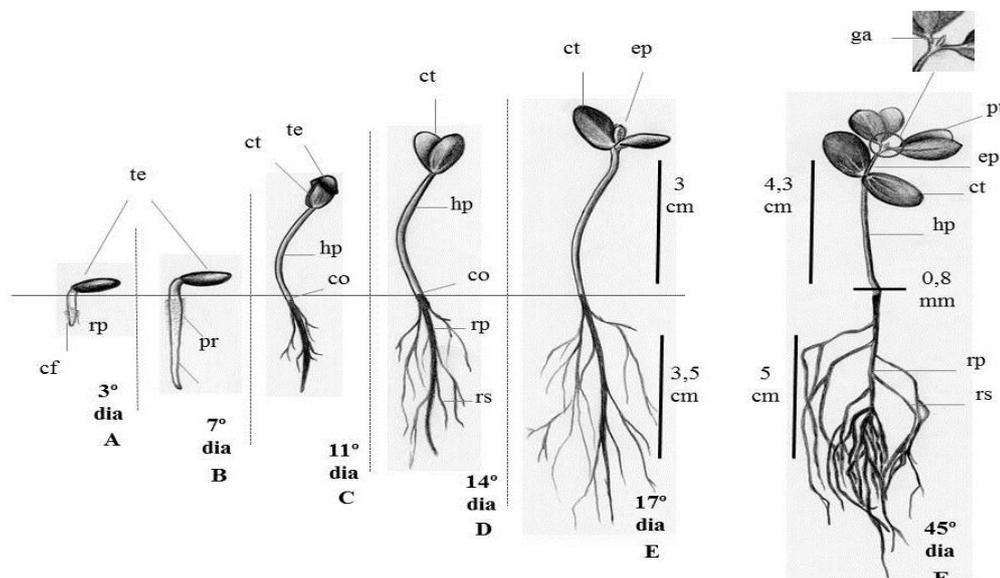
A partir do décimo quarto dia, o tegumento se desprende dos cotilédones, que se apresentaram verdes, coriáceos, opostos, peciolados, oblongos, com ápice obtuso ou arredondado, base ligeiramente truncada e bordos inteiros, com nervação trinérvea evidente. O hipocótilo apresentou-se cilíndrico, herbáceo, de coloração amarela esbranquiçada, com tricomas curtos, brilhantes e hialinos; alongamento da raiz principal e surgimentos de mais raízes secundárias, com alguns tricomas, hialinos, brilhantes, de coloração rufo. No décimo sétimo dia, tem-se o surgimento do epicótilo pubescente, ainda pequeno, em forma de nó, com muitos tricomas simples, finos, curtos, macios, brilhantes e hialinos.

- **2ª fase (plântula)** – Aos 45 dias após sementeira, o sistema radicular caracterizado pivotante, com raiz axial desenvolvida, apresentou comprimento de 3,0 a 3,5 cm, coloração marrom enegrecida e raízes secundárias um pouco hialinas, marrom-claro, com muitos tricomas. O hipocótilo com comprimento médio de 2,5 a 3,0 cm é cilíndrico, reto ou tortuoso, brilhante, verde-claro no ápice e amarelado na base, com tricomas finos, curtos e hialinos, estreito na base, próximo à região do coleto e pulvino no ápice, próximo à inserção dos cotilédones. Os cotilédones são persistentes, com limbo levemente pendente, verde-escuro em

ambas as faces, com nervação evidente, medindo em torno de 1,0 a 1,4 cm de comprimento e 0,8 a 1,0 cm de largura. O epicótilo pubescente, cilíndrico, verde-claro, brilhante, com tricomas: curtos, finos, brilhantes, tortuosos, com duas colorações, um mais hialino no pecíolo e o outro de coloração cinéreo-rufo próximo às extremidades dos protófilos e na gema apical.

O pecíolo é curto, pubescente, cilíndrico, e verde-claro. Os protófilos são compostos, pinados, alternos, peciolados, verde-claros, com dois folíolos e bastante pelos translúcidos e glandulares de coloração ferrugínea, apresentando aumento no número de pares de folíolos à medida que novas folhas vão surgindo. As plântulas apresentam um rápido desenvolvimento do epicótilo e uma acelerada formação e expansão de novas folhas.

Figura 5 - Fases da germinação e formação da plântula de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, Mem. A, B, C - fases de desenvolvimento em que o tegumento encontra-se aderido aos cotilédones e alongamento gradual da raiz principal; alongamento do hipocótilo e da raiz principal, com; D - desenvolvimento das raízes secundárias e expansão dos cotilédones; E - início do desenvolvimento do epicótilo; F - plântula normal.



Onde: rp - raiz principal, cf - coifa; pr - pelos radiculares; te - tegumento, ct - cotilédone, hp - hipocótilo, co - coleto, rs - raiz secundária; ep - epicótilo, pt - protófilo, ga - gema apical.

Fonte: Medeiros (2019).

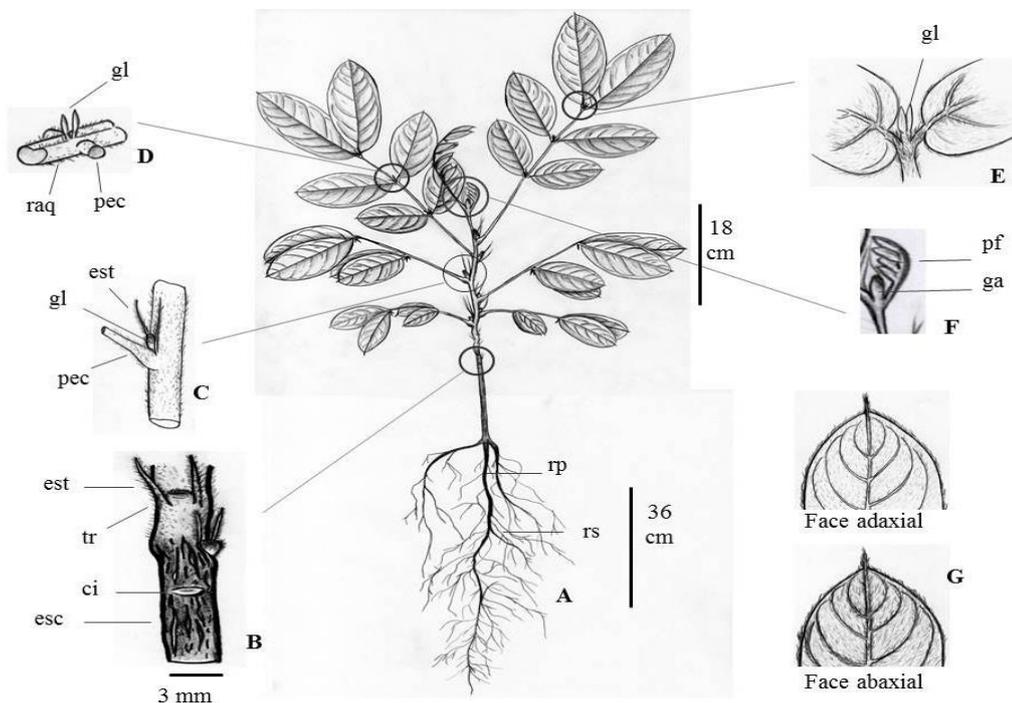
3.1.4 Morfologia da muda

- 3ª fase - Após 120 dias após sementeira, as mudas apresentam uma altura média de 54 a 60 cm. O sistema radicular é pivotante, com raiz axial bastante desenvolvida, sinuoso, cilíndrico, lignificado, com coloração marrom escuro, medindo de 25 a 36 cm, afinando gradualmente em direção à porção terminal, apresentando inúmeras ramificações, articuladas, de mesma coloração. A região do coleto não se diferencia quanto à coloração e espessura, por isso, a medição do diâmetro foi realizada em algumas mudas em que foi possível observar a

cicatriz cotiledonar (Figura 6B), de modo que, o diâmetro médio do colo variou de 2,5 a 3,0 mm.

O hipocótilo é cilíndrico, levemente sinuoso, com comprimento médio de 3,0 a 3,5 mm, de coloração marrom, opaco, lignificado, com superfície glabra, estriada e com descamações longitudinais. O epicótilo é observado logo acima das cicatrizes cotiledonares, apresentando coloração verde-claro, herbáceo, brilhoso, liso, cilíndrico, levemente sinuoso, com comprimento médio de 16 a 18 cm, com tricomas adpressos seríceos de coloração rufo, hialino e brilhoso.

Figura 6 - Aspectos morfológicos da muda de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby. **A** - Aspecto da muda bem desenvolvida, com todas as estruturas normais; **B** - Detalhes da superfície do hipocótilo (Aspectos do colo e da base radicial); **C** - Aspecto do epicótilo, com detalhe da gema lateral e estípulas; **D** - Detalhe da glândula inserida na raque; **E** - Detalhe das glândulas observadas no primeiro par de folíolos; **F** - Detalhe da pluma foliar; **G** - Venação do folíolo.



(ci = cicatriz cotiledonar; esc = escamas; est = estípula; tr = tricomas; gl = glândula; pe = pecíolo; pec = peciólulo; rq = raque; rp = raiz primária; rs = raiz secundária).

Fonte: Medeiros (2019).

As folhas são compostas, pinadas, pecioladas, apresentando de 3 a 6 pares de folíolos, medindo de 2,5 a 5 cm de comprimento, jugos, oblongos, elípticos, base assimétrica, margem inteira, ápice tenro e apículo estipuliforme, com venação foliar do tipo broquidódroma,

(Figura 6G), discolores, com coloração verde-claro na face adaxial e cinéreo-rufo na face abaxial.

O peciólulo de base pulvínulo, apresentando no ponto de inserção, de uma a quatro glândulas estipuliformes, cilíndricas, de ápice agudo e coloração amarela. No último par de folíolos, no ponto de inserção dos peciólulos (face abaxial) encontra-se uma glândula ínfima, acicular, de ápice agudo e coloração amarela (Figura 7A).

Os folíolos apresentam tricomas adpressos seríceos hialinos na face adaxial e abaxial, sendo nesta segunda de aspecto mais denso, enquanto que nas margens inteiras e nas nervuras da face abaxial, os tricomas apresentam coloração rufo. O pecíolo apresenta base do tipo pulvino, com um par de estípulas no ponto de inserção, medindo de até 3 a 4 mm de comprimento, foliáceas, persistentes, alongadas e aciculares, de ápice agudo, coloração verde claro e gemas axilares de superfície seríceo e tricomas de coloração cinéreo-rufo.

Figura 7 - Aspectos morfológicos da muda de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby. **A** – Detalhe da glândula (gl); **B** - Detalhe dos tricomas na folha: Face adaxial; **C** - Detalhe do ápice no ápice da folha (ap); **D** – Face abaxial.



Fonte: Medeiros (2019).

No ápice da muda, observa-se a pluma foliar, de coloração cinéreo-rufo, com presença abundante de tricomas adpressos seríceos (Figura 8A). A raque é cilíndrica, coloração verde-claro, acanalada na face adaxial e arredondada na abaxial, flexível, macia, com tricomas longos, tortuosos, de coloração ferrugínea (Figura 8C).

Figura 8 - Aspectos morfológicos da muda de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby: **A** – Detalhe do início da formação da pluma foliar, pubescente e envolvida por estípulas; **B** – Detalhe das estípulas; **C** – Raque acanalada e pilosa (adaxial); **D** – Detalhe do hipocótilo.

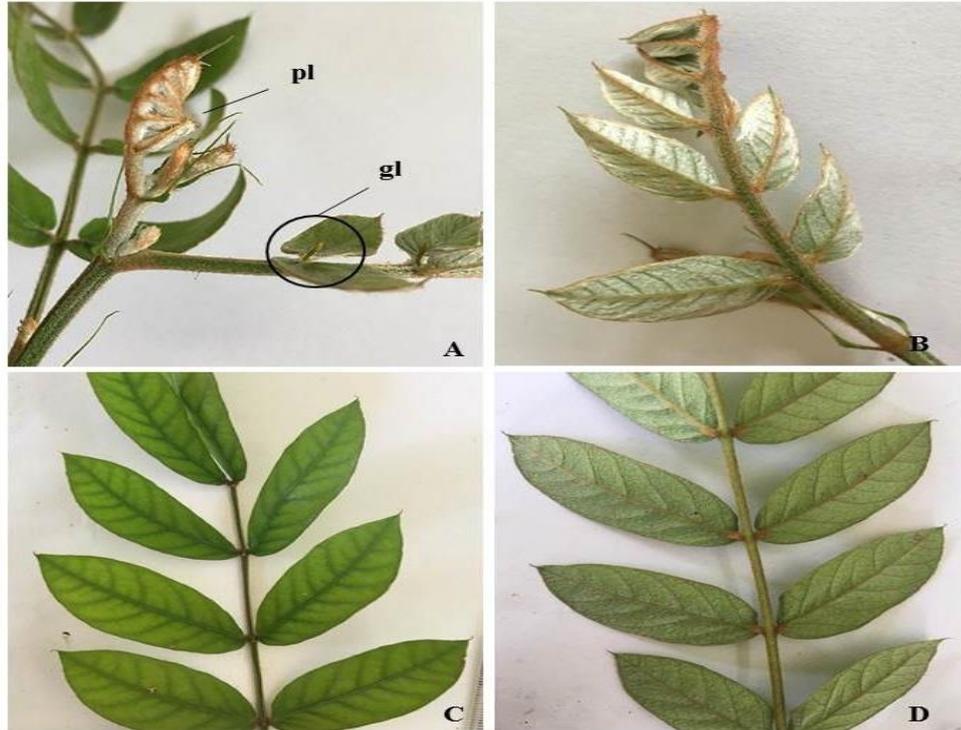


Fonte: Medeiros (2019).

A extremidade apical apresenta-se envolvida por grande quantidade de estípulas que, por sua vez, são dotadas de tricomas finos, curtos e hialinos, de coloração ferrugínea. Em relação às gemas apical e axilar, são pubescentes, triangulares, coloração cinéreo-rufo, protegidas por duas estípulas (persistentes, alongadas, aciculares, coloração verde-clara) (Figura 8B).

Na inserção de cada par de folíolos, projeta-se uma glândula estipuliforme, crassa, alongada, de coloração amarelada e formato cônico (Figura 9A).

Figura 9 - Aspectos morfológicos da muda de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby: A – Detalhe da pluma foliar (pl) e glândula (gl); B – Crescimento da folha pinada, face abaxial com tricomas adpressos seríceos (superfície brilhante, semelhante à seda); C – Face adaxial, verde escuro; D – Face abaxial, pubescente, cinéreo-rufo.



Fonte: Medeiros (2019).

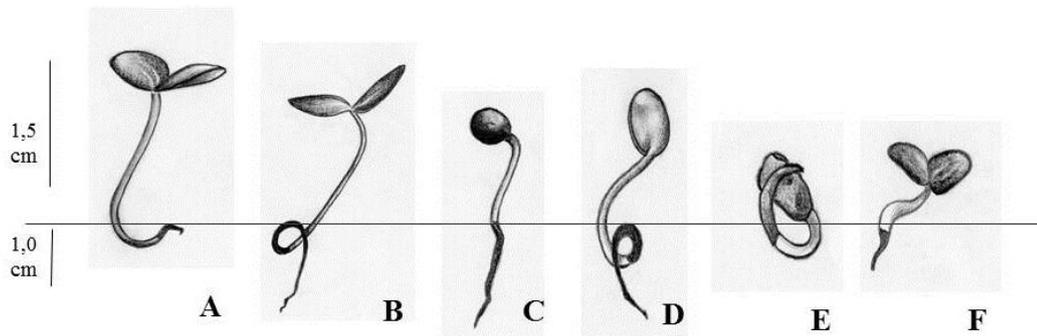
3.1.5 Descrição morfológica da plântula anormal

As plântulas anormais são aquelas que mesmo em condições favoráveis, não demonstram potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais, podendo ser classificadas como: danificadas, deformadas e deterioradas (BRASIL, 2009a),

Dessa forma, foram observados seis tipos de anormalidades: atrofiamento da raiz principal; desenvolvimento apenas dos cotilédones e hipocótilo; cotilédones necrosados; hipocótilo pouco desenvolvido, curto, grosso e curvado; raiz retorcida; torção do hipocótilo e radícula.

Vale salientar que as anormalidades foram observadas antes da emissão dos protófilos, ou seja, na 1ª fase de formação da plântula.

Figura 10 - Plântulas anormais de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby: **A** - desenvolvimento apenas do hipocótilo e cotilédones, raiz desproporcional em relação às outras estruturas da plântula; **B** - enrolamento da raiz principal; **C** - cotilédones necrosados; **D** - hipocótilo curvado e enrolamento da raiz principal; **E** - hipocótilo curto e curvado sobre si; **F** - hipocótilo curto e grosso e raiz atrofiada.



Fonte: Medeiros (2019).

4. CONCLUSÕES

A morfologia interna e externa das sementes e dos frutos, aliada às observações da germinação e formação da plântula em *Senna cana* permitem a identificação das estruturas, acompanhado das descrições e das ilustrações, possibilita uma correta interpretação das estruturas finais, oferecendo subsídios à interpretação dos testes de germinação, bem como a realização de outros trabalhos de pesquisa.

Os frutos são simples, secos, deiscentes, do tipo legume, com extremidades pubescentes.

As sementes de *S. cana* são estenospérmicas, albuminosas e o embrião se apresenta mais ou menos encurvado e levemente comprimido, ocupando a semente quase em sua totalidade.

A germinação é do tipo epígea-fanerocotiledonar e teve início no terceiro dia após semeadura, com emissão dos protófilos no trigésimo dia, após semeadura.

A muda de *S. cana* apresenta todas as estruturas normais e bem desenvolvidas da parte aérea e raiz, aos quatro meses após a semeadura, sendo esta informação útil para trabalhos relacionados tanto para produção de mudas, como para identificação em campo da espécie, em estudos de regeneração natural e, pesquisas com banco de sementes.

5. REFERÊNCIAS

- AMORIM, I. L.; DAVIDE, A. C.; FERREIRA, R. A.; CHAVES, M. M. F. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e mudas de *Senna multijuga* var. *lindleyana* (Gardner) H. S. Irwin & Barneby – Leguminosae Caesalpinioideae. *Revista Brasileira Botânica*, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 507-516, 2008.
- ANDRADE, K. V. S. A.; RODAL, M. J. N.; LUCENA, M. F. A.; GOMES, A. P. S. 2004. Composição florística de um trecho do Parque Nacional do Catimbau, Buíque, Pernambuco - Brasil. *Hoehnea*, São Paulo-SP, v. 31, n. 2, p. 337-348, 2004.
- BARROSO, G. M.; AMORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa, MG: Editora da UFV, 2004. 444 p.
- BATTILANI, J. L.; SANTIAGO, E. F.; DIAS, E. S. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de *Guibourtia hymenifolia* (Moric.) J. Leonard (Fabaceae). *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 35, n. 5, p. 1089-1098, 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Secretaria de Defesa Agropecuária. **Glossário ilustrado de morfologia**. Mapa/ACS, Brasília, Brasil. 2009a. 406 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009b. 395 p.
- CÓRDULA, E.; MORIM, M. P.; ALVES, M. Morfologia de frutos e sementes de Fabaceae ocorrentes em uma área prioritária para a conservação da Caatinga em Pernambuco, Brasil, *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, v. 65, n. 2, p. 505-516, 2014.
- COSMO, N. L.; GOGOSZ, A. M.; NOGUEIRA, A. C.; BONA, C.; KUNIYOSHI, Y. S. Morfologia do fruto, da semente e morfo-anatomia da plântula de *Vitex megapotamica* (Spreng.) Moldenke (Lamiaceae). *Acta Botanica Brasilica*, Belo Horizonte-MG, v. 23, n. 2, p. 389-397, 2009.
- CUNHA, M. C. L.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos da semente e do desenvolvimento da planta jovem de *Amburana cearensis* (Arr. Cam.) A.C. Smith - cumaru - Leguminosae Papilionoideae. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina-PR, v. 25, n. 2, p. 89-96, 2003.
- DAMIÃO FILHO, C. F.; MÔRO, F. V. **Morfologia externa das espermatófitas**. Jaboticabal: UNESP, 2001. 101 p.
- DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. Sementes florestais. In: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. (Ed.). **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: UFLA, 2008.
- DOU - Diário Oficial da União. Decreto 913/12 de 13 de dezembro de 2002. N. 242. 16 de dezembro de 2002. Pp. 13-14.

FELICIANO, A.L.P. **Estudo da germinação de sementes e desenvolvimento da muda, acompanhado de descrições morfológicas de dez espécies arbóreas ocorrentes no semi-árido nordestino.** 1989. 114f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade de Viçosa, 1989.

