



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO: AGRONOMIA

ANA CLAUDIA DE BRITO

**GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Senna spectabilis* (DC) H. S. Irwin &
Barneby SOB ESTRESSE HÍDRICO**

MOSSORÓ

2017

ANA CLAUDIA DE BRITO

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Senna spectabilis* (DC) H. S. Irwin & Barneby SOB ESTRESSE HÍDRICO

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural Do Semi-Árido – UFERSA, Centro de Ciências Agrárias, para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: D. Sc. Clarisse Pereira Benedito -
UFERSA

MOSSORÓ

2017

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

BB474 Brito, Ana Claudia de .
g GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Senna spectabilis* (DC) H. S. Irwin & Barneby SOB ESTRESSE HÍDRICO / Ana Claudia de Brito. - 2017.
25 f. : il.

Orientadora: Clarisse Pereira Benedito.
Coorientadora: Kleane Targino Oliveira Pereira .
Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2017.

1. Fabaceae. 2. Canafístula . 3. PEG. 4. Restrição hídrica . I. Benedito, Clarisse Pereira , orient. II. Pereira , Kleane Targino Oliveira , co-orient. III. Título.

ANA CLAUDIA DE BRITO

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Senna spectabilis* (DC) H. S. Irwin & Barneby SOB ESTRESSE HÍDRICO

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural Do Semi-Árido - UFERSA, como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

APROVADA EM: 28/09/2017

BANCA EXAMINADORA

Clarisse Pereira Benedito

Prof. D. Sc. Clarisse Pereira Benedito – UFERSA

Presidente

Kleane Targino Oliveira Pereira

Eng. Florestal Kleane Targino Oliveira Pereira – UFERSA

Primeiro Membro

Emanoela Pereira de Paiva

D. Sc. Emanoela Pereira de Paiva - UFERSA

Segundo Membro

DEDICO

À minha família, que desde o início acreditou na minha capacidade. Em especial a minha mãe e meu pai pelo cuidado e dedicação, que sempre foram minha esperança para seguir com os meus objetivos. Aos meus irmãos e avós, a presença de vocês significa muito para mim e agradeço a Deus pela vida de vocês.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter guiado meus passos nessa jornada, por sempre ouvir meus apelos e me dar força para continuar na caminhada. Que esteja sempre à frente das minhas decisões.

Agradeço a toda minha família, avós, tias, tios, primos pelas palavras de apoio e por terem caminhado juntos comigo para a concretização deste sonho. Minha base!

Agradeço em especial a minha mãe Francisca de Cassia Zumba Brito e ao meu pai João Avelino de Brito Neto, e aos meus irmãos João Avelino de Brito Junior, Justino Avelino de Brito Neto e Francisco Flávio Pereira dos Santos, que sempre foram os meus melhores exemplos e amigos, que me ouviram e me aconselham em todos os momentos e que se esforçaram ao máximo para me oferecer o melhor. Minha vida!

Agradeço a todos os amigos, em especial a Maria Ivonete de Souza por ter feito parte fundamental para esta concretização, me acolheu da melhor forma possível. A Danielle Ferreira de Almeida, Luiria Ramalho Bento, Monalliza Wanderley de Macêdo que durante essa etapa pude compartilhar todos os momentos, obrigada pela amizade de vocês.

Agradeço ao meu namorado, José Sueliton Moraes de Moura por ser meu maior incentivador a lutar pelos meus sonhos, por estar ao meu lado nos momentos de alegria e também nas dificuldades e por me passar toda confiança que necessito.

Agradeço também a sua família, que me acolheu e que sempre me apoiaram e torceu por minhas conquistas.

Agradeço a minha orientadora Prof^ª. Dra. Clarisse Pereira Benedito, pelo conhecimento transmitido e competência no desenvolvimento desde trabalho e por ter acreditado em mim, ter sido paciente, calma e compreensiva em todo meu processo de preparação. No decorrer dessa etapa passei a te admirar e respeitar ainda mais. Muito obrigada!

Agradeço a Kleane Targino Oliveira Pereira, pela atenção, dedicação e o conhecimento transmitido, que me ajudou em todas as etapas deste trabalho. Obrigada!