FELICIANO, A.L.P.; MARANGON, L. C.; HOLANDA, A. C. Morfologia de sementes, de plântulas e de plântulas jovens de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba, v.8, n.1, p.198-206, 2008.

FERREIRA, E. G. B. S. **Potencial fisiológico de sementes e produção de mudas de espécies florestais ocorrentes na caatinga de Pernambuco.** 2013. 159 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 2013.

FERREIRA, R. A.; DAVIDE, A. C.; MOTTA, M. S. Vigor e viabilidade de sementes de *Senna multijuga* (Rich.) Irwin et Barn. e *Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn., num banco de sementes em solo de viveiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 26, n. 1, p. 24-31, 2004.

FERREIRA, R. A.; CUNHA, M. C. L. Aspectos morfológicos de sementes, plântulas e desenvolvimento da muda de craibeira (*Tabebuia caraiba* (Mart.) Bur.) - Bignoniaceae e pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.) - Apocynaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 22, p. 134-143, 2000.

FIGUEIRÊDO, L. S.; RODAL, M. J. N.; MELO, A. L. Florística e fitossociologia da vegetação caducifólia espinhosa arbustiva no município de Buíque, Pernambuco. **Naturalia**, Rio Claro-SP, v. 25, p. 205-224, 2000.

FREITAS, T. P.; FREITAS, T. A. S.; CAMPOS, B. M.; FONSECA, M. D. S.; MENDONÇA, A. V. R. Morfologia e caracterização da germinação em função da posição das sementes no fruto de sabiá, **Scientia Plena**, Sergipe, v. 9, n. 3, p. 1-9, 2013.

GOMES, A. P. S., RODAL, M. J. N.; MELO, A. L. Florística e fitogeografia da vegetação arbustiva subcaducifolia da Chapada de São José, Buíque, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**. Belo Horizonte-MG, v. 20, n. 1, p. 37- 48. 2006.

GONÇALVES, E. G.; LORENZI, H. **Morfologia vegetal: Organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares.** 2ª ed. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2011. 512 p.

GURGEL, E. S. C.; SANTOS, J. U. M.; ARAÚJO LUCAS, F. C.; BASTOS, M. N. C. Morfologia de plântulas de Leguminosae e o potencial sistemático. **Rodriguésia**, Rio De Janeiro, v. 63, n. 1, p. 65-73, 2012.

GURGEL, E. S. C.; SILVA, M. F.; LUCAS, F. C. A.; CARREIRA, L. M. M.; SANTOS, J. U. M. dos. Morfologia do fruto e da semente de três espécies de *Senna* Mill. (Leguminosae - Caesalpinioideae). **Biota Amazônia**, Macapá, v. 4, n.2, p.80-86, 2014.

IBAMA. **Decreto, s/n, de 13 de dezembro de 2002.** Dispõe sobre a criação do Parque Nacional do Catimbau, nos Municípios de Ibimirim, Tupanatinga e Buíque, no Estado de Pernambuco, e dá outras providências. Brasília, 2002.

- LEWIS G. P.; MACKINDER, B.; LOCK, M. **Legume of the world**. London: Royal Botanic Garden, Kew. 2005.
- MENDONÇA, A. V. R. FREITAS, T. P. S.; SOUZA, L. S.; FONSECA, M. D. S.; SOUZA, J, S. Morfologia de frutos e sementes e germinação de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz, comb. Nov, **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 26, n. 2, p. 375-387, 2016.
- NOGUEIRA, F. C. B. et al. Caracterização da germinação e morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Dalbergia cearensis* Ducke (pau-violeta) – Fabaceae. **Acta Botânica Brasilica**, Belo Horizonte-MG, v. 24, n. 4, p. 978-985, 2010.
- OLIVEIRA, D. M. T. Morfologia comparada de plântulas e plantas jovens de leguminosas arbóreas nativas: espécies de *Phaseoleae*, *Sophoreae*, *Swartzieae* e *Tephrosieae*. **Revista Brasileira Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 85-97, 2001.
- OLIVEIRA, O.S. **Tecnologia de sementes florestais: espécies nativas**. Curitiba: Editora da UFPR, p.404, 2012.
- PINTO, T. T. **Morfoanatomia e fisiologia de sementes com dormência física de *Colubrina glandulosa perkins* (Rhamnaceae) e *Senna multijuga* (Rich.) H. S. Irwin & Barneby (Caesalpinioideae - Fabaceae)**. 2013. 71 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/106849>. Acesso em 10 set. 2018.
- POZITANO, M.; ROCHA, S. C. S. Caracterização física e germinação de sementes de *Senna macranthera*. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 33, n. 4, p. 777 – 784, 2011.
- RODAL, M. J. N.; ANDRADE, K. V. S. A.; SALES, M. F.; GOMES, A. P. S. Fitossociologia do componente lenhoso de um refúgio vegetacional no município de Buíque, Pernambuco. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos-SP, v. 58, n. 3, p. 517-526, 1998.
- SILVA, L. M. M.; MATOS, V. P. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul. – Caesalpinaceae) e juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart. - Rhamnanaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 20, n. 2, p. 263-269, 1998.
- SNE. Sociedade Nordestina de Ecologia. **Projeto Técnico para a Criação do Parque Nacional do Catimbau/PE - versão final, em cumprimento ao contrato n° 086-00/02, Subprojeto "Proposta para criação do Parque Nacional do Catimbau/PE"**. 2002.

CAPÍTULO 2

**PROTOCOLOS PARA ANÁLISE DE SEMENTES DE *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S.
Irwin & Barneby**

RESUMO

Alguns fatores associados ao ambiente afetam o processo germinativo, como a presença de tegumento impermeável, a falta ou o excesso de água, temperaturas acima ou abaixo do ideal para a germinação e desenvolvimento da espécie ou, ainda, a qualidade de luz ou sua ausência. Essas informações ainda são escassas para muitas espécies nativas, em especial para *Senna cana*, em que não existem padrões e metodologias adequadas para serem utilizadas em testes de germinação. Objetivou-se, recomendar tratamento(s) pré-germinativo(s) adequados na superação da dormência de sementes, determinar e recomendar o melhor tipo de substrato, temperatura, e estudar a influência de diferentes regimes de luz para serem utilizados em testes de germinação e vigor de sementes de *Senna cana*. Inicialmente, o teor de umidade das sementes foi determinado. Posteriormente, foram realizados três experimentos: (1)- Avaliação de diferentes métodos de superação de dormência, onde: T1- sementes intactas; T2- embebição das sementes intactas por 24 horas; T3- sementes escarificadas com lixa para massa nº 100 na região oposta ao hilo; T4- sementes escarificadas com lixa para massa nº 100 na região oposta ao hilo com embebição em água por 24 horas; T5- embebição em água a 80°C; (2)- Avaliação da germinação em diferentes temperaturas (10, 20, 25, 30, 35, 40 e 20-30°C) e substratos (vermiculita fina, vermiculita média, areia, pó de coco, bagaço de cana-de-açúcar, entre papel toalha e sobre papel mata-borrão); 3- Influência da qualidade de luz na germinação e vigor das sementes (branca, vermelha, vermelho-extremo e ausência de luz). Os parâmetros avaliados foram: primeira contagem, porcentagem de germinação, IVG, TMG, comprimento da parte aérea e raiz, massa seca da parte aérea e raiz. Os dados foram analisados em software R, versão 3.5.1 (R Core Team, 2018), com o auxílio do pacote ExpDes, versão 1.2. Foram utilizados os testes de Shapiro-Wilk, para normalidade dos resíduos da ANOVA e de Bartlett, para homogeneidade entre as variâncias a 5% de probabilidade. Como essas duas pressuposições da estatística paramétrica, os dados foram submetidos à análise da variância, seguida do teste de Tukey para as comparações qualitativas, e equações de regressão, para comparações quantitativas, ambos a 5% de probabilidade. O melhor método para superação da dormência de sementes foi à escarificação mecânica na região oposta ao hilo com lixa para massa nº 100. A temperatura ótima para as variáveis analisadas foi a alternada de 20-30°C, podendo ser indicado como substrato papel mata-borrão. A germinação das sementes de *S. cana* é considerada como indiferente a luminosidade, porém pode ser classificada como fotoblástica positiva preferencial pelo fato da resposta germinativa ser maior para as qualidades de luz branca e vermelha.

Palavras-chave: Fabaceae; ecofisiologia da germinação; dormência; temperatura e luminosidade.

ABSTRACT

Some factors associated with the environment affect the germination process, such as the presence of impermeable integument, lack of water or excess, temperatures above or below ideal for the germination and development of the species or, still, the light quality or absence. This information is still scarce for many native species, especially for *Senna cana*, where there are no adequate standards and methodologies to be used in germination tests. The objective of this work was, to recommend adequate pre-germinative treatment (s) to overcome seed dormancy, to determine and recommend the best substrate type, temperature, and to study the influence of different light regimes to be used in tests of seed germination and vigor of *Senna cana*. Initially, the moisture content of the seeds was determined. Three experiments were carried out: (1)- Evaluation of different methods of dormancy overcoming (T1- intact seeds; T2- imbibition of intact seeds for 24 hours; T3- scarified seeds with sandpaper for mass 100 in the region opposite the thread; T4- Scarified seeds with sandpaper for mass 100 in the region opposite to the yarn soaked in water for 24 hours; T5- soak in water at 80°C); (2)- Evaluation of germination at different temperatures (10, 20, 25, 30, 35, 40 and 20-30°C) and substrates (vermiculite, vermiculite, sand, coconut powder, sugarcane bagasse, paper towel and on blotting paper); (3)- Influence of light quality on seed germination and vigor (white, red, red-extreme and absence of light). The evaluated parameters were: first count, percentage of germination, IVG, TMG, shoot length and root, shoot dry mass and root. The data were analyzed in software R, version 3.5.1 (R Core Team, 2018), with the aid of the ExpDes package, version 1.2. The Shapiro-Wilk, tests for normality of the ANOVA, and Bartlett, residues were used for homogeneity among the variances at 5% probability. As these two parametric statistics assumptions, the data were applied to the analysis of variance, followed by the Tukey test for qualitative comparisons, and regression equations for quantitative comparisons, both at 5% probability. The results showed that the best method for overcoming seed dormancy was the mechanical scarification in the region opposite the yarn with sandpaper for mass n°100. The optimum temperature for the analyzed variables was the alternating of 20-30°C and could be indicated as substrate paper blotter. The germination of the seeds of *S. cana* is considered as indifferent to the luminosity, but can be classified as preferential positive photoblastic because the germinative response is greater for the qualities of white and red light.

Keywords: Fabaceae; ecophysiology of germination; numbness; temperature and brightness.

1 INTRODUÇÃO

Do ponto de vista ecológico, é fundamental o conhecimento do desenvolvimento das plantas e onde estas crescem, sendo essencial para responder a esta questão, o conhecimento dos requisitos necessários à germinação (BASKIN; BASKIN, 2014).

O processo germinativo consiste na emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua capacidade para produzir uma planta normal sob condições adequadas de campo (BRASIL, 2009). Diversos fatores podem afetar este processo, dentre os quais substrato, temperatura, umidade, luz e oxigênio. Dessa forma, o conjunto desses fatores é indispensável para que o processo germinativo ocorra de forma adequada e a ausência de um deles pode impedir a germinação das sementes, principalmente, em função das respostas diferenciadas que cada espécie pode apresentar em decorrência de fatores como dormência e condições ambientais, podendo gerar algum estresse tanto à germinação como às fases posteriores de desenvolvimento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Para algumas sementes, apenas a disponibilidade de água proporciona o início da germinação, porém, outras apresentam tegumento impermeável. Quando a semente apresenta alguma barreira que a impossibilita de germinar mediante condições ótimas do ambiente, tem-se uma semente dormente, de modo que esta necessitará de algum impulso que promova a retomada do metabolismo e assim tenha início à germinação visível.

O impedimento da germinação pode ser atribuído a outras características próprias das sementes, como as particularidades do embrião e outras estruturas, incluindo o endosperma, o tegumento (VIVIAN et al., 2008). Os autores afirmam que sementes da família Fabaceae apresentam dormência devido à impermeabilidade do tegumento à água.

Tendo em vista que o fornecimento de água é condição essencial para que a semente possa iniciar a germinação e originar uma plântula normal, a escolha do substrato para testes de germinação representa um dos fatores a ser considerado, devido à exigência com relação à quantidade de água pela semente, funcionar como suporte físico para que as plântulas possam se desenvolver (BRASIL, 2009).

O acompanhamento da germinação de sementes, além das características morfológicas, é um dos aspectos ecofisiológicos mais estudados, pois espécies nativas muitas vezes possuem seu processo germinativo limitado, em razão da dormência das sementes, que pode ser causada por impermeabilidade do tegumento à água e gases, exigências individuais

de luz e temperatura, substrato, imaturidade do embrião e fatores fisiológicos inibitórios (KUCERA, COHN, LEUBNER-METZGER, 2005; THOMPSON; OOI, 2010).

Em muitas espécies a presença de luz favorece a germinação das sementes, enquanto outras, o desempenho germinativo na ausência da luz é mais efetivo. Quando a luz exerce influência positiva, diz-se que a espécie é fotoblástica positiva, ou negativamente, fotoblástica negativa, e sementes indiferentes a esse fator, que são as fotoblásticas neutras (GUEDES et al., 2010; GUEDES et al., 2011a). Esse requerimento de luz para a germinação, em algumas espécies, é diretamente influenciado pela temperatura, e segundo Bewley; Black (1994), a determinação das temperaturas mínima, ótima e máxima para a germinação das espécies é importante, pois a temperatura ótima propicia a máxima porcentagem de germinação em menor espaço de tempo, enquanto em temperaturas máximas e mínimas, as sementes perdem tal capacidade.

Para algumas espécies da família Fabaceae, estudos demonstraram que as sementes podem germinar em diferentes condições de temperatura e substrato (ROSSETO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2013; FERREIRA, 2013; OLIVEIRA, 2017), de luminosidade (RESENDE et al., 2011; NOGUEIRA et al., 2012; HOLANDA, MEDEIROS-FILHO, SAMPAIO, 2015) e fotoperíodo (FERREIRA, 2013; CARVALHO et al., 2016; MELLO et al., 2016) porém, as informações sobre os requisitos de temperatura, substrato e luz adequados para germinação de sementes da espécie *Senna cana* ainda são limitadas.

Devido à ausência de informações sobre o manejo e análise de sementes, de modo a fornecer dados que determinem suas características físicas e fisiológicas, bem como, considerando a ausência de informações com *S. cana*, o presente trabalho objetivou recomendar tratamento(s) pré germinativo(s) para superação da dormência de sementes, determinar e recomendar o melhor tipo de substrato, temperatura e regimes de luz para serem utilizados em testes de germinação e vigor de sementes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção de Sementes e condução dos experimentos

Os frutos de *S. cana* foram coletados diretamente de matrizes, localizadas no Parque Nacional do Catimbau, na Serra do Catimbau, município de Buíque – PE, com coordenadas geográficas 8°24'00" e 8°36'35" S e 37°09'30" e 37°14'40" W (SNE, 2002). Posteriormente, foram acondicionados em sacos de plástico preto, devidamente etiquetados, individualizados

e identificados por matriz e, transportados para o Laboratório de Sementes do Departamento de Agronomia da UFRPE.

Os frutos foram submetidos ao beneficiamento para extração das sementes e os experimentos foram realizados no Laboratório de Sementes e em Casa de Vegetação, do Departamento de Agronomia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

2.2 Determinação do grau de umidade das sementes

A determinação do teor de água das sementes de *S. cana* foi realizada pelo método padrão de estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, por 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando-se subamostras de 2,0 g de sementes, com quatro repetições. As sementes foram acondicionadas em cápsulas de alumínio (6,0 cm de diâmetro x 4,0 cm de altura), previamente pesadas. Após este período, as amostras foram retiradas e colocadas em dessecador, por aproximadamente dez minutos e, posteriormente, pesadas em balança analítica com sensibilidade de 0,0001g, modelo AL 500C da marca Marte®. O teor de água resultante foi dado em % e obtido pela seguinte fórmula:

$$\% \text{ de Umidade } (U) = \frac{100 (P - p)}{P - t}$$

Em que:

P = peso inicial, correspondente ao peso do recipiente, sua tampa e as sementes úmidas;

p = peso final, igual ao peso do recipiente e sua tampa mais o peso das sementes secas;

t = tara, peso inicial do recipiente com sua tampa, sem as sementes.

2.3 EXPERIMENTO I: Superação da dormência de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby

Além da testemunha (T1), ou seja, as sementes que não foram submetidas a nenhum método para superação da dormência, foram realizados os seguintes tratamentos: T2 – embebição das sementes intactas por 24 horas; T3 – sementes escarificadas com lixa para massa nº 100 na região oposta ao hilo; T4 – sementes escarificadas com lixa para massa nº 100 na região oposta ao hilo com embebição em água por 24 horas; T5 – embebição em água a 80°C até atingir a temperatura ambiente. Cada tratamento foi constituído de 4 repetições de 50 sementes.

As sementes foram desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio a 5% por cinco minutos, em seguida lavadas com água deionizada. A semeadura foi realizada em bandejas com dimensões de 30,0 x 22,0 x 7,0 cm, relacionadas ao comprimento, largura e profundidade, dispostas sobre bancada, em casa de vegetação. O substrato utilizado no teste pré-germinativo foi a vermiculita de granulometria fina, esterilizada em autoclave durante 120 minutos, regulado a 120°C e pressão de 1,0 atm. O umedecimento foi realizado com água deionizada, adotando-se 60% da capacidade de retenção do substrato, conforme descrito nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

As temperaturas média, mínima e máxima foram registradas diariamente na casa de vegetação por termohigrômetro digital.

Figura 1 - Bandejas contendo o substrato vermiculita dispostas sobre bancada (improvisadas) em casa de vegetação (A); plântulas de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby (B).



Fonte: Medeiros (2019).

2.4 EXPERIMENTO II: Efeito do substrato e temperatura na germinação de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby

Os testes foram conduzidos em germinador do tipo B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*), utilizando-se temperaturas constantes de 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40°C e, temperatura alternada de 20-30°C, sob luz contínua, utilizando lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20W).

Foi realizada a superação da dormência nas sementes, por escarificação mecânica, na região oposta ao hilo, com auxílio de pinça e lixa para massa nº 100, indicada no item 2.3. As sementes foram desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio a 5% durante cinco

minutos e, em seguida, lavadas com água deionizada. Posteriormente, foram semeadas entre os substratos: vermiculita fina (EVF), vermiculita média (EVM), areia (EA), pó de coco (EPC), bagaço de cana-de-açúcar (EBC) a 1 cm de profundidade; entre papel toalha (EPT) e sobre papel mata-borrão (SPMB). Cada tratamento foi constituído de 4 repetições de 25 sementes.

Os substratos foram autoclavados a 120°C por duas horas e, após resfriamento, colocados em caixas plásticas transparentes, tipo gerbox, de 11,0 x 11,0 x 3,0 cm, com tampa, umedecidos com solução de nistatina a 0,2% na quantidade necessária para obter 60% da capacidade de retenção dos mesmos; para o papel toalha e o mata-borrão foram umedecidos com equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco, de acordo com as recomendações das Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

Figura 2 - Detalhe dos gerbox contendo os substratos e papel toalha organizado em rolo, utilizado no experimento de temperatura e substrato, no Laboratório de Sementes do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE.



Em que: EP= entre pó-de-coco; EBC= entre bagaço de cana; EA= entre areia; EVM= entre vermiculita fina; SPMB= sobre papel mata-borrão; EVF= entre vermiculita fina; EPT= entre papel toalha.

Fonte: Medeiros (2019).

2.5 EXPERIMENTO III: Qualidade da luz na germinação e vigor das sementes de *S. cana*

As sementes foram submetidas ao tratamento pré-germinativo de escarificação mecânica com lixa para massa nº 100 e, posteriormente, desinfestadas com hipoclorito de sódio a 5% durante cinco minutos e lavadas com água deionizada e mantidas em câmara de germinação, tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.), com quatro lâmpadas fluorescentes do tipo luz branca (4 x 20W) localizadas no interior do germinador. Foi avaliado o comportamento germinativo das sementes submetidas a quatro condições de luminosidade: luz branca (LB), vermelho distante (LVD), vermelha (V) e ausência de luz (A).

Para simulação das ondas luminosas, foram utilizadas combinações de filtros de papel celofane e lâmpadas fluorescentes e incandescentes: luz branca (caixa gerbox transparente); luz vermelha (gerbox revestido com duas folhas vermelhas de papel celofane); luz vermelho distante (gerbox revestido com uma folha de papel celofane vermelho e uma azul, superpostas), conforme metodologia descrita por Silva; Matos (1998). A ausência de luz foi obtida utilizando-se as caixas gerbox de coloração preta.

As avaliações para LVD, V e A foram realizadas diariamente, em sala escura, sob luz de segurança, na qual utilizou-se lâmpada fluorescente coberta com duas folhas de papel celofane verde.

Figura 3 - Disposição do gerbox nas prateleiras do germinador (B.O.D) (A); Detalhe das plântulas nas diferentes condições de luz (B).



Fonte: Medeiros (2019).

2.6 VARIÁVEIS AVALIADAS

O número de sementes germinadas foi avaliado, diariamente, adotando-se como critério de germinação: o surgimento do hipocótilo e a consequente emergência dos cotilédones, bem como início da emissão do epicótilo.

2.6.1 Germinação - A porcentagem de germinação correspondeu ao total de sementes germinadas no 15º dia após a semeadura.

2.6.2 Vigor - O vigor foi determinado por meio da avaliação da primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), comprimento da raiz primária e da parte aérea, além da massa seca do sistema radicular e da parte aérea.

2.6.2.1 Primeira contagem (PC) - Correspondeu à porcentagem de sementes germinadas no período de ocorrência das primeiras plântulas normais, que aconteceu no terceiro dia após semeadura.

2.6.2.2 Índice velocidade de germinação (IVG) - Foi avaliado juntamente com o teste de germinação, em que se efetuou a contagem diária das plântulas normais e calculado empregando-se a fórmula de Maguire (1962), em que $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$, na qual G1, G2... Gn é igual ao número de sementes germinadas, e N1, N2... Nn corresponde ao número de dias após a semeadura.

2.6.2.3 Tempo médio de germinação (TMG) - Calculado de acordo com a fórmula de Silva; Nakagawa (1995), com os resultados expressos em dias após a semeadura.

2.6.2.4 Comprimento da parte aérea e raiz primária (CPA/ CR) - Ao final do teste de germinação, o hipocótilo e a raiz primária das plântulas normais de cada repetição foram medidas com auxílio de uma régua graduada em milímetros, sendo os resultados expressos em centímetros por plântula.

2.6.2.5 Massa seca da parte aérea e do sistema radicular (MSPA/ MSR)- Após avaliação do comprimento, a parte aérea e o sistema radicular das plântulas normais de cada repetição foram acondicionados em saco de papel, identificados e levados à estufa, regulada a 80°C por 24 horas. Após este período, o material foi retirado da estufa e pesado em balança analítica, com precisão de 0,001 g e os resultados expressos em mg/plântula (NAKAGAWA, 1999).

2.7 Análises estatísticas

Os dados foram analisados em software R, versão 3.5.1 (R CORE TEAM, 2018), com o auxílio do pacote ExpDes, versão 1.2 (FERREIRA et al., 2018). Foram utilizados os testes de Shapiro-Wilk, para normalidade dos resíduos da ANOVA, e de Bartlett, para homogeneidade entre as variâncias a 5% de probabilidade. Com essas duas pressuposições da estatística paramétrica, os dados foram submetidas à análise da variância (ANOVA), seguida do teste de Tukey para as comparações qualitativas, e equações de regressão para comparações quantitativas, ambos a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Teor de umidade das sementes de *Senna cana*

Nas Regras para Análise de Sementes, existe indicação de três métodos para determinação do grau de umidade, em laboratórios de análise de sementes, sendo o método de estufa a 105°C o mais utilizado no Brasil e o único indicado para todas as espécies de sementes e com uso de sementes inteiras (BRASIL, 2009).

Dessa forma, o teor de água inicial das sementes de *S. cana* foi de 11% e, devido esse baixo teor de água, provavelmente a *S. cana* se classifica como semente ortodoxa.

As sementes ortodoxas são também conhecidas como tolerantes à dessecação, por suportarem os efeitos imediatos da perda severa de água (MEDEIROS; EIRA, 2006). Além disso, para a maioria das sementes consideradas ortodoxas, ao final da maturação, há uma redução do teor de água até valores próximos a 10% (AMARO et al., 2012), fazendo com que a mesma não germine, pela falta de água disponível (quiescência) e esse comportamento pode ser considerado como resultado do processo de seleção natural, em concordância as condições ambientais em que a espécie se desenvolveu. Essas sementes apresentam vantagens em relação ao armazenamento, devido a capacidade de suportarem um baixo teor de umidade e temperatura, mantendo sua viabilidade por um maior período de tempo.

Teores próximos de umidade foram observados para algumas espécies da família Fabaceae, a exemplo de Oliveira (2017) para *Parapiptadenia zehntneri*, com teor de água inicial de 11,5%; Mondo et al. (2008), com 9,9% para sementes *Parapiptadenia rigida*; Pozitano; Rocha (2011), com 8,70% em sementes de *Senna macranthera*; Sampaio (2012), com 9% de umidade em sementes de *Parapiptadenia pterosperma*, todas pertencentes à mesma família da espécie em estudo.

Determinações frequentes do teor de umidade são importantes para adoção de procedimentos adequados para evitar ou minimizar danos que ocorrem com frequência nas sementes (TILLMANN; MENEZES, 2012). Esta determinação apresenta importância tanto para comercialização, como para a conservação e manejo das sementes, pois podem ter seu processo fisiológico acelerado ou minimizado, em função do teor de água adequado para a espécie (LIMA JUNIOR et al., 2011).

3.2 Métodos para superação da dormência de sementes de *Senna cana*

A primeira contagem refere-se ao máximo de sementes germinadas observadas em todos os tratamentos, no início da avaliação dos testes. Após o terceiro dia de montagem do experimento, o maior número de sementes germinadas foi observado para o tratamento com escarificação mecânica (T3), com 36% de germinação, seguida pelo tratamento de escarificação+embebição por 24 h.

Para as sementes em embebição por 24 h e sementes em embebição a 80°C (T2 e T3, respectivamente) não foram observadas germinação durante esse período de primeira contagem, bem como para a testemunha (T1). Houve apenas 1% de germinação, fazendo com que as médias de tais tratamentos não apresentassem diferença estatística entre si, evidenciando a dormência tegumentar presente nas sementes de *S. cana*.

Em relação ao tratamento de embebição em água a 80°C (T5), pode-se inferir que este, provavelmente, ocasionou a morte do embrião, uma vez que, ao final do experimento observou-se que as sementes encontravam-se deterioradas, com tegumento de aspecto mole e apodrecido. Comportamento semelhante foi observado por alguns autores, utilizando o mesmo método de superação da dormência, com algumas espécies de Fabaceae-Caesalpinioideae, a exemplo de Alves et al. (2000), com redução drástica na germinação de sementes de *Bauhinia monandra* Britt. (Fabaceae-Caesalpinioideae), utilizando água a 85°C; Albuquerque et al. (2007), em sementes de *Bowdichia virgilioides* Kunth (Fabaceae-Faboideae), em água a 80°C; Ronchi et al. (2016), para sementes de *Bauhinia forficata* Link. (Fabaceae-Caesalpinioideae) em água destilada a 65°C.

As maiores porcentagens de germinação final foram verificadas para as sementes de *S. cana* submetidas ao tratamento de escarificação mecânica com lixa para massa nº 100 (T3), seguida pelo tratamento de escarificação+embebição por 24 h (T4), testemunha (T1), embebição por 24 h (T2) e, por fim, o tratamento em que as sementes foram submetidas a 80°C (T5). A germinação das sementes não escarificadas foi relativamente baixa (40%), com ausência de embebição na maioria das sementes (Figura 4B).

Em *S. cana*, verifica-se que a escarificação mecânica promove uma rápida germinação com, aproximadamente, 70% a partir do sétimo dia e, embora não tenha apresentado diferença estatística do tratamento de escarificação+embebição por 24 h, este apresentou ao final do teste, 20% a mais de sementes germinadas, bem como maior índice de velocidade de germinação (IVG) e menor tempo médio de germinação (TMG).

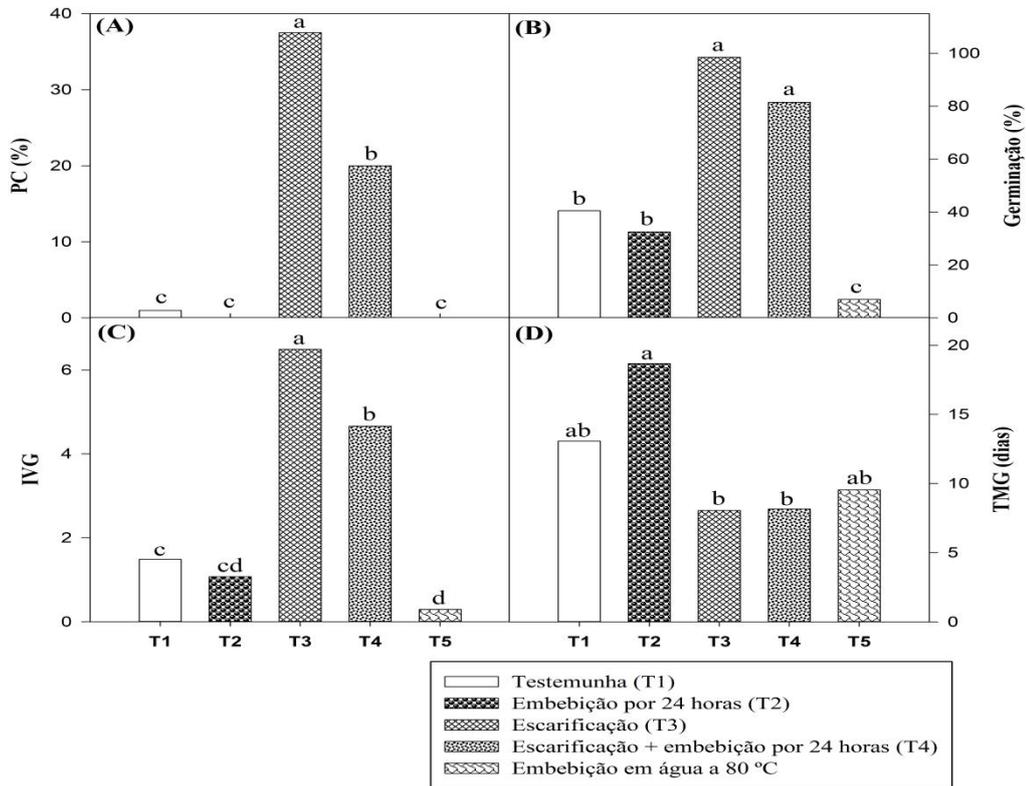
Resultado semelhante foi observado por Lemos Filho et al. (1997), em que, a escarificação mecânica promoveu um índice de germinação superior a 80% em sementes de *Senna macranthera* e *Senna multijuga*, ambas Fabaceae-Caesalpinioideae. Porém, Ribeiro et al. (2016) constataram um melhor desempenho germinativo em sementes de *Senna multijuga* após imersão em água com temperatura inicial de 100°C seguido de repouso fora do aquecimento por 24 horas. Assumpção e Perini (2016), constataram que o potencial germinativo das sementes de *Senna occidentalis* (Fabaceae-Caesalpinioideae) aumenta significativamente quando submetidas à escarificação química; bem como, Dutra et al. (2007) contataram que entre os tratamentos para superação de dormência em sementes de *Senna siamea* (Fabaceae-Caesalpinioideae), destacam-se tanto a escarificação mecânica quanto o ácido sulfúrico.

De acordo com resultados encontrados na literatura, observa-se a versatilidade quanto às metodologias para realização de testes de superação de dormência em sementes de espécies do gênero *Senna*, tendo em vista, os resultados satisfatórios que foram obtidos utilizando desde testes como a escarificação mecânica, a imersão em água quente e até mesmo o ácido sulfúrico para tal finalidade.

O maior valor de IVG (Figura 4C) foi observado para o tratamento com escarificação, seguido do tratamento com escarificação+embebição por 24 h (T3 e T4, respectivamente) e, o menor foi obtido pelo tratamento utilizando água quente (T5). Vale ressaltar que essa variável refere-se ao máximo de sementes germinadas, no menor espaço de tempo possível, o que é requerido em todos os testes de germinação, sendo assim, quanto maior o valor, melhor será o resultado e, o tratamento (T3) apresentou uma considerável diferença em relação aos demais, com IVG de 6,5, bem como o menor tempo médio de germinação (Figura 4D) também foi obtido pelos tratamentos T3 e T4, não diferindo estatisticamente entre si.

Conforme Silva et al. (2009), quanto menor o tempo médio de germinação, maior a velocidade de germinação. Dessa forma, o alto valor do IVG e baixo TMG, apresentados pelas sementes da espécie estudada, indicam a eficiência do tratamento (T3) para superação da dormência de sementes de *S. cana*. Este fato corrobora com outras pesquisas para espécies do gênero *Senna* (BANDEIRA et al., 2018; TOPANOTTI et al., 2014), em que métodos distintos, a exemplo da imersão em água quente ou no ácido, foram tão eficientes quanto o obtido nesse estudo utilizando a escarificação com lixa para massa nº 100, o qual proporcionou porcentagem de germinação igual ou superior a 80%.

Figura 4 - Primeira contagem da germinação (%) (A); Germinação (%) (B); Índice de velocidade de germinação (C) e Tempo médio de germinação (D) de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos para superação da dormência.

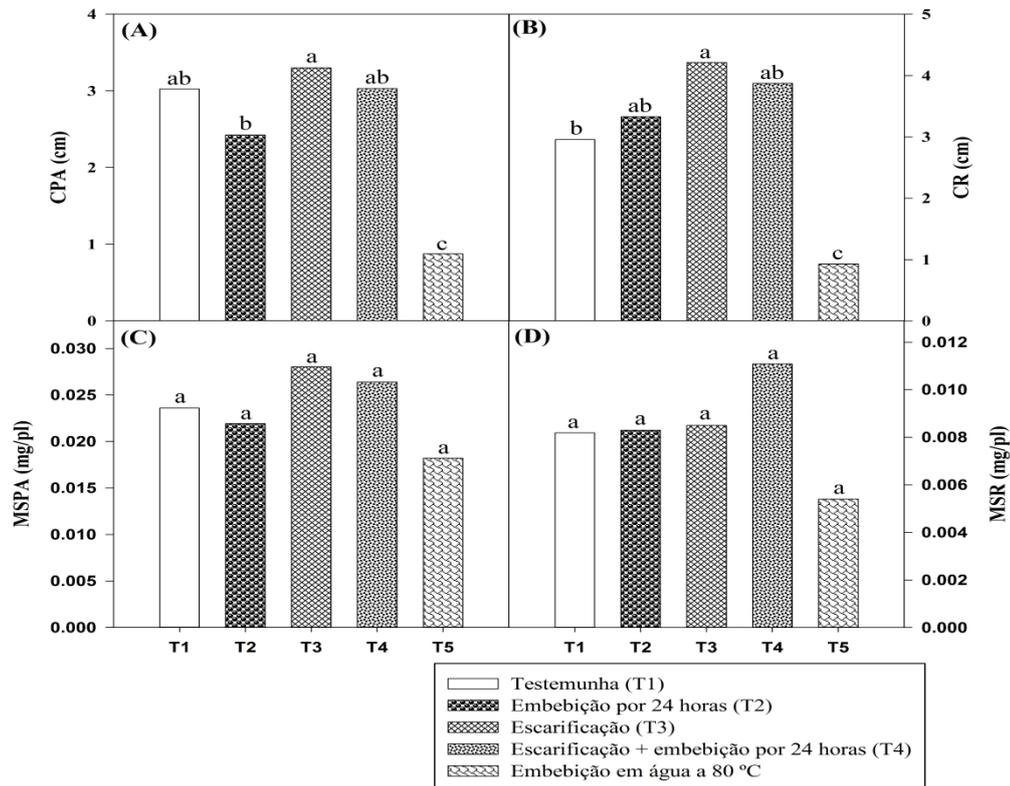


Fonte: Medeiros (2019).

Resultados satisfatórios para comprimento da parte aérea (Figura 5A) foram obtidos pelos tratamentos: escarificação, escarificação+embebição por 24 horas e testemunha, não diferindo estatisticamente entre si, com comprimentos que apresentaram variação de 3,0 a 3,4 cm. O menor comprimento foi observado para o tratamento com água a 80°C com comprimento inferior a 1,0 cm.

Para o comprimento da raiz (Figura 5B), os tratamentos mais eficientes foram, a embebição das sementes por 24 horas, escarificação e escarificação+embebição por 24 h (T2, T3 e T4).

Figura 5 – Comprimento da parte aérea (cm) (A); Comprimento da raiz principal (cm) (B); Massa seca da parte aérea (mg/pl) (C); e, Massa seca da raiz (mg/pl) (D), de plântulas oriundas de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos para superação da dormência.



Fonte: Medeiros (2019).

Assim como as plântulas da espécie em estudo, as de *Poincianella gardneriana* (Benth.) L. P. Queiroz (Fabaceae), também obtiveram valores satisfatórios de comprimento da raiz primária, quando provenientes de sementes submetidas à escarificação mecânica com lixa para massa nº 100 (FERREIRA, 2013).

Os resultados do acúmulo de massa seca, tanto da parte aérea como da raiz para as plântulas de *S. cana*, apresentaram-se indiferentes quanto ao método utilizado (Figura 2 - C e D). Os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si, porém houve maior crescimento e acúmulo de massa seca para as plântulas provenientes de sementes que foram submetidas aos tratamentos com escarificação e escarificação+embebição por 24 h (T3 e T4), ou seja, foram eficientes, promovendo maiores resultados para esta variável.

A impermeabilidade do tegumento está associada a diversas espécies botânicas, sendo mais frequentes em espécies da família Fabaceae (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Conforme Meiado et al. (2012), a dormência tegumentar representa o tipo de dormência mais observada em sementes que ocorrem na Caatinga. Segundo os autores, esse tipo de dormência

impede a passagem de água e, conseqüentemente, o início do processo germinativo, porém, quando superada por meio de qualquer tratamento que resulte na ruptura ou no enfraquecimento do tegumento, tem-se início a germinação visível. O que foi observado nas sementes de *S. cana* submetidas à escarificação mecânica, constituindo este, o melhor tratamento pré-germinativo para suas sementes, sendo indicado como o método mais eficiente para a promoção da germinação, além de ser um método simples e de baixo custo.

As vantagens que esse tipo de dormência proporciona, referem-se ao sucesso reprodutivo destas e a possibilidade de ocorrência em ecossistemas que apresentem fatores ambientais limitantes e estressantes ao seu desenvolvimento e estabelecimento, como por exemplo, temperaturas elevadas, altas radiações e principalmente déficit hídrico no solo.

Outra vantagem que esses tegumentos rígidos e impermeáveis proporcionam às sementes está relacionada à proteção ao embrião mediante fatores ambientais estressantes e desfavoráveis à germinação. Reduz ainda o ataque de predadores de sementes no período de pós-dispersão ou ainda, permite que esses diásporos sejam manipulados e/ou consumidos por diferentes animais, sem que haja um dano significativo ao embrião (BASKIN; BASKIN, 2014).

3.3 Efeito da temperatura e do substrato na germinação e vigor de sementes de *Senna cana*

Após aplicação do melhor método para superação da dormência das sementes, com o tratamento que proporcionou maior porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e menor tempo médio de germinação (escarificação na região oposta ao hilo com lixa para massa nº 100), foi realizado o experimento para determinação da temperatura e substrato ideal para proporcionar germinação e vigor das sementes.

Para as temperaturas de 10°C e 40°C, a germinação das sementes de *S. cana* foi nula, por isso as mesmas não foram incluídas nas análises.

Os resultados para a primeira contagem da germinação de sementes submetidas às diferentes temperaturas (Tabela 1) mostraram que a maior porcentagem foi obtida quando as sementes foram mantidas à temperatura alternada de 20-30°C, utilizando como substrato, o papel mata-borrão, com germinação de 77% após o terceiro dia de instalação do experimento. Resultados satisfatórios também foram obtidos utilizando o mesmo substrato na temperatura constante de 30°C (62%), bem como para temperatura de 20°C, utilizando o substrato areia (61%).

Tabela 1 – Primeira contagem (%) de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, submetidas a diferentes temperaturas e substratos

Substrato	Temperatura (°C)					
	15	20	25	30	35	20-30
EA	24 Bab	61 Aa	47 Aa	28 Bb	23 Ba	22 Bcd
EBC	1 Bc	21 Ab	21 Ab	31 Ab	27 Aa	13 ABd
EPC	0 Cc	17 BCbc	7 Cbc	39 Ab	31 ABa	12 Cd
EPT	42 ABa	0 Dc	52 Aa	41 ABb	30 BCa	15 CDd
EVF	12 Cbc	18 BCbc	6 Cbc	31 Bb	21 BCa	53 Ab
EVM	15 BCbc	12 BCbc	0 Cc	39 Ab	20 Ba	41 Abc
SPMB	36 Ba	10 Cbc	42 Ba	62 Aa	25 BCa	77 Aa

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV (%) = 34,16. Entre areia (EA); Entre bagaço de cana (EBC); Entre pó de coco (EPC); Entre papel toalha (EPT); Entre vermiculita fina (EVF); Entre vermiculita média (EVM); Sobre papel mata-borrão (SPMB).