Agradeço a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da concretização deste sonho, meu muito obrigada!

RESUMO

O conhecimento sobre o desempenho da germinação e vigor de sementes em condições de estresse hídrico é importante para auxiliar na escolha de espécies mais adaptadas a essas condições, contribuindo com estratégias de manejo. Com isso, objetivou-se avaliar a germinação e o vigor de sementes de *Senna spectabilis* sob condições de estresse hídrico em duas temperaturas. As sementes foram adquiridas no Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental e do Projeto de Integração do São Francisco. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com tratamentos distribuídos em esquema fatorial, correspondente a quatro níveis de estresse simulado com polietileno glicol (PEG 6000) (0,0; -0,2; -0,4 e -0,6 MPa) e duas temperaturas (25 e 30 °C), com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. Para isso, instalou-se o teste de germinação em substrato papel toalha (Germitest[®]), umedecidos com soluções de PEG 6000 nos potenciais mencionados, sob fotoperíodo de 8 horas de luz. As variáveis analisadas foram germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de parte aérea e da raiz, massa seca da parte aérea e das raízes de plântulas. A germinação e o vigor de sementes de *S. spectabilis* são drasticamente comprometidos a partir de potenciais hídricos inferiores a -0,4 Mpa, sendo o efeito do estresse hídrico menos intenso na temperatura de 30 °C.

Palavras-Chave: Fabaceae. Canafístula. PEG. Restrição hídrica

ABSTRACT

Knowledge about the performance of seed germination and vigor in water stress conditions is important to help in choosing species more adapted to these conditions, contributing to management strategies. The aim of this study was to evaluate the germination and vigor of *Senna spectabilis* seeds under conditions of water stress at two temperatures. The seeds were purchased from the Ecology and Environmental Monitoring Center and the São Francisco Integration Project. The experimental design was completely randomized, with treatments distributed in a factorial scheme, corresponding to four stress levels simulated with polyethylene glycol (PEG 6000) (0.0, -0.2, -0.4 and -0.6 MPa) and two temperatures (25 and 30 °C), with four replicates of 25 seeds for each treatment. For this purpose, germination test on paper towel substrate (Germitest®), moistened with PEG 6000 solutions in the mentioned potentials, was installed under photoperiod of 8 hours of light. The analyzed variables were germination, germination speed index, shoot and root length, shoot dry weight and seedling roots. The germination and vigor of *S. spectabilis* silts are drastically compromised from water potentials lower than -0.4 MPa, the effect of water stress being less intense at 30 °C.

Keywords: Fabaceae. Canafístula. PEG. Water restriction

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Germinação (A) e índice de velocidade de germinação (IVG) (B) de sementes de *Senna spectabilis* (DC) H. S. Irwin & Barneby, submetidas ao estresse hídrico. UFERSA, Mossoró/RN, 2017..... 18
- Figura 2 – Comprimento da parte aérea (CPA) (C) e da raiz (CR) (D) de plântulas de *Senna spectabilis* (DC) H. S. Irwin & Barneby, submetidas ao estresse hídrico. UFERSA, Mossoró/RN, 2017.....19
- Figura 3 – Massa seca da parte aérea (MSPA) (E) e da raiz (MSR) (F) de plântulas de *Senna spectabilis* (DC) H. S. Irwin & Barneby, submetidas ao estresse hídrico. UFERSA, Mossoró/RN, 2017 19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo da análise de variância das variáveis germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) de plântulas de <i>Senna spectabilis</i> (DC) H. S. Irwin & Barneby, provenientes de sementes submetidas ao estresse hídrico. UFERSA, Mossoró/RN, 2017.....	17
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1	<i>Senna spectabilis</i>	12
2.2	Estresse hídrico e temperatura na germinação.....	13
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
3.1	Aquisição das sementes.....	15
3.2	Condução do experimento.....	15
3.3	Tratamento e delineamento experimental.....	15
3.4	Variáveis analisadas.....	16
3.4.1	Teor de água	16
3.4.2	Germinação.....	16
3.4.3	Índice de velocidade de germinação.....	16
3.4.4	Comprimento da parte aérea e raiz.....	16
3.4.5	Massa seca da parte aérea e da raiz.....	16
3.5	Análises estatísticas.....	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
	REFERÊNCIAS.....	22