A germinação de sementes ocorre sob limites relativamente amplos de temperatura, cujos extremos dependem principalmente da espécie e suas características genéticas, das condições do ambiente durante a produção, do manejo durante e após a colheita, além da sanidade, de modo que essas variações da temperatura podem afetar a velocidade, a percentagem e a uniformidade da germinação. Em função disso, há a necessidade de serem determinadas temperaturas ótimas, em que a eficiência do processo é total, bem como os extremos tolerados pelas sementes (MARCOS FILHO, 2015).

A espécie *S. cana* possui capacidade germinativa em ampla faixa de temperatura, em que, a temperatura máxima para germinação é de 35°C e mínima de 15°C. Do mesmo modo verificou-se para sementes de *Senna macranthera* (Collad.) Irwin & Barn. e de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit que apresentaram resultados satisfatórios para germinação em três temperaturas distintas (BORGES et al., 1997). Para *Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn. (CASSARO-SILVA, 2001) a classificou como espécie euritérmica; e *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. apresentou germinação em oito intervalos de temperatura (NOVEMBRE et al., 2007).

Os resultados da Tabela 2 referem-se à porcentagem de germinação de sementes de *S. cana* realizada no 17º dia após a semeadura, e observa-se que ocorreu maior germinação na temperatura constante de 20°C e alternada de 20-30°C para todos os substratos, em especial para o papel mata-borrão e para o papel toalha. Nas temperaturas de 20-30°C e 30°C, o substrato sobre papel mata-borrão proporcionou a máxima expressão do potencial germinativo das sementes (99%).

Tabela 2 – Germinação (%) de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, submetidas a diferentes temperaturas e substratos

Substrato	Temperatura (°C)					
	15	20	25	30	35	20-30
EA	62 BCbcd	95 Aa	84 ABa	62 BCc	45 Ca	87 Aa
EBC	40 Cd	76 ABa	46 Cb	63 BCbc	50 Ca	90 Aa
EPC	43 CDcd	96 Aa	28 Dbc	78 ABabc	58 BCa	92 Aa
EPT	85 ABab	89 Aa	93 Aa	87 Aab	61 Ba	99 Aa
EVF	61 Bbcd	91 Aa	92 Aa	75 ABabc	60 Ba	96 Aa
EVM	66 BCabc	94 Aa	16 Dc	83 ABabc	50 Ca	88 ABa
SPMB	88 Aa	95 Aa	78 ABa	99 Aa	57 Ba	99 Aa

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV (%) = 15,91. Entre areia (EA); Entre bagaço de cana (EBC); Entre pó de coco (EPC); Entre papel toalha (EPT); Entre vermiculita fina (EVF); Entre vermiculita média (EVM); Sobre papel mata-borrão (SPMB).

Observando a interação de cada temperatura dentro dos substratos, as temperaturas de 20, 35 e 20-30°C não diferiram estatisticamente entre os sete substratos utilizados, apresentando as melhores porcentagens de germinação; para temperatura de 15°C não houve diferença entre papel toalha e papel mata-borrão; para 25°C não diferiram os substratos areia, papel toalha, vermiculita fina e papel mata-borrão; para 30°C, pó-de-coco, papel toalha, vermiculita fina, vermiculita média e papel mata-borrão.

Para interação das seis temperaturas dentro de cada substrato, os resultados mais expressivos foram constatados para o papel toalha e o papel mata-borrão, em que, na temperatura alternada de 20-30°C, atingiram percentual de germinação de 99%. Os menores percentuais de germinação foram observados para temperatura de 35°C no substrato areia (45%), bem como na temperatura de 25°C, para os substratos pó-de-coco (28%) e vermiculita média (16%).

As sementes estão submetidas às condições adversas em situações naturais, como, umidade, temperatura, radiação e competição, que podem ser desfavoráveis para que a semente expresse seu potencial germinativo (PIÑA-RODRIGUES et al., 2004). A alternância de temperatura simula condições naturais do ambiente e, provavelmente, minimiza os danos causados pelo elevado estresse térmico que as sementes sofrem durante a germinação, favorecendo tanto o crescimento quanto a transferência de massa seca dos cotilédones para o eixo embrionário (LIMA et al., 2011).

As temperaturas entre 20° e 30°C são as mais recomendadas para os testes de germinação, no entanto, os efeitos decorrentes da alternância da temperatura não são

totalmente conhecidas, supõe-se que a variação térmica cria uma alteração no balanço promotores/inibidores da germinação em que estes têm a concentração diminuída durante os períodos de temperatura mais baixa, enquanto os promotores aumenta durante os ciclos de temperatura mais altas (MARCOS FILHO, 2015).

As temperaturas constantes de 20 e 30°C e alternada de 20-30°C sobre o substrato vermiculita foram indicadas por Andrade et al. (2006), para sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. (Fabaceae); enquanto para *Albizia hassleri* (Chod.) Burkart. (Fabaceae), o teste padrão de germinação foi indicado para temperaturas de 30, 20-30 e 25-35°C em papel toalha (GONZALES, 2007); resultados encontrados também para as sementes de *Dalbergia nigra*, por (GUEDES et al., 2011a), constataram que, a temperatura de 25°C, juntamente com os substratos vermiculita, papel mata-borrão e papel toalha proporcionaram resultados satisfatórios para germinação. Além disso, nas temperaturas de 25; 30 e 20-30°C, os substratos areia, vermiculita e papel toalha, são indicados para os testes de germinação de muitas espécies florestais, como *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (LIMA et al., 2011); *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert (ALVES et al., 2011); e para *Parkia platycephala* Benth. (Fabaceae), foram verificadas combinações favoráveis entre as temperaturas de 20 e 25°C alternadas de 20-30 e 25-35°C, para os substratos papel toalha, papel mata-borrão e vermiculita (SILVA et al., 2017).

Esses resultados corroboram com o observado na interação das temperaturas e substratos para sementes de *S. cana*, em que as temperaturas de 20, 25, 30 e 20-30°C favoreceram a máxima expressão do potencial germinativo das sementes, principalmente, para os substratos papel mata-borrão, papel toalha e vermiculita fina.

Para os maiores valores médios do índice de velocidade de germinação (Tabela 3), verifica-se que as temperaturas constantes de 15, 25 e 30°C, combinadas com o substrato papel toalha, promoveram a maior velocidade de germinação das sementes de *S. cana*, não diferindo estatisticamente da temperatura alternada de 20-30°C, combinada com os substratos papel toalha, vermiculita fina, vermiculita média e papel mata-borrão.

Tabela 3 – Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, submetidas a diferentes temperaturas e substratos

Substrato	Temperatura (°C)					
	15	20	25	30	35	20-30
EA	2,11 Bb	3,18 Aa	2,98 Aab	2,11 Bc	0,81 Ca	2,82 ABb
EBC	1,14 Ccd	2,41 Aa	1,58 BCc	2,23 ABc	0,88 Ca	2,8 Ab
EPC	1,03 Bd	2,87 Aa	0,88 Bcd	2,76 Abc	1,00 Ba	2,9 Ab
EPT	3,03 ABa	2,49 Ba	3,51 Aa	3,05 ABab	1,02 Ca	3,01 ABb
EVF	1,91 Cbc	2,88 ABa	2,6 BCb	2,6 BCbc	1,00 Da	3,43 Aab
EVM	2,09 Bb	2,93 Aa	0,49 Cd	2,9 Abc	0,81 Ca	3,02 Ab
SPMB	3,08 BCa	2,89 Ca	2,85 Cab	3,8 ABa	0,91 Da	4,02 Aa

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV (%) = 16,49. Entre areia (EA); Entre bagaço de cana (EBC); Entre pó de coco (EPC); Entre papel toalha (EPT); Entre vermiculita fina (EVF); Entre vermiculita média (EVM); Sobre papel mata-borrão (SPMB).

Os dados obtidos em relação à temperatura alternada corroboram com as respostas encontradas por Dutra et al. (2007), em sementes de *Senna siamea* (Lam.) H.S. Irwin & Barneby (Fabaceae), com resultados satisfatórios para germinação e índice de velocidade de germinação em alternância de temperatura (20-35°C); por Oliveira (2017), em sementes de *Parapipitadenia zehntneri* (Fabaceae), a qual indicou a semeadura sob temperatura de 20-30°C, utilizando o substrato pó-de-coco, vermiculita fina e média.

Os dados referentes ao tempo médio de germinação encontram-se na Tabela 4, em que se observam as temperaturas de 25°C e 20-30°C, combinadas com os substratos entre papel toalha e sobre papel mata-borrão, tempo médio menor para germinação das sementes de *S. cana*. Na temperatura alternada de 20-30°C, não houve diferença significativa para nenhum substrato utilizado em relação ao tempo médio de germinação, sendo o menor tempo verificado para o substrato papel mata-borrão.

Contudo, outras combinações também favoreceram uma maior velocidade na formação das plântulas, destacando-se a temperatura de 15°C com os substratos bagaço-de-cana, papel toalha e papel mata-borrão; a 20°C, no substrato areia; a 25°C em areia, combinado com bagaço-de-cana e papel toalha.

Tabela 4 – Tempo Médio de Germinação (TMG) de plântulas oriundas de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, submetidas a diferentes temperaturas e substratos

Substrato	Temperatura (° C)					
	15	20	25	30	35	20-30
EA	7,8 Aa	7,56 Aa	7,5 Aab	9,92 Ba	13,98 Ca	7,97 Aab
EBC	6,82 Aa	7,97 ABa	7,4 Aa	9,46 Ba	13,76 Ca	8,23 ABb
EPC	10,38 Bb	8,63 ABa	8,32 Aab	9,51 ABa	13,12 Ca	8,08 Aab
EPT	7,35 ABa	9,07 BCa	6,8 Aa	9,52 Ca	13,12 Da	8,55 ABCb
EVF	8,38 ABa	8,25 ABa	9,35B b	9,63 Ba	13,13 Ca	7,31 Aab
EVM	8,44 ABa	8,51 ABa	8,49 ABab	9,63 Ba	12,53 Ca	7,65 Aab
SPMB	7,49 ABa	8,37 Ba	7,08 ABa	8,64 Ba	12,19 Ca	6,29 Aa

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV (%) = 9,61. Entre areia (EA); Entre bagaço de cana (EBC); Entre pó de coco (EPC); Entre papel toalha (EPT); Entre vermiculita fina (EVF); Entre vermiculita média (EVM); Sobre papel mata-borrão (SPMB).

Na Tabela 5, encontram-se os resultados referentes ao vigor das plântulas, avaliado pelo comprimento da parte aérea, em que, combinações satisfatórias foram verificadas nas temperaturas constantes de 25°C, para os substratos papel toalha e papel mata-borrão; de 30°C, combinado com areia, papel mata-borrão e vermiculita; de 35°C, com areia, bagaço de cana, papel toalha e papel mata-borrão; e, alternada de 20-30°C, com areia, papel toalha, vermiculita média e papel mata-borrão.

Tabela 5 – Comprimento da parte aérea (cm) das plântulas oriundas da germinação de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, submetidas a diferentes temperaturas e substratos

Substrato	Temperatura (°C)					
	15	20	25	30	35	20-30
EA	2,09 Bb	2,95 Aab	2,34 Ababc	2,45 ABc	2,35 ABbc	2,43 ABd
EBC	1,95 Ab	1,97 Ac	1,98 Ac	2,21 Ac	2,35 Abc	2,2 Ad
EPC	1,86 Ab	2,03 Ac	2,11 Abc	2,2 Ac	2,14 Ac	2,2 Ad
EPT	2,46 CDab	2,27 Dc	2,69 BCDab	3,24 ABab	3,05 BCa	3,74 Aab
EVF	2,01 Bb	3,26 Aa	2,26 Babc	2,62 Bbc	2,38 Bbc	3,26 Abc
EVM	1,98 Bb	2,14 ABc	2,24 ABabc	2,59 ABc	2,27 ABbc	2,74 Acd
SPMB	2,87 BCa	2,41 Cbc	2,83 Ca	3,47 Ba	2,82 Cab	4,1 Aa

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV (%) = 12,05. Entre areia (EA); Entre bagaço de cana (EBC); Entre pó de coco (EPC); Entre papel toalha (EPT); Entre vermiculita fina (EVF); Entre vermiculita média (EVM); Sobre papel mata-borrão (SPMB).

Os substratos papel toalha e papel mata-borrão proporcionaram maior desenvolvimento da plântula em todas as condições de temperaturas testadas, em especial na

temperatura alternada. Corroborando com o obtido por Pacheco et al. (2010), que para sementes de *Dimorphandra mollis* Benth., a temperatura de 35°C utilizando papel toalha, obteve maior comprimento da parte aérea das plântulas. Assim como, para sementes de *Parkia platycephala* Benth., as melhores combinações foram nas temperaturas, constante de 35°C no substrato papel toalha, e alternada de 25-35°C, no papel toalha e papel mata-borrão (SILVA et al., 2017).

Em relação ao comprimento da raiz primária das plântulas de *S. cana* (Tabela 6), a combinação que proporcionou maior desenvolvimento foi observada quando se utilizou a temperatura alternada de 20-30°C, associada com o substrato papel mata-borrão (4,1 cm) e papel toalha (4,07 cm); e a temperatura de 30°C, quando as sementes foram semeadas também no papel mata-borrão (3,58 cm).

Os testes de vigor baseados no crescimento de plântulas estão inseridos nas duas classificações definidas para testes de vigor, por serem realizados tanto em condições laboratoriais como no campo (OLIVEIRA et al., 2009). Por sua vez, as plântulas que apresentam sistema radicular completamente desenvolvido expressam o vigor das sementes que as originaram, indicando que estas poderão emergir mais rápido e uniformemente, e se estabelecerem em condições adversas de campo, permitindo desta forma a obtenção do estande ideal de plantas (FERREIRA, 2013).

Resultados similares a este estudo foram obtidos por Pacheco et al. (2007), em que a melhor combinação para o comprimento da raiz primária ocorreu quando as sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl. foram submetidas à temperatura constante de 30°C e semeadas sobre papel mata-borrão e para as sementes de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook F. ex S. Moore, foi observado o melhor desenvolvimento da raiz a 30°C no substrato papel toalha (PACHECO et al., 2008).

Tabela 6 – Comprimento da raiz primária (cm) das plântulas oriundas da germinação de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, submetidas a diferentes temperaturas e substratos

Substrato	Temperatura (°C)					
	15	20	25	30	35	20-30
EA	1,9 Abc	2,23 Abc	2,15 Ac	2,23 Ade	2,2 Abc	2,26 Ac
EBC	1,51 Bc	1,98 ABcd	1,99 ABc	2,09 Ae	2,09 Ac	2,11 Ac
EPC	2,13 ABb	1,63 Bd	1,93 ABc	2,16 Ade	2,13 ABc	2,16 Ac
EPT	2,79 BCa	2,54 Cab	2,84 BCab	3,22 Bab	2,74 BCab	4,07 Aa
EVF	2,11 Cb	2,8 ABa	2,36 BCbc	2,85 ABbc	1,86 Cc	3,08 Ab
EVM	2,03 Cbc	2,31 BCabc	2,36 BCbc	2,67 ABcd	2,34 BCbc	2,92 Ab
SPMB	2,8 CDa	2,42 Dabc	3,1 BCa	3,58 ABa	3,00 Ca	4,1 Aa

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV (%) = 10,35. Entre areia (EA); Entre bagaço de cana (EBC); Entre pó de coco (EPC); Entre papel toalha (EPT); Entre vermiculita fina (EVF); Entre vermiculita média (EVM); Sobre papel mata-borrão (SPMB).

O maior acúmulo de massa seca por plântula para parte aérea (Tabela 7) e raiz principal (Tabela 8) foi verificado para a temperatura alternada, utilizando como substrato o papel, em especial, o mata-borrão (0,0041 mg/pl e 0,0018 mg/pl, respectivamente), ressaltando também que, nessa temperatura não houve diferença estatística entre os substratos, bem como, a interação foi positiva quando se analisa o efeito do substrato papel para a maioria das temperaturas.

Tabela 7 – Massa seca da parte aérea (mg/plântula) de plântulas oriundas de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, submetidas a diferentes temperaturas e substratos

Substrato	Temperatura (°C)					
	15	20	25	30	35	20-30
EA	0,0013 Ab	0,0015 Ab	0,0013 Ad	0,0016 Ac	0,0015 Ac	0,0017 Ad
EBC	0,0009 Bc	0,0014 Ab	0,0014 Acd	0,0014 Ac	0,0014 Ac	0,0015 Ad
EPC	0,0011 BCbc	0,0014 ABb	0,0008 Ce	0,0015 Ac	0,0014 ABc	0,0015 Ad
EPT	0,0028 Ca	0,0016 Db	0,0031 Ba	0,0034 Ba	0,0027 Ca	0,0039 Aab
EVF	0,0013 Db	0,0035 Aa	0,0018 Cb	0,0027 Bb	0,0017 CDbc	0,0035 Ac
EVM	0,0013 Eb	0,0014 DEb	0,0017 CDbc	0,0023 Bb	0,0019 Cb	0,0036 Abc
SPMB	0,003 Ca	0,0017 Db	0,0033 Ca	0,0037 Ba	0,003 Ca	0,0041 Aa

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV (%) = 8,39. Entre areia (EA); Entre bagaço de cana (EBC); Entre pó de coco (EPC); Entre papel toalha (EPT); Entre vermiculita fina (EVF); Entre vermiculita média (EVM); Sobre papel mata-borrão (SPMB).

Tabela 8 – Massa seca da raiz principal (mg/plântula) de plântulas oriundas de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, submetidas a diferentes temperaturas e substratos

Substrato	Temperatura (°C)					
	15	20	25	30	35	20-30
EA	0,0004 Cbc	0,0007 ABab	0,0005 Bcd	0,0008 ABbc	0,0006 Bde	0,0009 Abc
EBC	0,0002 Bc	0,0006 Abc	0,0006 Acd	0,0005 Ad	0,0005 ABde	0,0006 Ad
EPC	0,0003 Cbc	0,00035 Cc	0,0004 Bcd	0,0006 Acd	0,0005 BCe	0,0008 Acd
EPT	0,0008 CDa	0,0007 Dab	0,001 Ca	0,0015 ABa	0,0013 Ba	0,0017 Aa
EVF	0,0005 Cb	0,0009 ABa	0,0007 Bbc	0,0008 ABbc	0,0007 BCcd	0,001 Abc
EVM	0,0005 Cb	0,0008 Bab	0,0008 Bab	0,001 ABb	0,0009 ABbc	0,0011 Ab
SPMB	0,001 Ca	0,0009 Ca	0,001 Ca	0,0013 Ba	0,001 Cb	0,0018 Aa

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV (%) = 14,03. Entre areia (EA); Entre bagaço de cana (EBC); Entre pó de coco (EPC); Entre papel toalha (EPT); Entre vermiculita fina (EVF); Entre vermiculita média (EVM); Sobre papel mata-borrão (SPMB).

De acordo com o observado para germinação de sementes de *S.cana*, trata-se de uma espécie capaz de germinar em uma ampla faixa de temperatura, reafirmando sua ampla distribuição geográfica, em especial para o gênero, dito Pantropical.

O fato de ocorrer germinação em ambos os regimes de temperatura, constante e alternada, demonstra as adaptações da espécie *S. cana* mediante flutuações de temperatura. Este resultado corrobora com aqueles obtidos para outras espécies que ocorrem na Caatinga, como *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (HOLANDA et al., 2015), *Myracrodruon urundeuva* Allemão (PACHECO et al. 2006) e *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith (GUEDES et al. 2010), além de espécies da mesma família, como *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (LIMA et al. 2006), *Caesalpinia echinata* Lam. (MELLO; BARBEDO, 2007), *Parapipitadenia zehntneri* (Harms) M.P. Lima & H.C. Lima (OLIVEIRA, 2017), *Poincianella bracteosa* (Tul.) L.P. Queiroz, *Poincianella gardneriana* (Benth.) L.P. Queiroz e *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz (FERREIRA, 2013).

Vale ressaltar ainda, que o substrato possui a função de proporcionar condições adequadas à germinação e ao posterior desenvolvimento das plântulas, além de suprir as sementes de umidade, devendo manter uma proporção adequada entre a disponibilidade de água e a aeração evitando a formação de uma película aquosa sobre a semente, que impede a penetração de oxigênio e contribui para a proliferação de patógenos (MARCOS FILHO, 2015).

Além disso, é provável que a quantidade de luz que o substrato permitiu chegar à semente, seja responsável por diferentes respostas obtidas para a mesma temperatura, provocando diferenças entre os tratamentos. O que pode ser constatado para *S. cana*, uma vez

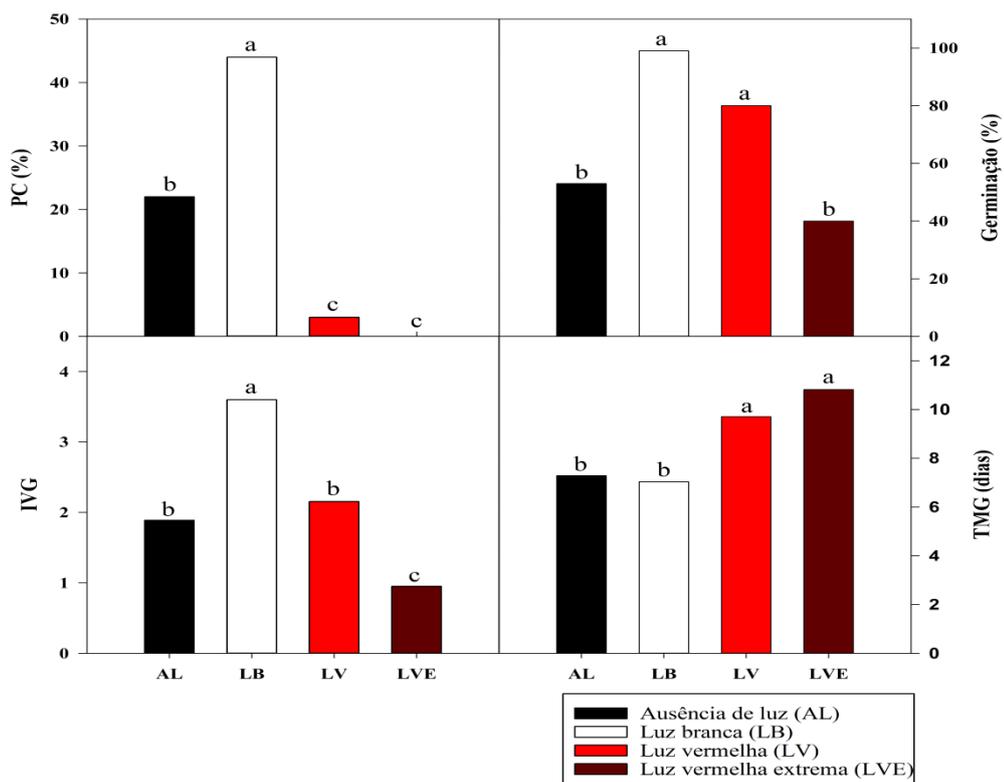
que, a maior porcentagem de germinação (99%) e menor tempo médio de germinação (6,29), bem como o comprimento de parte aérea e raiz, além dos teores satisfatórios de acúmulo de massa seca para plântula foram obtidos pela temperatura alternada de 20-30°C quando se utilizou o substrato papel mata-borrão.

3.4 Qualidade da luz na germinação e vigor de sementes de *Senna cana*

Após aplicação do melhor método para superação da dormência das sementes (escarificação na região oposta ao hilo com lixa para massa nº 100), as sementes foram postas para germinar na melhor temperatura e substrato (20-30°C e papel mata-borrão), que proporcionaram maior número de sementes germinadas em menor unidade de tempo.

O melhor resultado para primeira contagem foi observado para a testemunha (99%), seguido do tratamento escuro contínuo (23%), bem como, as sementes que foram semeadas sob luz branca contínua, também apresentaram percentual superior para germinação em relação aos demais tratamentos (Figura 6).

Figura 2 - Efeito de diferentes qualidades de luz na primeira contagem (PC%), germinação (%), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação em dias (TMG) de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby.



Fonte: Medeiros (2019).

O maior índice de velocidade de germinação ocorreu na qualidade de luz branca, consequentemente tiveram o maior número de sementes germinadas em menor tempo. Dessa forma, o menor número de sementes germinadas em um espaço de tempo maior, ocorreu na qualidade de luz vermelho extremo e na ausência de luz.

A compreensão a respeito da velocidade de germinação contribui para o entendimento quanto à sobrevivência e desenvolvimento da espécie, pois quanto maior o índice, menor o tempo de exposição da semente às condições adversas e às intempéries (SILVA et al., 2009), e a redução dessa velocidade, conforme Marcos Filho (2015), é uma das consequências do potencial fisiológico das sementes com a condição do ambiente em que ela está inserida.

A espécie estudada germinou satisfatoriamente em ambiente sob luz branca (99%) e sob vermelha (80%), diferindo significativamente do ambiente luz vermelha-extrema (40%) e ausência de luz (50%) (Figura 1B). Contudo, verifica-se que a qualidade de luz ofertada às sementes de *S. cana* não interferiram na germinação, sendo consideradas em termo classificatório como indiferentes à luz (DINIZ et al., 2008).

Vale ressaltar que grande parte das plântulas que estavam em condições de ausência de luz, mostraram-se aclorofiladas, com hipocótilo e cotilédones amarelados, alguns estiolados e com aspecto translúcido, ou seja, a síntese de clorofila não aconteceu, já que a produção é estimulada quando os fitocromos estão na forma ativa (F_{ve}). Desta forma, as plântulas sob escuro contínuo apresentaram deficiência no processo fotossintético.

A incidência da luz vermelha resultou em um percentual considerável de germinação em sementes de *S. cana*, aumentando gradativamente até o final do experimento (17 dias), diferentemente da qualidade de luz vermelho-extremo. Ao absorver a luz vermelha, os fitocromos presentes nas sementes convertem-se entre as formas ativa e inativa, resultando em estímulo ou inibição do processo germinativo (SMITH, 2000). A luz vermelha é relatada por Kerbauy (2008) como estimuladora da germinação de sementes de várias espécies e essa resposta pode estar relacionadas à regulação da biossíntese das giberelinas pelo fitocromo ativo, visto que as giberelinas atuam diretamente na promoção da germinação.

Embora tenha ocorrido diferença significativa da luz branca e luz vermelha com relação à luz vermelho-distante e ausência de luz, as sementes mostraram tendência a responder a essas duas últimas condições de luminosidade na mesma intensidade, pois não diferiram estatisticamente entre si. Deste modo, apesar da espécie poder ser classificada como fotoblástica positiva, este comportamento é apenas quantitativo, uma vez que a germinação ocorreu tanto na presença, como na ausência de luz.

O caráter fotoblástico positivo seria considerado “preferencial”, quando fosse verificada a ocorrência de pelo menos alguma germinação na condição de ausência de luz, e “absoluto” quando as sementes não apresentassem a capacidade de germinar sob ausência de luz (MARCOS FILHO, 2015). As sementes de *S. cana* germinam tanto na presença como ausência de luz, porém, podem ser consideradas fotoblásticas positivas preferenciais, mediante os resultados obtidos, uma vez que obteve percentual de germinação de 99% na qualidade de luz branca.

Passos et al. (2007) e Holanda; Medeiros Filho; Sampaio (2015), verificaram comportamento semelhante ao utilizarem sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. (Fabaceae), e as classificaram como indiferentes a luz durante a germinação. Da mesma forma, foi observado para sementes de *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard. (Fabaceae), considerada fotoblástica neutra, visto que germinou em todos os regimes de luz fornecidos (ALVES et al., 2012).

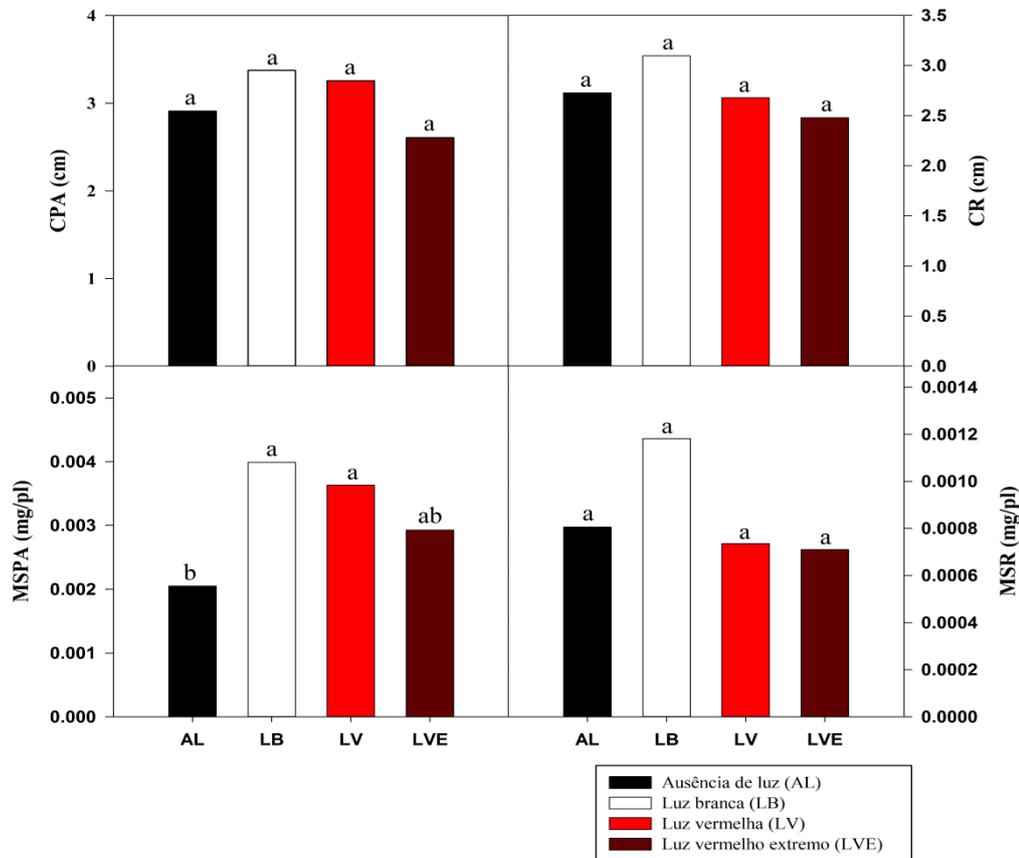
Esta capacidade de variação quanto à germinação representa uma estratégia ecológica bastante útil para a espécie *S. cana*, pois, pelo menos algumas sementes devem germinar em qualquer condição de luz do ambiente em que se encontre, demonstrando também que, se não há influência da luz na germinação, esta pode ocorrer em áreas com diferentes estágios sucessionais. Embora haja germinação em todas as qualidades de luz, há maior IVG sob o espectro de luz branca, indicando que a germinação é mais rápida quando ocorre sob uma clareira ou sol pleno, nas quais predominam amplitudes térmicas maiores.

As exigências das sementes as diferentes qualidade de luz estão relacionadas com os grupos ecológicos a que pertencem, como pioneiras, secundárias e clímax. Em geral, as espécies pioneiras germinam sob intensa luminosidade, por exemplo em clareiras, já as espécies clímax germinam e se estabelecem em condições de pouca disponibilidade de luz, como embaixo do dossel da floresta e as secundárias germinam em condições de luz e de sombra (MELO et al., 2004). Essas características conferem à *S. cana* maior capacidade de germinação das sementes e consequente estabelecimento de plântulas em campo mediante condições adversas do ambiente onde a mesma ocorre, tornando-a capaz de suportar as condições, em especial, de clima semiárido.

Em relação ao crescimento e desenvolvimento das plântulas de *S. cana* (Figura 7) sob as diferentes qualidades de luz testadas, não foram observadas diferenças estatísticas entre elas, indicando que tais efeitos provavelmente não interferem no desenvolvimento da plântula e acúmulo de massa seca. Verifica-se uma vantagem em relação ao crescimento da parte aérea

e da raiz principal para as sementes que foram submetidas à luz contínua (fotoperíodo de 24 h), seguida da luz vermelha e o resultado menos satisfatório, para as sementes submetidas à qualidade de luz vermelho-extremo.

Figura 7 - Efeito de diferentes qualidades de luz sobre o comprimento da parte aérea (CPA) e raiz principal (CR) e acúmulo de massa seca da parte aérea (MSPA) e raiz (MSR) em plântulas de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby.



Fonte: Medeiros (2019).

4 CONCLUSÕES

As sementes de *Senna cana* apresentam dormência, com tegumento impermeável, fato que resulta em baixo índice de germinação.

Para o trabalho em questão pode-se afirmar que a escarificação mecânica promove alto índice de germinação em sementes de *S. cana*.

A temperatura alternada de 20-30°C é considerada ótima para germinação de sementes de *S. cana*, bem como o substrato papel, proporciona resultados satisfatórios quanto à velocidade e uniformidade na germinação.

A germinação das sementes de *S. cana* é indiferente à luminosidade, pois independe da qualidade de luz recebida pela semente. Pode ser classificada como fotoblástica positiva preferencial pelo fato da resposta germinativa ser maior para as qualidades de luz branca e vermelha.

5 REFERÊNCIAS

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

ALVES, E. U. et al. Effect of temperature and substrate on germination of *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert seeds. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 113-118, 2011.

ALVES, M. C. S.; MEDEIROS-FILHO, S.; ANDRADE NETO, M.; TEÓFILO, E. M. Superação da dormência em sementes de *Bauhinia monandra* Britt. e *Bauhinia unguolata* L. - Caesalpinoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 22, n. 2, p. 139-144, 2000.

ALVES, M. M.; ALVES, E. U.; ALCÂNTARA BRUNO, R. L.; SILVA, K. R. G.; SANTOS-MOURA, S. S.; BARROZO, L. M.; ARAÚJO, L.R. Potencial fisiológico de sementes de *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard. - *Fabaceae* submetidas a diferentes regimes de luz e temperatura. **Ciencia Rural**, Santa Maria-RS, v. 42, n.12, p. 2199-2205, 2012.

AMARO, H. T. R.; ASSIS, M. O.; DAVID, A. M. S. S.; SILVEIRA, J. R.; SILVA NETA, I. C.; MOTA, W. F. Superação de dormência em sementes de manjerição (*Ocimum basilicum* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. especial, p. 218-223, 2012.

ANDRADE, A. C. S.; PEREIRA, T. M.; FERNANDES, M. J.; CRUZ, A. P. M.; CARVALHO, A. S. R. Substrato, temperatura de germinação e desenvolvimento pós seminal de sementes de *Dalbergia nigra*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 41, n.3, p.517-523, 2006.

ASSUMPCÃO, C. R. M.; PERINI, M. Superação de dormência em sementes de *Senna occidentalis* (L.). **Natureza online**, Santa Teresa-ES, v. 14, n. 1, p. 45-47, 2016.

BANDEIRA, S. B.; MEDEIROS, G. H.; SILVA, A. A.; SARAIVA, I. R.; SOUZA, P. B.; ERASMO, E. A. L. Ecofisiologia da germinação de fedegoso *Senna obtusifolia* (L.) H. S. Irwin & Barneby. **Colloquium Agrariae**, São Paulo, v. 14, n.1, p.16-25. 2018.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. San Diego: Academic Press, 2014. 666 p.

BEWLEY, J. D.; BLACK. M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plemun Press; 1994. 445 p.

BORGES, E. E. L.; BORGES, R. C. G.; PAULA, N. F. Efeito da temperatura e do estresse hídrico na germinação de sementes de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin e Barn) e de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v.19, n. 2, p. 155-158, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395 p.

CARVALHO, C. C.; CASTRO, D. B.; BRAGA, L. F.; SANTOS, M. A. Escarificação, temperatura e fotoperíodo na germinação de sementes de *Balizia pedicellaris* (dc.) Barneby & j.w. grimes (Fabaceae). **Botânica**, Florianópolis-SC, n. 69, p. 249-261 2016.

CARVALHO, N. M.; NAGAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

CASSARO-SILVA, M. Efeito da temperatura na germinação de sementes de manduirana (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn. - Caesalpinaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 23, n. 1, p. 92-99, 2001.

DINIZ, F. O. et al. Influência da luz e temperatura na germinação de sementes de oiticica (*Licania rigida Benth.*). **Revista Ciência Agrônômica**, Ceará, v. 39, n. 03, p. 476-480, 2008.

DUTRA, A. S.; MEDEIROS FILHO, S.; TEÓFILO, E. M.; DINIZ, F. O. Germinação de sementes de *Senna siamea* (Lam.) H.S. Irwin E Barneby – Caesalpinoideae, **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 29, n. 1, p. 160-164, 2007.

FERREIRA, E. G. B. S. **Potencial fisiológico de sementes e produção de mudas de espécies florestais ocorrentes na caatinga de Pernambuco**. 2013. 161 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2013.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: Experimental Designs package. R package version 1.2.0. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=ExpDes>. 2018.

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, p. 137-174, 1993.

GONZALES, J. L. S. **Variabilidade da germinação e caracteres de sementes entre matrizes de farinha-seca [*Albizia hassleri* (Chod.) Burkart.] - Fabaceae**. 2007. 62f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. 2007. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/96914/sotogonzales_jl_me_jabo.pdf?sequence=1. Acesso em 06 out. 2018.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. D.; GONÇALVES, E. P.; FRANÇA, P. R. C.; MOURA, M. F.; SANTOS, S. S. Germinação de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. **Acta Scientiarum**. Biological Sciences, Maringá, v. 33, n. 4, p. 445-450, 2011.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; BRAGA, J. M. J. R.; VIANA, J. S.; COLARES, P. N. Q. Substratos e temperaturas para testes de germinação e vigor de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 34, n. 1, p. 57-64, 2010.

HOLANDA, A. E. R.; MEDEIROS FILHO, S.; SAMPAIO D. I. J. Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth. - Fabaceae). **Gaia scientia**, Paraíba, v. 9, n. 1, p. 22-27, 2015.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2008. 431 p.

KUCERA, B.; COHN, M. A.; LEUBNER-METZGER, G. Plant hormone interactions during seed dormancy and germination. **Seed Science Research**, Jardim Vitória Londrina-PR, v. 15, n. 4, p. 281- 307, 2005.

LEMONS FILHO, J. P.; GUERRA, S. T. M.; LOVATO, M. B.; SCOTTI, M. R. M. M. L. Germinação de sementes de *Senna macranthera*, *Senna multijuga* e *Stryphnodendron polyphyllum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 32, n. 4, p. 357-361, 1997.

LIMA JUNIOR, M.J.V. et al. Manual de procedimentos para análise de sementes florestais. Londrina: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, 2011. 83p.

LIMA, C. R. et al. Temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* TUL. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 33, n. 2, p. 216-222, 2011.

LIMA, J. D.; ALMEIDA, C. C.; DANTAS, V. A. V.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 4, p. 513-518, 2006.

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.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina; ABRATES, 2015. 660 p.

MEDEIROS, A.C.S.; EIRA, M.T.S. Comportamento fisiológico, secagem e armazenamento de sementes florestais nativas. Colombo: Embrapa Floresta, 2006. 13p. (Embrapa Floresta. Circular técnica,127).

MEIADO, M. V.; SILVA, F. F. S.; BARBOSA, D. C. A.; SIQUEIRA FILHO, J. A. Diaspore of the Caatinga: A Review. In: Siqueira Filho JA (Org.). **Flora of the Caatingas of the São Francisco River: Natural History and Conservation**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio Editorial, 2012. P. 306-365.

MELLO, J. I. O.; BARBEDO, C. J. Temperatura, luz e substrato para germinação de sementes de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.; Leguminosae, Caesalpinoideae). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 4, p. 645-655, 2007.

- MELLO, L. M.; CANTOS, A. A.; MENEGHELLO, G. E.; VILLELA, F. A. Superação de dormência e influência da temperatura, substrato e fotoperíodo na germinação de sementes de *Erythrina crista-galli* L. (Fabaceae). **Thema**, Pelotas-RS, v. 13, n. 3, p. 30-37, 2016.
- MELO, F. P. L. et al. Recrutamento e estabelecimento de plântulas. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação - do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.237-250.
- MONDO, V. H. V. et al. Teste de germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v.30, n.2, p.177-183, 2008.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1-2.24.
- NOGUEIRA, F. C. B.; SILVA, J. W. L.; BEZERRA, A. M. E.; MEDEIROS FILHO, S. Efeito da temperatura e luz na germinação de sementes de *Luetzelburgia auriculata* (Alemão) Ducke Fabaceae. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 4, p. 772-778, 2012.
- NOVEMBRE, A. D. L. C.; FARIA, T. C.; PINTO, D. H. V.; CHAMMA, H. M. C. P. Teste de germinação de sementes de sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. - Fabaceae - Mimosoideae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v.29, n.3, p.42-45, 2007.
- OLIVEIRA, A. C. S.; MARTINS, G. N.; SILVA, R. F.; VIEIRA, H. D. Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **Revista Científica Internacional, Inter Science Place**, Chile, v. 4, n. 2, p. 1-21, 2009.
- OLIVEIRA, A. K. M. et al. Effects of temperature on the germination of *Diptychandra aurantiaca* (Fabaceae) seeds. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 2, p. 203-208, 2013.
- OLIVEIRA, C. A. M. **Avaliação tecnológica e fitoquímica de sementes de *Parapiptadenia zehntneri* (Harms) M.P. Lima & H.C. Lima**. 2017. 110f, Tese (Doutorado em ciências Florestais). Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2017.
- PACHECO, M. V. et al. Germination and vigor of *Dimorphandra mollis* Benth. seeds under different temperatures and substrates. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 34, n. 2, p. 205-213, 2010.
- PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FELICIANO, A. L. P.; FERREIRA, R. L. C. Germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook F. ex S. Moore. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 18, n. 2, p. 143-150, 2008.
- PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P.; PINTO, K. M. S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 3, p. 359-367, 2006.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P. Germinação de sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl. em função de diferentes substratos e temperaturas. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.1, n.73, p.19-25, 2007.