1 INTRODUÇÃO

Senna spectabilis é uma espécie florestal de porte arbóreo pertencente à família Fabaceae e sub-família Caesalpinoideae, conhecida popularmente como cássia do nordeste e cássia carnaval, típica da região nordeste do Brasil. Possui crescimento rápido podendo atingir entre 5 a 6 metros de altura, encontrada amplamente em toda a área da Caatinga. Possui importância econômica como madeireira, medicina caseira, planta ornamental, restauração florestal, sistemas agroflorestais e forrageira (MAIA, 2012). Considerando a importância para cultivo e comercialização dessa espécie, a avaliação da qualidade das sementes é um item indispensável para o sucesso da cultura.

O período de germinação e estabelecimento das plântulas arbóreas é importante para sobrevivência das espécies florestais, principalmente em regiões que a disponibilidade de água é restrita em certos períodos do ano. A disponibilidade de água é o fator que exerce a mais determinante influência sobre o processo de germinação. Da absorção de água resulta a reidratação dos tecidos, com a consequente intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas, que culminam com o fornecimento de energia e nutrientes necessários para retomada de crescimento por parte do eixo embrionário (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

A habilidade de uma semente germinar sob amplo limite de condições pode ser a manifestação de seu vigor, dependendo entre outros fatores, das condições ambientais encontradas no local onde foi semeada. Secas periódicas, por exemplo, podem ser encontradas no campo, e a semente deve ser vigorosa para que seja competitiva (MARCOS FILHO, 2005). O estresse hídrico, portanto, está associado à redução da disponibilidade de água e à desidratação celular, sendo que para cada espécie existe um valor de potencial hídrico no solo, abaixo do qual a germinação não ocorre (ÁVILA et al., 2007; MARAGHNI et al., 2010).

Outro fator abiótico que interfere na germinação é a temperatura, influenciando na absorção de água nos limite e velocidade das reações bioquímicas e nos processos fisiológicos da semente (MEDEIROS et al., 2015). O processo de germinação envolve atividades metabólicas, que desencadeiam uma sequência de reações químicas com exigência referentes a temperaturas. A máxima germinação acontece quando as condições de temperaturas são ótimas. Portanto, a temperatura assume papel primordial no decorrer da germinação, controlando a intensidade e velocidade, regulando as taxas de embebição, liberação de eletrólitos e mobilização de reservas, afetando o crescimento e vigor das plântulas (MARCOS-FILHO, 2015).

Dessa forma, a germinação ocorre dentro dos limites de temperatura bem definidos, existindo uma temperatura em que o processo tem maior eficiência e outras em que acima ou abaixo dela, a germinação não ocorre (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012; MARCOS-FILHO, 2015). Desta forma, as plantas estão sujeitas a condições de múltiplos estresses que limitam o seu desenvolvimento e suas chances de sobrevivência, onde quer que elas cresçam (LARCHER, 2006).

Estudos relacionados ao processo germinativo de sementes em condição de estresses artificiais tem importância para a ecofisiologia e constituem ferramenta importante, pois possibilitam a avaliação dos limites de tolerância de sobrevivência e adaptação destas espécies às condições de estresses naturais, como seca, calor e solos afetados por sais, a semelhança da Caatinga e do semiárido nordestino (PELEGRINI et al., 2013) pois espécies mais resistentes à seca possuem vantagem de estabelecer suas plântulas em áreas onde as mais sensíveis não germinam (BEWLEY et al., 2013).

Dessa forma, com o objetivo de avaliar a tolerância ao estresse hídrico em condições de laboratório, já foram simuladas baixas condições de umidade no substrato em algumas espécies florestais, tais como: *Simira gardneriana* M. R. Barbosa & Peixoto, (OLIVEIRA et al., 2017), *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth. (NOGUEIRA et al., 2017), *Piptadenia moniliformis* Benth. (AZERÊDO et al., 2016), *Amburana cearenses* (Allemão) A. C (ALMEIDA et al., 2014), *Anadenanthera peregrina* (MOREIRA et al., 2014), *Erythrina falcata* Benth. (PELEGRINI et al., 2013).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a germinação e o vigor de sementes de *S. spectabilis* em condições de estresse hídrico em duas temperaturas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Senna spectabilis*

Conhecida popularmente no nordeste como canafístula-de-besouro, cássia-do-nordeste, pau-de-ovelha ou são-joão, pertence à família Fabaceae e sub-família Caesalpinoideae, é uma árvore de 5-6 m de altura, ocorrendo nos estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia e também Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso. Pode ser encontrada também em outros biomas: como carrasco, cerrado, Mata Atlântica e Mata de Altitude. Perde suas folhas na estação seca, floresce durante a estação chuvosa, com floração prolongada por vários meses (janeiro-abril). O fruto é uma vagem comprida (25 – 32cm), indeiscente, com superfície irregularmente enrugada, de cor preta, com linhas castanho-claro, quando madura. Pode conter de 13 a 20 sementes pequenas (0, 2 – 1cm), achatadas, de cor castanho-claro, esverdeado, com mancha mais clara na área central (MAIA, 2012).

Ainda de acordo com este autor, sua madeira por ser usada para fabricação de caixas, forros, painéis, cochos, colheres e utilizada como lenha e carvão. É extremamente ornamental, durante o período de floração, ideal para arborização de ruas, praças e parques. Também é destinada para plantios de recuperação do solo, matas ciliares, enriquecendo o solo com nitrogênio. Como forrageira pode ser utilizada suas folhas, ramos, vagens e sementes e cascas como fonte de alimento para gado, cabras, ovelhas, jumentos e cavalos.

A espécie *S. spectabilis* é distribuída pelo mundo colonizando com sucesso em diferentes climas e latitudes (VIEGAS et al. 2004; MARAZZI et al. 2006) apresentando boa aptidão em regiões de clima semiárido, preferencialmente em solos mais profundos, bem drenados e de razoável fertilidade. Apresenta flores tubulosas amareladas, daí sua utilização para paisagismo (MAIA, 2012).

A propagação de espécie florestais ocorre, em geral, por sementes, que é um procedimento mais econômico e fácil do que a propagação vegetativa, ou micro propagação. Portanto, a maioria das espécies apresenta um fenômeno denominado dormência, considerada como a incapacidade temporária de germinação mesmo em condições favoráveis (BEWLEY, 2013), sendo um recurso pelo qual a natureza distribui a germinação das sementes no tempo (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). As sementes desta espécie apresentam dormência tegumentar e para superação de dormência, Brasil (2013) recomenda o uso do despolimento do tegumento, já Araújo et al. (2017) indicam o uso de ácido sulfúrico por 52 a 54 minutos de exposição.

2.2 Estresse hídrico e temperaturas na germinação de sementes

Dentre os fatores ambientais, a disponibilidade de água, temperatura e oxigênio são consideradas essenciais e exercem influência direta sobre a germinação, se uma dessas condições não é satisfatória, a semente não germina. A captação de água é essencial para a retomada das atividades metabólicas da semente após a maturidade, desempenhando papel fundamental no processo de germinação. Dessa forma, a disponibilidade de água deve ser suficiente para iniciar, prosseguir e concluir o processo de germinação e desenvolvimento da plântula, sendo que tanto o excesso como a escassez de água podem produzir danos irreversíveis (MARCOS-FILHO, 2015).

A diminuição da velocidade e de porcentagem de germinação das sementes está entre os principais efeitos provocados pelo estresse hídrico, existindo um valor de potencial hídrico diferente para cada espécie, abaixo do qual a germinação não ocorre (ÁVILA et al., 2007). Um dos métodos para a determinação da tolerância das plantas ao estresse hídrico é a observação da capacidade germinativa das sementes em tais condições, geralmente testadas em laboratório (PELEGRINI et al., 2013) utilizando diferentes soluções aquosas com diferentes potenciais osmóticos podendo causar atraso na germinação ou diminuição na porcentagem final de germinação (GUEDES et al., 2013).

Alguns compostos químicos têm sido utilizados na simulação de estresse hídrico, dentre eles o polietilenoglicol (PEG), agente osmótico sem efeitos adversos para as sementes, por ser quimicamente inerte, atóxico, de elevado peso molecular e, portanto, de difícil absorção, de forma que tem proporcionado restrição hídrica às sementes, dependendo da concentração, simulando, desta forma a seca (VILLELA et al., 1991; MORAES e MENEZES, 2003).