PASSOS, M. A.; TAVARES, K. M. P.; ALVES, A. R. Germinação de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife-PE, v. 2, n. 1, p. 51-56, 2007.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; PEIXOTO, M. C. Testes de qualidade. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETI, F. Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.283-297.

POZITANO, S.; ROCHA, S. S. S. Caracterização física e germinação de sementes de *Senna macranthera*. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v. 33, n. 4 p. 777 - 784, 2011.

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

RESENDE, S. V.; CREPALDI, I. C.; PELACANI, C. R.; BRITO, A. L. Influência da temperatura e luz na germinação de sementes de *Luetzelburgia auriculata* (Alemão) Ducke – Fabaceae. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte-MG, v. 26, n. 4, p. 772-778, 2011.

RIBEIRO, D. E.; ALVARENGA, A. A.; MARTINS, J. R.; RODRIGUES, A. C.; MAIA, V. O. Germinação e reindução da tolerância à dessecação em sementes de *Senna multijuga* (RICH.) IRWIN ET BARN. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 26, n. 4, p. 1133-1140, 2016.

RONCHI, H. S.; BONFIM, F. P. G.; HONÓRIO, I. C. G.; CAPAZ, R. P. S.; HERNANDES, I. B. Superação de dormência tegumentar de sementes da pata de vaca (*Bauhinia forficata* Link), Enciclopédia biosfera, Goiânia-GO, v. 13 n. 23, p. 1291, 2016.

ROSSETO, J.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; RONDON NETO, R. M.; SILVA, I. C. O. Germinação de sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (fabaceae) em diferentes temperaturas. **Revista Árvore**. v. 33, n. 1, p. 47-55, 2009.

SAMPAIO, L. C. G. **Caracterização biomorfológica, germinação, vigor e armazenamento de sementes de angico-vermelho [*Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan]**. 2012. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo-AL, 2012.

SANTOS, C. C. S.; ARAÚJO, S. S.; SANTOS, A. L. L. M.; ALMEIDA, E. C. V.; DIAS, A. S.; DAMASCENA, N. P.; SANTOS, D. M.; SANTOS, M. I. S.; JÚNIOR, K. A. L. R.; PEREIRA, C. K. B.; LIMA, A. C. B.; SHANA, A. Y. K. V.; SANT'ANA, A. E. G.; ESTEVAM, C. S.; ARAUJO, B. S. Evaluation of the toxicity and molluscicidal and larvicidal activities of *Schinopsis brasiliensis* stem bark extract and its fractions. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São Paulo, v. 24, p. 298-303, 2014.

SILVA, A. I. S.; CORTE, V. B.; PEREIRA, M. D.; CAZZUOL, G. R. F; LEITE, I. T. A. Efeito da temperatura e de tratamentos pré-germinativos na germinação de sementes de *Adenanthera pavonina* L. **Semina**: Ciências Agrárias, Londrina, v.30, n.4, p.815-824, 2009.

SILVA, R. B.; MATOS, V. P.; FARIAS, S. G. G.; SENA, L. H. M.; SILVA, D. Y. B. O. Germinação e vigor de plântulas de *Parkia platycephala* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 48, n. 1, p. 142-150, 2017.

SILVA, L. M. M.; MATOS, V. P. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de coacu (*Triplaris surinamensis* Cham.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande –PB, v. 2, n. 1, p. 94-96, 1998.

SILVA, J. B. C.; NAKAGAWA, J. Estudos de fórmulas para cálculo de germinação. Informativo **ABRATES**, v. 5, n. 1, p. 62- 73, 1995.

SMITH, H. Phytochromes and light signal perception by plants - an emerging synthesis. **Nature**, Reino Unido, v. 407, n. 6804, p. 585-591, 2000.

SNE. Sociedade Nordestina de Ecologia. **Projeto Técnico para a Criação do Parque Nacional do Catimbau/PE - versão final, em cumprimento ao contrato nº 086-00/02, Subprojeto "Proposta para criação do Parque Nacional do Catimbau/PE"**. 2002.

SOUZA, E. B.; PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C. Germinação de sementes de *Adenanthera pavonina* L. em função de diferentes temperaturas e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 3, p. 437-443, 2007.

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

TILLMANN, M. A. A.; MENEZES, N. L. Análise de sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3 ed. Pelotas: Ed.Universitária/UFPel, 2012. Cap. 3. p. 161-272.

TOPANOTTI, L. R.; PEREIRA, P. H.; BECHARA, F. C. Germinação de sementes de *Senna obtusifolia* (L.) H. S. Irwin & Barneby (Fabaceae) visando a restauração de áreas degradadas. **Ci. Biol. Saúde**, Ponta Grossa, v.20, n.2, p. 125-129, 2014.

VIVIAN, R.; SILVA, A. A.; GIMENES, J. M.; FAGON, E. B.; RUIZ, S. T.; LABONIA, V. Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência – breve revisão. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 3, p. 695-706, 2008.

CAPÍTULO 3

**EFEITO DO ESTRESSE SALINO E HÍDRICO NA GERMINAÇÃO E VIGOR DE
SEMENTES DE *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby**

RESUMO

A pesquisa teve como objetivo avaliar a germinação e vigor de sementes de *S.cana* submetidas às condições de estresse salino e hídrico. Para avaliar o efeito do estresse salino, as sementes foram semeadas em substrato papel mata-borrão e postas para germinar em B.O.D regulado à temperatura alternada de 20-30°C. O substrato foi umedecido com soluções aquosas em quantidades equivalentes a 2,5 vezes o peso do papel seco nas concentrações de -0,90; -0,68; -0,46; -0,34; -0,24; -0,13 e 0 Mpa para o NaCl e -0,50; -0,38; -0,25; -0,19; -0,13; -0,06 e 0 MPa para o CaCl₂. Para avaliar o efeito do estresse hídrico, o substrato foi umedecido com soluções de polietilenoglicol (PEG 6000) nos seguintes níveis de potencial osmótico: 0; -0,05; -0,1; -0,2; -0,4; -0,6 e -0,8 MPa, postas para germinar em B.O.D regulado à temperatura constante de 30°C. Os parâmetros avaliados foram: germinação e vigor (primeira contagem, IVG, TMG, CPA, CR, MSPA e MSR). Os dados foram analisados utilizando os testes de Shapiro-Wilk para normalidade dos resíduos da ANOVA, e de Bartlett para homogeneidade entre as variâncias, a 5% de probabilidade, posteriormente, submetidos à análise da variância (ANOVA), seguida do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Em relação a salinidade, o aumento das concentrações salinas para os dois sais testados provocaram efeitos deletérios em todas as variáveis analisadas. Pode-se deduzir que a espécie *S. cana*, se caracteriza como glicófita, em decorrência à baixa tolerância à salinidade ocorrentes nas diferentes concentrações de sais testados, observada a partir da utilização da solução de -0,13 Mpa para o NaCl e CaCl₂. A redução do poder germinativo de sementes comparada ao controle serve como um indicador do índice de tolerância da espécie à salinidade, em que a capacidade para germinar indica também a tolerância da planta aos sais em estádios subsequentes ao desenvolvimento. O aumento da concentração de NaCl e CaCl₂ na solução provocou redução do potencial hídrico do solo, induzindo nas sementes menor capacidade de absorção de água, o que resultou em baixo potencial germinativo das sementes quando comparado ao tratamento controle. Considerada glicófita, pouco tolerante ao sal, com limite máximo de tolerância ao NaCl entre -0,13 e -0,68 MPa e para CaCl₂ a -0,06 e -0,50 MPa. A espécie não tolera o estresse hídrico simulado por PEG 6000. O processo germinativo de sementes, bem como o desenvolvimento de plântulas de *S. cana* são comprometidos a partir de potenciais hídricos críticos iguais ou inferiores a -0,2 MPa em PEG 6000, indicando pouca adaptabilidade da espécie a condições mais severas de déficit hídrico. Apresenta maior sensibilidade ao estresse hídrico simulado pelo PEG (6000) do que ao estresse salino, com NaCl e CaCl₂.

Palavras-chave: Candieiro-preto; potencial osmótico; salinidade; desenvolvimento.

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the germination and vigor of *S.cana* seeds submitted to saline and water stress conditions. To evaluate the effect of saline stress, the seeds were sown in substrate paper blotting and put to germinate in B.O.D regulated at the alternating temperature of 20-30°C. The substrate was moistened with aqueous solutions in amounts equivalent to 2.5 times the dry paper weight at concentrations of 0.90; -0.68; -0.46; -0.34; -0.24; -0.13 and 0 Mpa for NaCl and -0.50; -0.38; -0.25; -0.19; -0.13; -0.06 and 0 MPa for CaCl₂. To evaluate the effect of water stress, the substrate was moistened with solutions of polyethylene glycol (PEG 6000) at the following levels of osmotic potential: 0; -0.05; -0.1; -0.2; -0.4; -0.6 and -0.8 MPa, using as substratum the paper blotter and, put to germinate in B.O.D regulated to the constant temperature of 30°C. The evaluated parameters were: germination and vigor (first count, IVG, TMG, CPA, CR, MSPA and MSR). The data were analyzed using the Shapiro-Wilk tests for normality of the ANOVA and Bartlett residues for homogeneity among the variances at 5% of probability, later submitted to analysis of variance (ANOVA), followed by the Tukey test at 5% of probability. In relation to salinity, the increase in salt concentrations for the two salts tested had deleterious effects on all variables analyzed. It can be deduced that the *S. cana* species is characterized as glycophyte, due to the low tolerance to salinity occurring in the different concentrations of salts tested, observed from the use of the solution of -0.13 MPa for NaCl and CaCl₂. Reduction of seed germination compared to control serves as an indicator of the tolerance index of the species to salinity, where the ability to germinate also indicates plant tolerance to salts at stages subsequent to development. The increase of the NaCl and CaCl₂ concentration in the solution caused a reduction in the water potential of the soil, inducing a lower water absorption capacity in the seeds, which resulted in a lower seed germination potential when compared to the control treatment. Considered as glycophyte, little tolerant to salt, with a maximum tolerance to NaCl between -0.13 and -0.68 MPa and for CaCl₂ at -0.06 and -0.50 MPa. The species does not tolerate water stress simulated by PEG 6000. The seed germination process as well as the development of *S.cana* seedlings are compromised from critical water potentials equal to or lower than -0.2 MPa in PEG 6000, indicating little adaptability of the species to more severe conditions of water deficit. It has higher sensitivity to water stress simulated by PEG (6000) than to salt stress, with NaCl and CaCl₂.

Keywords: Candieiro-preto; osmotic potential; salinity; quality.

1. INTRODUÇÃO

Para que a germinação ocorra, é necessário o consumo de energia, bem como em qualquer outro processo biológico. Nesse contexto, a água desempenha papel fundamental, pois, de sua absorção resulta a reidratação dos tecidos, intensificação da respiração e ativação de todas as outras atividades metabólicas, com posterior liberação de energia, garantindo a retomada do crescimento do eixo embrionário (MARCOS FILHO, 2015).

No entanto, as sementes podem ser expostas a estresses severos, inclusive durante o processo de maturação, podendo ser ocasionados pela seca, temperaturas elevadas ou ainda, salinidade dos solos, o que pode lhes conferir elevada resistência ao estresse abiótico, porém, essa característica nem sempre confere tolerância às fases posteriores do crescimento e desenvolvimento (PASTORI; FOYER, 2002).

Sabe-se que espécies que se desenvolvem em solos de regiões áridas e semiáridas encontram situações inadequadas para desenvolvimento de suas sementes, a exemplo do déficit hídrico do solo, ou, elevada concentração de sais, fazendo com que o potencial mátrico do solo seja mais negativo, o que dificulta a absorção de água pela semente (GUEDES et al., 2013), prejudicando inicialmente a germinação e posteriormente o desenvolvimento das plântulas, o que justifica a importância de estudos sobre a ecofisiologia da germinação de espécies florestais em condições de estresse em ambientes semiáridos.

Os sais que predominam nessas regiões, são formados pelos cátions cálcio, magnésio, sódio, potássio e pelos ânions cloreto, sulfato, carbonato e bicarbonato. Dependendo das concentrações totais de sais e da distribuição entre os cátions e ânions, os solos salinos formados podem apresentar-se distintos em termos de morfologia, propriedades físico-químicas, refletindo sobre seu potencial produtivo. Além disso, a condição climática em que a baixa precipitação pluvial da região não é suficiente para lixiviar os sais acumulados, juntamente com condições de relevo que dificultam a drenagem em áreas baixas do terreno, provoca a ascensão dos sais solúveis do lençol freático, concentrando-os na superfície do solo (FREIRE et al., 2003).

O potencial osmótico da água pura está próximo de 0,0 MPa, e seu movimento é sempre em direção a um menor potencial negativo, que por sua vez é diretamente influenciada pela presença de sais (BLUM, 2011). Comprometendo a germinação pela diminuição do potencial osmótico externo, impedindo a absorção de água, ou por meio dos efeitos tóxicos da absorção de íons, como o Na^+ e o Cl^- . Pode ainda causar injúrias, como por exemplo,

degradação das clorofilas e alterações no metabolismo de proteínas e nos teores de aminoácidos e, um dos métodos mais difundidos para determinação da tolerância das plantas ao excesso de sais é a observação da porcentagem de germinação em substratos salinos (LIMA; TORRES, 2009).

O conhecimento acerca da influência do estresse na germinação de sementes tem importância especial na ecofisiologia, para avaliar os limites de tolerância e capacidade de adaptação das espécies, além disso, a habilidade das sementes em germinar sob condições de estresse confere vantagens ecológicas a algumas espécies em relação as que apresentam sensibilidade (LAVEZO et al., 2015).

Estudos sobre estresses durante a germinação e efeitos na fase de plântulas em espécies nativas estão sendo desenvolvidos cada vez mais por pesquisadores em produção e tecnologia de sementes. De modo que, em condições de laboratório, alguns compostos como o PEG 6000 (polietileno glicol) tem sido utilizado com sucesso em trabalhos de pesquisa para simular os efeitos do déficit hídrico nas plantas, especialmente por não penetrar nas células, não ser degradado e não causar toxidez, devido ao seu alto peso molecular. Já, para simular os estresses salinos, os sais como NaCl, CaCl₂ e KCl são bastante utilizados, e, o que se tem constatado no geral é que, estes ocasionam principalmente, atraso na germinação e inibição do crescimento, tanto pelo efeito osmótico, ou seja, a seca fisiológica produzida, como pelo efeito tóxico, resultante da concentração de íons no protoplasma.

O conhecimento dos efeitos dos estresses, sobre a germinação de sementes, é fundamental para compreensão do estabelecimento de espécies vegetais em ambientes salinizados e/ou déficit hídrico no solo, com intuito de desenvolver ações de recuperação e restauração ambiental.

Dessa forma, a pesquisa teve como objetivo avaliar a germinação e vigor de sementes de *Senna cana* submetidas às condições de estresse salino e hídrico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar o efeito dos estresses, as sementes foram escarificadas com auxílio de lixa nº 100, desinfestadas com solução de hipoclorito a 5% por 5 min, posteriormente, semeadas com quatro repetições de 25 sementes para cada concentração testada, distribuídas em caixas plásticas transparentes de (11,0 x 11,0 x 3,0 cm), tipo gerbox, postas para germinar em germinador do tipo B. O. D, em temperatura alternada de 20-30°C para o estresse salino e

constante de 30°C para o estresse hídrico, sob luz contínua. O substrato utilizado foi o papel mata-borrão, umedecido com soluções aquosas, em quantidades equivalentes a 2,5 vezes o peso do papel seco.

As concentrações salinas utilizadas corresponderam a 200; 150; 100; 75; 50; 25 e 0 mM. Posteriormente, as concentrações de NaCl e CaCl₂ foram calculadas por meio da curva de calibração estabelecida por Braccini et al., (1996): $Y_{os} = 0,194699 + 0,750394 C$

Em que: Y_{os} = potencial osmótico (bar); e C = concentração (g L⁻¹). Dessa forma, para o NaCl, os potenciais osmóticos utilizados foram: - 0,90; -0,68; -0,46; -0,34; -0,24; -0,13 e 0 MPa; para o CaCl₂: -0,50; -0,38; -0,25; -0,19; -0,13; -0,06 e 0 MPa.

Na avaliação do estresse hídrico, os papéis foram umedecidos com soluções de polietileno glicol (PEG 6000), utilizando-se os seguintes níveis de potencial osmótico: 0 (controle); -0,05; -0,1; -0,2; -0,4; -0,6 e -0,8 MPa. Para simular estes déficits hídricos, foram utilizadas as concentrações indicadas por Villela; Doni-Filho; Sequeira (1991).

O potencial osmótico de nível zero refere-se à testemunha (controle), com a quantidade de água deionizada equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco. As mesmas quantidades das soluções do estresse salino e hídrico foram colocadas para umedecer o papel mata-borrão, no início dos testes e, quando necessário foi realizada a troca do papel, umedecido com novas soluções, para não alterar os potenciais.

2.1 Parâmetros avaliados

2.1.1 Germinação

A porcentagem de germinação corresponderá ao total de sementes germinadas desde a semeadura até o término do experimento.

2.2 Vigor

2.2.1 Primeira contagem (%)

Corresponderá a porcentagem de sementes germinadas no período de ocorrência das primeiras plântulas normais após semeadura.

2.2.2 Velocidade de germinação

Este teste será realizado juntamente com o teste de germinação. A contagem das plântulas normais será realizada diariamente, à mesma hora, a partir da primeira contagem da germinação até que o número torne-se constante. Para o cálculo da velocidade de germinação

será utilizado o índice de Velocidade de Germinação (IVG) (MAGUIRE, 1962), conforme descrito abaixo:

$$IVG = (G1 \setminus N1) + (G2 \setminus N2) + \dots + (Gn \setminus Nn)$$

Em que: G1, G2, Gn = número de plântulas normais presentes na primeira contagem, na segunda e última contagem. N1, N2, Nn = número de dias de semeadura à primeira, segunda e última contagem.

2.2.3 Comprimento da parte aérea e raiz

No final do teste de germinação, com o auxílio do paquímetro, foram medidos os comprimentos da raiz primária e hipocótilo das plântulas normais de cada repetição. O comprimento médio será obtido somando as medidas de cada parte de plântula, raiz e hipocótilo, em cada repetição, dividindo, a seguir, pelo número de plântulas normais mensuradas, sendo os resultados expressos em centímetros por plântula (NAKAGAWA, 1999).

2.2.4 Peso de matéria seca da raiz e parte aérea

As plântulas normais de cada repetição, empregadas na avaliação do comprimento, serão acondicionadas em sacos de papel, previamente identificados e levados à estufa de ventilação forçada, regulada a 80°C, durante 24 horas. Logo após este período, as plântulas de cada repetição foram retiradas da estufa e pesadas em balança analítica, com precisão de 0,0001 g, sendo os resultados expressos em mg/plântula (NAKAGAWA, 1999).

2.2.5 Tempo médio de germinação

Foi calculado de acordo com a fórmula citada por Silva; Nakagawa (1995), com o resultado expresso em dias após a semeadura.

2.3 Análises estatísticas

Os dados foram analisados em software R, versão 3.5.1 (R Core Team, 2018), com o auxílio do pacote ExpDes, versão 1.2 (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2018). Foram utilizados os testes de Shapiro-Wilk para normalidade dos resíduos da ANOVA e de Bartlett para homogeneidade entre as variâncias a 5% de probabilidade. Como essas duas pressuposições da estatística paramétrica, os dados foram aplicados à análise da variância

(ANOVA), seguida do teste de Tukey para as comparações quantitativas a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Efeito do estresse salino (NaCl e CaCl₂)

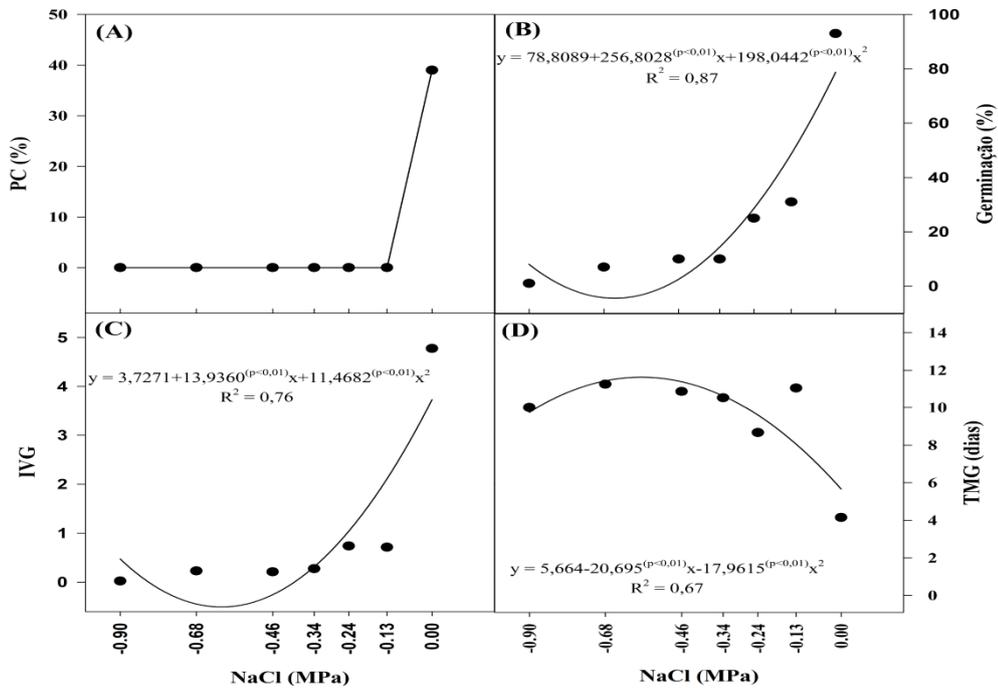
Na primeira contagem da germinação realizada conjuntamente com percentual de sementes germinadas, computou-se o número de sementes com protrusão de radícula, no terceiro dia após a instalação do teste, em que o maior percentual foi verificado para o tratamento controle (39% - NaCl) e (61% - CaCl₂).

Para o NaCl, a maior porcentagem de germinação ocorreu no tratamento controle (93%) e, nos demais tratamentos, os resultados decresceram com o aumento da concentração do sal: -0,13 (36%); -0,24 (23%); -0,34 (15%); -0,46 (14%); -0,68 (11%); -0,90 (0%). O mesmo foi observado para o CaCl₂, com tratamento controle superior em porcentagem de germinação (98%) e a -0,06 MPa (57%); -0,13 (29%); -0,19 (21%); -0,25 (8%); -0,38 (5%); -0,50 (2%). O aumento gradativo do sal provocou decréscimo sobre a qualidade fisiológica das sementes, de modo que, a partir da concentração de -0,13 MPa, a germinação tende a nulidade. As sementes submetidas ao potencial osmótico próximo de -0,3 MPa apresentaram reduções na germinação de, aproximadamente, 80%, se comparado com o controle (0,0 MPa).

Ao final do experimento, aos 17 dias de contagem, o maior índice de velocidade de germinação foi da testemunha, com média de 4,77 (NaCl) e 5,12 (CaCl₂) (Figuras 1C e 2C). A partir do potencial de -0,2 MPa, houve redução considerável no IVG, atingindo valor de 0,0 (-0,09 MPa - NaCl) e 0,03 (-0,50 MPa - CaCl₂).

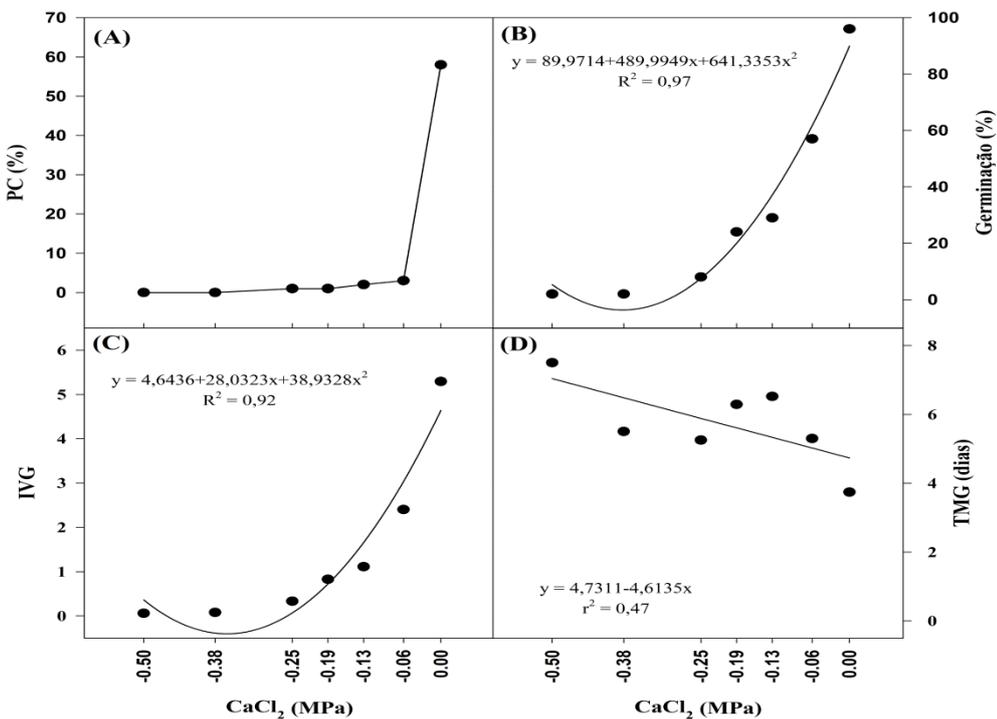
À medida que o potencial osmótico se torna mais negativo, os efeitos deletérios do sal se tornam mais evidentes, estando relacionados à quantidade de íons Na⁺ absorvidos, que excede a capacidade de extrusão do citoplasma e/ou rompimento celular e deterioração da semente (LAUCHLI; GRATTAN, 2007).

Figura 1 - Primeira contagem (PC%), porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) em sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, em função de diferentes concentrações em soluções de cloreto de sódio (NaCl).



Fonte: Medeiros (2019).

Figura 2 - Primeira contagem (PC%), porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) em sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, em função de diferentes concentrações em soluções de cloreto de cálcio (CaCl₂).



Fonte: Medeiros (2019).

A germinação foi afetada quando as sementes foram expostas aos tratamentos de potenciais osmóticos mais negativos de -0,9 MPa de NaCl (0%), e -0,50; -0,38 MPa de CaCl₂ (2% e 5%, respectivamente), demonstrando que *S. cana* não possui tolerância aos referidos potenciais.

O aumento da concentração de sais no substrato provoca déficit hídrico, desta forma a absorção de água pela semente é restrita, tornando inviável a sequência de eventos metabólicos que culminam para a germinação e desenvolvimento da plântula, além da possibilidade de ocasionar o rompimento das camadas tegumentares e causar danos ao embrião (FREITAS et al. 2013).

Comportamento semelhante ao obtido com sementes de *S. cana* foi observado por alguns autores, com espécies ocorrentes em área de Caatinga, como em *Anadenanthera colubrina* (REGO et al., 2011), *Mimosa caesalpinifolia* (PASSOS et al., 2007), *Caesalpinia ferrea* (BETONI, 2008) e *Poincianella pyramidalis* (SANTOS et al., 2016), onde em potenciais acima de -0,02 ocorreram reduções no número de sementes germinadas.

O tempo médio de germinação seguiu o mesmo padrão das variáveis, germinação e IVG, com aumento da concentração de sal na solução, houve aumento do mesmo. As sementes submetidas aos potenciais osmóticos mais negativos, ou seja, o tratamento -0,68 e -0,9 MPa de NaCl levaram cerca de 10 a 11 dias, respectivamente, para germinarem e para o tratamento a -0,5 MPa de CaCl₂, 8 dias.

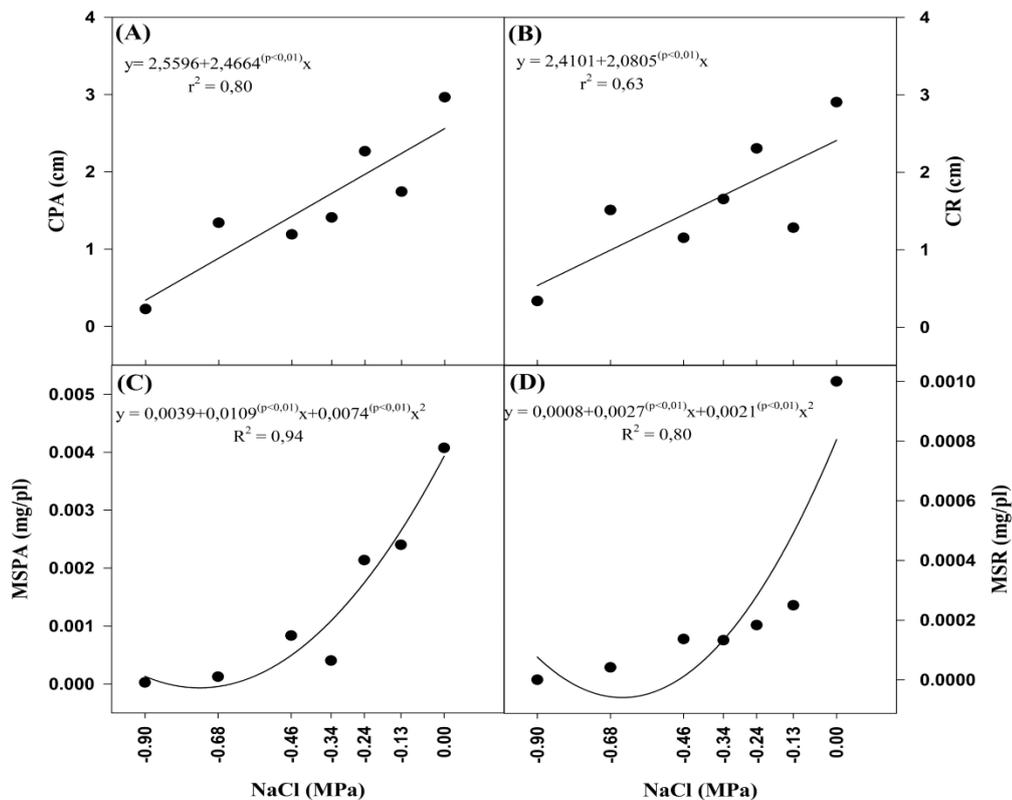
Vale ressaltar que, mesmo havendo redução na porcentagem de germinação das sementes de *S. cana*, as mesmas continuaram germinando de forma reduzida com o aumento dos níveis de salinidade, conferindo à espécie, capacidade de germinação mesmo em ambientes salinos.

Ferreira e Borghetti (2004) afirmam que, o excesso dos íons Na⁺ e Cl⁻ pode ser responsável pela redução na germinação, uma vez que, os mesmos tendem a causar diminuição da intumescência protoplasmática, (os íons em solução inicialmente causam diminuição da intumescência, e somente após a sua absorção e acumulação nos vacúolos e apoplasto é que a taxa de absorção de água é normalizada), afetando a atividade enzimática, resultando, principalmente, na produção inadequada de energia e distúrbios na cadeia respiratória. Em relação à redução no desempenho germinativo e desenvolvimento das plântulas com o aumento dos níveis de salinidade também foram observados em estudos com *Amburana cearensi* (Allemão) A. C. Sm. utilizando NaCl (ARAÚJO et al., 2015); como também em sementes de *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan, com o NaCl

(SAMPAIO, 2012). No entanto, demonstraram-se tolerantes à salinidade com NaCl, as sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan – (Fabaceae) (MATIAS et al. 2014); *Bauhinia cheilantha* (Bong) Stend. (Fabaceae). Esta tolerância deve-se provavelmente, à adaptação às condições climáticas extremas do Bioma Caatinga, como altas temperaturas, secas frequentes e solos salinizados, porém, para a maioria das pesquisas desenvolvidas com espécies florestais ocorrentes na Caatinga, estas apresentaram redução quanto ao potencial germinativo de semente, à medida que aumentou a concentração salina da solução, dessa forma, faz-se necessário associar a planta às características do solo e da região em que esta está inserida (PRADO, 2003).

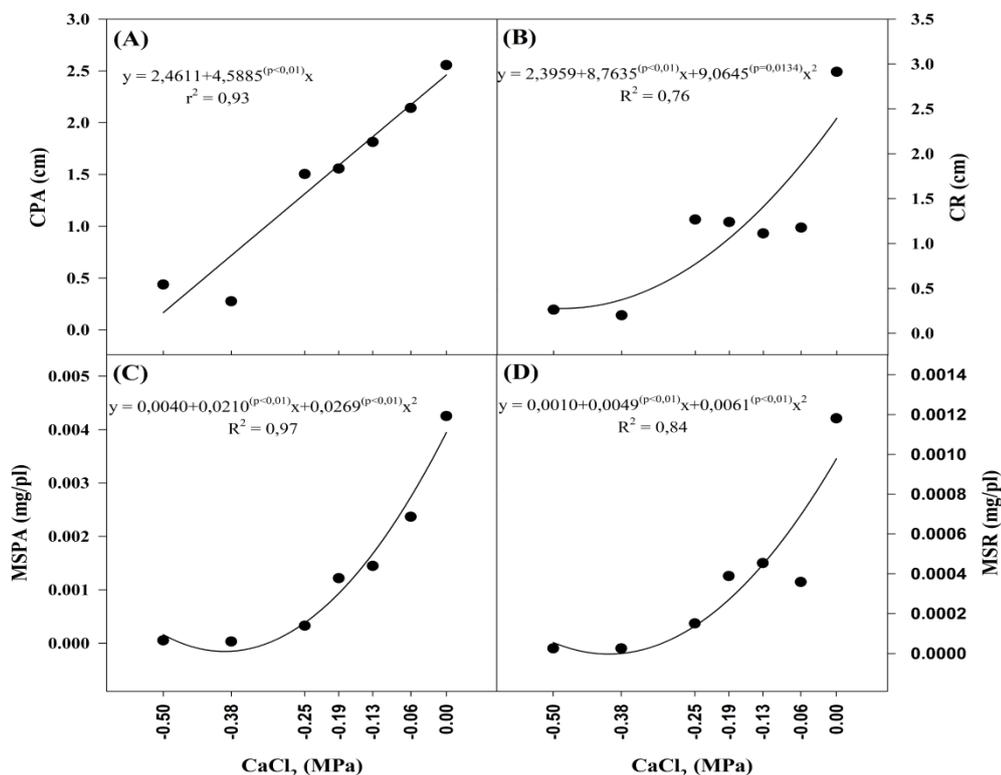
O decréscimo no crescimento da plântula e acúmulo de massa seca foi constatado, a medida que aumentou a concentração de NaCl e CaCl₂ nas soluções (Figuras 3 e 4).

Figura 3 - Comprimento da parte aérea (cm) (A); Comprimento da raiz principal (cm) (B); Massa seca da parte aérea (mg/pl) (C) e Massa seca da raiz (mg/pl) (D), de plântulas oriundas de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, em função de diferentes concentrações em soluções de cloreto de sódio (NaCl).



Fonte: Medeiros (2019).

Figura 4 - Comprimento da parte aérea (cm) (A); Comprimento da raiz principal (cm) (B); Massa seca da parte aérea (mg/pl) (C) e Massa seca da raiz (mg/pl) (D), de plântulas oriundas de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby em função de diferentes concentrações em soluções de cloreto de cálcio (CaCl_2).



Fonte: Medeiros (2019).

Para o comprimento da raiz, nas concentrações de CaCl_2 a -0,06 e -0,25 MPa houve pouca diferença em relação a esta variável (em média de 1,0 a 1,2 cm), porém se comparado ao tratamento controle a diferença foi significativa (3,0 cm), justificando desta forma, maior acúmulo de massa seca para aquelas obtidas em substrato sem sal, já para o NaCl , observou-se maior diferença de comprimento mediante as concentrações utilizadas (Figura 3).

Resultados semelhantes foram observados em sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze, em que o comprimento de raiz e de parte aérea foram afetados à medida que os potenciais osmóticos se tornaram mais negativos, produzindo decréscimo no vigor de sementes (GUEDES et al., 2011).

Para as variáveis de crescimento e incremento em massa seca, houve uma perda a partir da concentração de -0,13 MPa, indicando a baixa tolerância de *S. cana* ao aumento da concentração dos sais na solução. As reduções no crescimento da plântula e incremento de massa seca ocorrem devido à elevada quantidade de sal absorvida que se acumula no interior

da planta e ultrapassa a capacidade da mesma de compartimentar no vacúolo (PRISCO; GOMES FILHO, 2010).

De acordo com Fanti e Perez (2004), as reduções na porcentagem de germinação, velocidade e o aumento do tempo médio de germinação, com o acréscimo de sais nas soluções observada para o NaCl e CaCl₂, podem ser atribuídas tanto ao efeito osmótico, conhecido também como seca fisiológica, quanto ao efeito tóxico, devido à alta concentração de íons no protoplasma.

Algumas espécies florestais nativas apresentam capacidade de germinar em diferentes concentrações salinas e tipos de sais, ou seja, a capacidade de adaptação osmótica permite as plantas absorverem, mesmo em condições de salinidade elevada, suficiente quantidade de água, que proporcione a continuidade da divisão celular e alongamento dos tecidos após a germinação. Essa capacidade de adaptação das espécies é importante no sentido de selecionar espécies tolerantes a tais condições e que sejam capazes de produzir rendimentos em termos ecológicos e também economicamente aceitáveis, quando não se pode manter, por exemplo, a salinidade do solo ao nível de tolerância da planta. Outra vantagem refere-se ao mecanismo de aclimação das plantas mediante condições de seca ou salinidade (MARCOS FILHO, 2015).

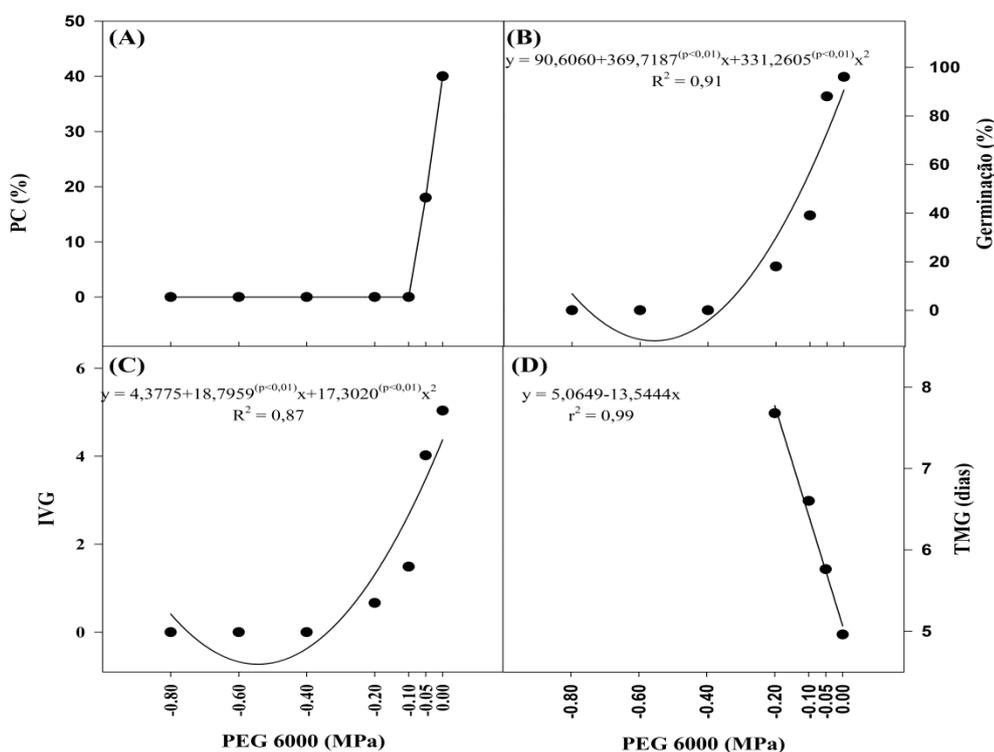
A redução do poder germinativo de sementes em substrato salino com os dois sais utilizados, comparada ao controle, serve como um indicador do índice de tolerância da espécie à salinidade, em que a capacidade para germinar indica também a tolerância da planta aos sais em estádios subsequentes ao desenvolvimento.

Os resultados obtidos para todas as variáveis analisadas, sugerem que a espécie *S. cana*, se caracteriza como glicófito, mediante à baixa tolerância à salinidade nas diferentes concentrações das soluções salinas testadas, ressaltando que, a partir da concentração a -0,13 Mpa para o NaCl e CaCl₂, ocorreu decréscimo para as variáveis de germinação e crescimento, justificando a realização de mais pesquisas relacionadas ao estresse salino, principalmente com espécies nativas, uma vez que estas podem apresentar comportamento variado em função dos fatores abióticos que influenciam seu desenvolvimento, possibilitando a definição do nível de tolerância da espécie às limitações do ambiente, bem como fornecem informações para orientar futuros plantios ou utilização da espécie em projetos de recuperação e/ou restauração, quanto a áreas impróprias ao seu estabelecimento.

3.2 Efeito do estresse hídrico

As condições de estresse hídrico simuladas por soluções de polietileno glicol (PEG 6000) influenciaram negativamente as variáveis analisadas. Em relação à porcentagem de sementes germinadas (G) e o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) declinaram com o aumento da restrição hídrica impostas pelos potenciais osmóticos testados (Figura 5, B e C). A maior porcentagem de germinação constatada, quando ocorreu a semeadura em substrato sem restrição hídrica (0,0 MPa).

Figura 5 - Primeira contagem (PC%), porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) em sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, submetidas a diferentes potenciais osmóticos induzidos pelo PEG (6000).



Fonte: Medeiros (2019).

A germinação das sementes foi observada nos seguintes potenciais utilizados: 0,00 MPa (96%); - 0,05 MPa (77%); -0,1 MPa (33%) e -0,2 MPa (18%). Nota-se que esta decresceu à medida que o potencial hídrico diminuiu até atingir valor nulo (0%) nos demais potenciais analisados (-0,4; -0,6 e -0,8 MPa). Tais potenciais osmóticos simulam baixa deficiência hídrica, indicando que a espécie *S. cana* apresenta baixa tolerância ao déficit hídrico, com limite entre -0,05 e -0,2 MPa.

Embora o PEG 6000 não seja absorvido em virtude do seu alto peso molecular, as soluções preparadas com tal substância podem apresentar alta viscosidade, que somada à

baixa difusão de O₂, compromete a disponibilidade de oxigênio para as sementes (BRACCINI et al., 1996). Da mesma forma, Jeller; Perez (2001), ao estudar sementes de *Senna spectabilis*, submetidas ao estresse hídrico por PEG 6000, constataram decréscimo na germinabilidade e na velocidade de germinação, à medida que o potencial osmótico do meio se tornou mais negativo, onde a menor germinação foi observada em -0,7MPa e ausência em -0,8MPa. Resultado semelhante ao observado com *S. cana*, que não apresentou germinação quando submetida à concentração de -0,9 MPa.

As sementes de *S. cana* germinaram mais lentamente à medida que aumentou a restrição hídrica imposta pelos potenciais osmóticos: -0,05 Mpa (2,53), -0,1 MPa (0,94), -0,2 MPa (0,5). A -0,05 MPa, portanto, ocorreu redução em 71,42% da velocidade de germinação quando comparado com aqueles sem PEG (3,5). Essa redução significativa com a diminuição dos potenciais osmóticos pode ser explicada pelo efeito do PEG 6000 agir sobre a absorção de água pelas sementes, devido a alta viscosidade e o peso molecular deste material promover atraso na velocidade de hidratação dos tecidos e na difusão de O₂, gerando maior necessidade de tempo para que ocorra a reorganização das membranas e ativação dos processos metabólicos (ANTUNES et al., 2011).

Em estudo mais recente, realizado por Oliveira (2017) com a espécie *Parapiptadenia zehntneri* (Harms) M. P. Lima & H. C. Lima (Fabaceae/Mimosoideae), observou-se que a partir do potencial de -0,1 MPa, a germinação reduziu consideravelmente, até atingir valor nulo a -0,5 MPa, corroborando com os resultados obtidos no presente estudo. Para sementes de *Myracrodruon urundeuva* Allemão, as maiores taxas de germinação foram observadas nos potenciais: 0, -0,2 e -0,4 MPa e, a partir do potencial -0,6 MPa houve uma redução maior na germinabilidade e nos potenciais osmóticos inferiores a -0,8 MPa ocorreu redução acentuada até a nulidade da germinação (VIRGENS et al., 2012).

Respostas negativas para a germinação, também foram encontradas em sementes de *Adenantha pavonina* L. (FONSECA; PEREZ, 2003), *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (MOURA; LIMA, 2011), *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (REGO et al., 2011) e *Parkia platycephala* Benth. (SILVA, 2015), demonstrando sensibilidade ao estresse hídrico induzido por PEG a partir do potencial de -0,1 MPa. Porém, para sementes de *Stryphnodendron polyphyllum* Mrt. (TAMBELINI; PEREZ, 1998) e *Senna spectabilis* (DC.) Irwin & Barneby (JELLER; PEREZ, 2001), a germinação foi menor a partir de -0,5 e -0,7 MPa, respectivamente, demonstrando maior tolerância destas ao estresse induzido pelo PEG 6000.

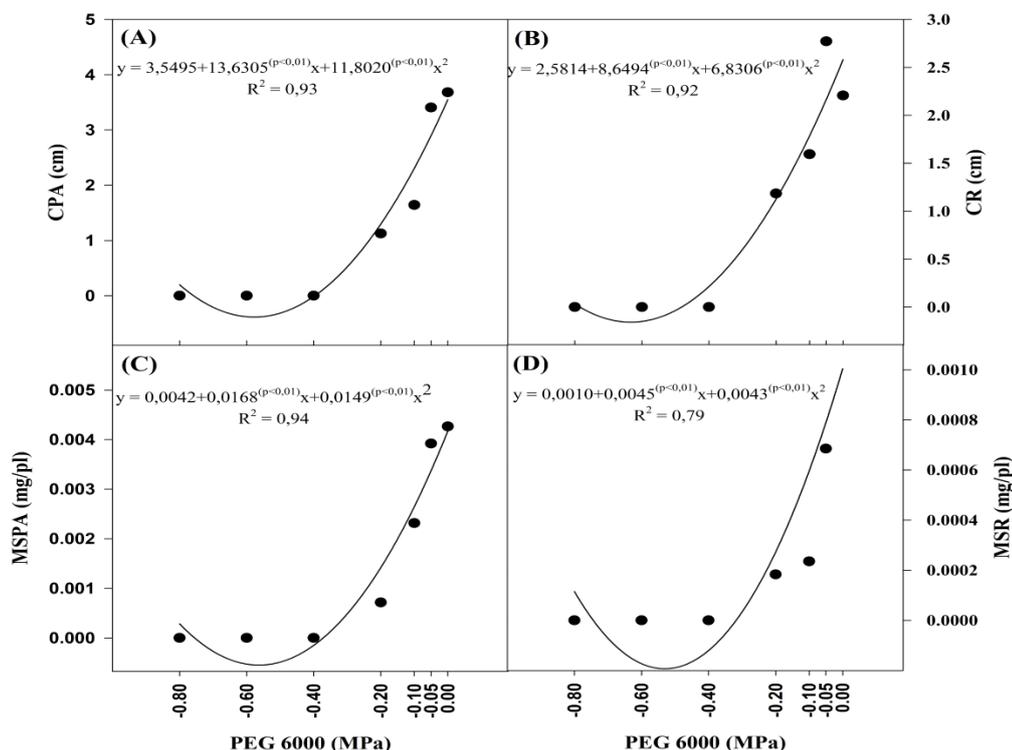
Em relação ao tempo médio para germinar, este depende primariamente da espécie em estudo e, das condições experimentais na qual a mesma se encontra, de modo que, as sementes de *S. cana* apresentaram menor tempo médio de germinação, na ausência do estresse hídrico (5 dias aproximadamente). Para as sementes submetidas aos potenciais osmóticos de -0,05, -0,1 e -0,2 MPa verificou-se maior tempo médio de germinação, com 7, 8 e 9 dias, respectivamente (Figura 5).

Vale ressaltar que, há uma grande variação de respostas entre as espécies, encontrando-se desde aquelas tolerantes até as mais sensíveis, em que, existe um valor de potencial osmótico no solo considerado limite para cada espécie, abaixo do qual a germinação não ocorre (limite máximo de tolerância à seca).

Pelegri et al. (2013), observaram que, os potenciais acima de -0,4 MPa inibiram drasticamente a porcentagem, a velocidade e o tempo médio de germinação em sementes de *Erythrina falcata* Benth. Já para sementes de *Parkia platycephala*, não ocorreram grandes variações no número de dias requeridos para germinação entre os potenciais testados, demonstrando que a variável TMG foi menos sensível as condições de estresse hídrico (SILVA, 2015).

À medida que o potencial osmótico da solução é reduzido, será necessário um maior tempo para a semente intumescer e germinar, resultando em menor velocidade média de germinação e maior número de dias. No referente às variáveis comprimento e massa seca de parte aérea e raiz (Figura 6), houve decréscimo acentuado com redução do potencial osmótico, com os limites estabelecidos entre -0,05 e -0,2 MPa. A redução da massa seca de plântulas em função da restrição hídrica se dá devido à demanda dos processos fisiológicos e biológicos ou pela dificuldade de hidrólise e a mobilização das reservas armazenadas nas sementes (BEWLEY; BLACK, 1994).

Figura 6 - Comprimento da parte aérea (cm) (A); Comprimento da raiz principal (cm) (B); Massa seca da parte aérea (mg/pl) (C) e Massa seca da raiz (mg/pl) (D), de plântulas oriundas de sementes de *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, submetidas a diferentes potenciais osmóticos induzidos pelo PEG (6000).



Fonte: Medeiros (2019).

Os autores Taiz e Zeiger (2006) mencionaram o efeito da deficiência hídrica no crescimento de plântulas, com consequência na diminuição da expansão celular. RABBANI et al., (2012) também relataram que, os menores comprimentos de plântulas e acúmulo de massa seca são ocasionados pela redução da disponibilidade hídrica em potenciais osmóticos mais negativos, ocasionados pela diminuição na velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos.

Para espécies sensíveis ao déficit hídrico, é importante considerar o fato de que as suas sementes não toleram um gradiente hídrico no substrato muito baixo, podendo-se optar pela produção de mudas ao invés da semeadura direta no campo, em locais onde a salinidade ou deficiência hídrica forem muito acentuadas para evitar problemas de estandes mal formados e germinação irregular e lenta. Desta forma, o desempenho fisiológico das sementes deve ser estudado para que se possa entender melhor os mecanismos de germinação das sementes sob condições ambientais intrínsecas do seu habitat, e assim otimizar protocolos de conservação e multiplicação das espécies, e seu uso sustentável (REIS, 2012).

A habilidade de uma semente germinar sob amplo limite de condições pode ser a manifestação de seu vigor. Os dados obtidos neste estudo para a germinação de sementes de *S. cana*, submetidas a estresse hídrico utilizando PEG 6000, permitem inferir que, potenciais osmóticos abaixo de -0,2 MPa inibem ou dificultam o processo germinativo, o que representa impedimento para o estabelecimento e sobrevivência desta espécie. Este baixo limite de tolerância ao déficit hídrico confere à espécie florestal nativa um caráter não adaptativo a tal condição.

4. CONCLUSÕES

Para sementes de *Senna cana*, as condições de estresses salino e hídrico, prejudicaram a germinação e o vigor das sementes:

É uma glicófita pouco tolerante ao sal, com limite máximo de tolerância ao NaCl entre -0,13 e -0,68 MPa e para CaCl₂ a -0,06 e -0,50 MPa.

É uma espécie pouco tolerante ao estresse hídrico com limite máximo de germinabilidade a -0,2 MPa.

Apresenta maior sensibilidade ao estresse hídrico simulado pelo PEG (6000) do que ao estresse salino, com NaCl e CaCl₂.

5. REFERÊNCIAS

ANTUNES, C. G. C. et al. Germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (catingueira) submetidas à deficiência hídrica. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 35, n. 5, p. 1007- 1015, 2011.

ARAÚJO, B.A. et al. **Efeito da embebição e dos níveis de salinidade da água de irrigação na germinação de *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Sm.** 2015. 11p. Disponível em: <<http://www.bibliotekevirtual.org/simposios/III-INOVAGRI2015/01.09.2015/a008.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

BETONI, R. **Salinidade e temperatura na resposta fisiológica de sementes e anatomia radicular de plântulas de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Sterculiaceae) e *Caesalpinia ferrea* Mart. (Fabaceae).** 2008. 101 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MT. 2008. Disponível em: <http://files.ufgd.edu.br/arquivos/arquivos/78/MESTRADO-DOUTORADO-AGRONOMIA/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Roseli%20Betoni.pdf>. Acesso em: 06 out. 2018.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.** 2ed. New York: Plenum, 1994. 445p.

BLUM, A. **Plant-water relations, plant stress and plant production**. In: BLUM, A. Plant breeding for water-limited environments. Tel Aviv: Springer, 2011. p. 11-52.

BRACCINI, A. L.; RUIZ, H. A.; BRACCINI, M. C. L.; REIS, M. S. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietilenoglicol. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 18, n. 1, p. 10-16, 1996.

DANTAS, B. F.; MATAS, J. R.; MENDES, R. B.; RIBEIRO, R. C. “As sementes da Caatinga são...”: um levantamento das características das sementes da Caatinga. **Informativo ABRATES**, v. 24, n. 3, p. 18-23, 2014.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 9, p. 903-909, 2004.

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 324p.

FERREIRA, E. G. B. S. et al. Processo germinativo e vigor de sementes de *Cedrela odorata* L. sob estresse salino. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 99-105, 2013.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes: Experimental Designs package**. R package version 1.2.0. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=ExpDes>. 2018.

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

FREIRE, M. B. G. S.; RUIZ, H. A.; RIBEIRO, M. R.; FERREIRA, P. A.; ALVAREZ V. V. H.; FREIRE, F. J. Estimativa do risco de sodificação de solos de Pernambuco pelo uso de águas salinas, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 2, 227-232, 2003.

FREITAS, A. R. et al. Superação da dormência de sementes de jatobá. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 73, p. 01-05, 2013.

GUEDES, R. S. et al. Germinação e vigor de sementes de *Apeiba tibourbou* submetidas ao estresse hídrico e diferentes temperaturas. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 45-53, 2013.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GALINDO, E. A.; BARROZO, L. M. Estresse salino e temperaturas na germinação e vigor de sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 33, n. 2 p. 279 - 288, 2011.

JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos do estresse hídrico e salino e da ação de giberelina em sementes de *Senna spectabilis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.1, p.93-104, 2001.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006, 531 p.

- LAUCHLI, A.; GRATAN, S. R. Plant growth and development under salinity stress. In: JENKS, M. A. et al. *Advances in molecular breeding toward drought and salt tolerant crops*. Helsinki: Springer, 2007. p. 1-32.
- LAVEZO, A. et al. Estresse osmótico na germinação de sementes de *Petiveria alliacea* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 622-630, 2015. DOI: 10.1590/1983-084X/14_026.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina; ABRATES, 2015. 660p.
- MATIAS, J. R. et al. Temperatura limitante à germinação de sementes de catingueira verdadeira. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.24, n.3, p.87, 2014.
- MOURA M. R.; LIMA R. P. Efeito do estresse hídrico e do cloreto de sódio na germinação de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. **Revista Verde**, Pombal-PB, v. 6, n. 2, p. 230-235, 2011.
- MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant Cell Environment**, v.25, n.2, p.239-250, 2002. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.0016-8025.2001.00808.x/full>>. Acesso em: 10 dez. 2016.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2:1-2:21.1
- OLIVEIRA, C. A. M. **Avaliação tecnológica e fitoquímica de sementes de *Parapiptadenia zehntneri* (Harms) M.P. Lima & H.C. Lima**. 2017. 110f, Tese (Doutorado em ciências Florestais). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE. 2017.
- PASSOS, A. M.; TAVARES, K. M. P.; ALVES, A. R. Germinação de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, n. 1, p. 5156, 2007.
- PASTORI, G. M.; FOYER, C. H. Common components, networks, and pathways of crosstolerance to stress. The central role of “redox” and abscisic acid-mediated controls. **Plant Physiology**, v. 129, p. 460-468, jun. 2002.
- PELEGRINI, L. L. et al. Efeito do estresse hídrico simulado com NaCl, manitol e PEG (6000) na germinação de sementes de *Erythrina falcata* Benth. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 2, p. 511-519, 2013.
- PRADO, D. E. **As caatingas da América do Sul**. In: LEAL, INARA R. e TABARELLI, JOSÉ MARIA CARDOSO DA SILVA (ed.). *Ecologia e conservação da Caatinga*. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. P. 3-74.
- PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E. Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCT Sal, 2010. Cap. 10. p. 143-160, 2010.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. 2018.

RABBANI, A. R. C. et al. Restrição hídrica em sementes de moringa (*Moringa oleifera* L.) **Revista Científica UDO Agrícola**. v. 12, n. 3, p. 563-569, 2012.

REGO, S. S. et al. Influência de potenciais osmóticos na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Veloso) Brenan (Angico branco) – Mimosaceae. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 549-551, 2007.

REGO, S. S. et al. Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Veloso) Brenan. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Tocantins, v. 2, n. 4, p. 37-42, 2011.

REIS, R.C.R. **Tolerância a estresses abióticos em sementes de *Erythrina velutina* Willd. (Leguminosae - Papilionoideae) nativa da Caatinga**. 2012. 132f. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana –BA, 2012.

Disponível em:

<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=952711&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22REIS,%20R.%20C.%20R.%22&qFacets=autoria:%22REIS,%20R.%20C.%20R.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>. Acesso em: 15 out. 2018.

SAMPAIO, L.C.G. **Caracterização biomorfológica, germinação, vigor e armazenamento de sementes de angico-vermelho [*Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan]**. 2012. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo-AL, 2012. Disponível em: <http://bdtd.fapeal.br/Titulos/137/caracterizacao-biomorfolologica-germinacao-vigor-e-armazenamento-de-sementes-de-angico-vermelho-parapiptadenia-pterospesma-benth-brenan>. Acesso em: 20 nov. 2018.

SANTOS, C. A.; SILVA, N. V.; WALTER, L. S.; SILVA, E. C. A.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Germinação de sementes de duas espécies da caatinga sob déficit hídrico e salinidade. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 87, p. 219- 224, jul./set. 2016.

SILVA, J. B. C.; NAKAGAWA, J. Estudos de fórmulas para cálculo de germinação. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 5, n. 1, p. 62-73, 1995.

SILVA, R. B. **Ecofisiologia da germinação de sementes e produção de mudas de *Parkia platycephala* Benth**. 2015. 79 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 2015. Disponível em:

http://www.ppgcf.ufrpe.br/sites/www.ppgcf.ufrpe.br/files/documentos/romario_bezerra_e_silva_0.pdf. Acesso em: 06 out. 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2006. 719p.

TAMBELINI, M.; PEREZ, S. G. J. G. Efeitos do estresse hídrico simulado com PEG (6000) ou manitol na germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 226-232, 1998.

VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6.000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 11/12, p. 1957-1968, 1991.

VIRGENS, I. O. et al. Comportamento fisiológico de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae) submetidas a fatores abióticos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 681-692, 2012.

CONCLUSÕES GERAIS

As características morfológicas de sementes, frutos, plântulas e mudas, fornecem informações que permitem a identificação de espécies em fases juvenis e tal conhecimento é indispensável quando se pretende compreender o ciclo biológico e a regeneração natural das espécies. Assim como, o conhecimento das condições que proporcionam germinação rápida e uniforme das sementes de *S. cana* é extremamente útil para fins de semeadura, pois o desenvolvimento homogêneo de plântulas reduz os cuidados por parte dos tecnologistas de sementes e de viveiristas.

A interação entre substratos e temperaturas foi significativa para germinação, índice de velocidade e tempo médio de germinação, sendo indicada a temperatura alternada de 20-30°C, mediante substrato papel mata-borrão, podendo ser indicado ainda o substrato papel toalha, constituindo alternativa simples, barata e uma produção limpa, no tocante à facilidade durante a avaliação da germinação e das plântulas. A espécie apresentou plasticidade em relação à germinação mediante diferentes temperaturas e condições de luminosidades, dessa forma, a intensidade e qualidade de luz participam como importantes fatores no desenvolvimento do aparato fotossintético e no desenvolvimento das plântulas de *Senna cana*.

Essas interações são importantes para a compreensão da ecofisiologia de *S. cana*, já que o conhecimento do melhor método para superação da dormência, temperatura e substratos ideais, a qualidade de luz e o efeito dos estresses salino e hídrico sobre a germinação e vigor das sementes, podem ser responsáveis por diferentes respostas germinativas.