Embora o PEG não seja absorvido devido ao seu alto peso molecular, as soluções preparadas com este composto podem ter uma viscosidade elevada, que aliada à baixa difusão de oxigênio pode comprometer sua disponibilidade para o processo germinativo das sementes (BRACCINI et al., 1996; YOON et al., 1997). Outro agente osmótico muito utilizado para simulação de estresse hídrico é o manitol, também quimicamente inerte e não tóxico (ÁVILA et al., 2007), no entanto, para algumas espécies há maior efeito do PEG do que o manitol, por exemplo, sementes de *Erythrina falcata*, o manitol em diferentes potenciais não influenciou no processo germinativo (PELEGRINI et al., 2013).

Algumas espécies resistem a variações no potencial hídrico, possuindo vantagem ecológica de se estabelecer onde espécies mais sensíveis não germinariam (BEWLEY et al., 2013). Por isso, estudos com germinação de sementes em condições de estresses artificiais têm

importância para a ecofisiologia e constituem-se em ferramentas que possibilitam a avaliação dos limites e tolerância de sobrevivência e adaptação destas espécies às condições de estresses naturais, como seca, calor e solos afetados por sais, a semelhança da Caatinga e do semiárido nordestino. (GUEDES et al., 2013).

A temperatura influencia a porcentagem final e a velocidade da germinação, podendo afetar absorção de água pela semente e suas reações bioquímicas que regulam o metabolismo envolvido neste processo (BEWLEY et al., 2013). As sementes podem germinar em ampla faixa de temperaturas, ótima para cada espécie, ou faixas de temperaturas, na qual o processo ocorre com a máxima eficiência, obtendo-se o máximo de germinação no menor período possível (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). As espécies florestais subtropicais e tropicais brasileiras a temperatura ótima de germinação situa-se entre 20 e 35 °C temperaturas estas encontradas nas suas regiões de origem.

Trabalhos avaliando os efeitos do estresse hídrico sob diferentes temperaturas com espécies florestais ainda são muito escassos, pois a maioria avalia estes fatores separadamente. Neste sentido, Azerêdo et al. (2016) avaliaram a germinação e o crescimento de plântulas de *P. moniliformis* em condições de estresse hídrico simulado por PEG nos potenciais -0,3; -0,6; -0,9; -1,2 e -1,5 MPa sob as temperaturas de 25 e 30 °C e concluíram que o processo germinativo é comprometido a partir de -0,6 MPa em ambas as temperaturas e que potenciais hídricos inferiores a -1,2 MPa inibem a formação de plântulas normais.

Guedes et al. (2013) colocaram sementes de *A. tibourbou* para germinar a 25 e 30°C nos potenciais osmóticos 0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 MPa e constataram que a velocidade e a porcentagem final de germinação foram significativamente reduzidas a partir de -0,2 MPa, em relação às sementes não submetidas ao estresse hídrico, concluindo que o limite de resistência da espécie ao estresse hídrico situa-se entre -0,4 e -0,6 MPa.

Sementes de *M. ophthalmocentra* submetidas aos potenciais osmóticos de 0,0; -0,1; -0,2; -0,3; -0,4; -0,5 e -0,6 MPa nas temperaturas de 25, 30 e 35 °C e alternadas de 20-30 °C, verificaram que o estresse hídrico afetou negativamente a germinação e o vigor das plântulas a partir do potencial de -0,2 MPa, cujos efeitos são mais evidentes na temperatura de 35 °C. A temperatura alternada de 20-30 °C permitiu maior tolerância ao estresse hídrico para a germinação de sementes desta espécie (NOGUEIRA et al., 2017).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Aquisição das sementes

As sementes foram adquiridas através do Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental – NEMA/UNIVASF e do Projeto de Integração do São Francisco – PISF em fevereiro de 2017, e mantidas armazenadas em saco plástico em ambiente controlado (16-18 °C e 40% de U.R) no próprio laboratório, até a realização do experimento.

3.2 Condução do experimento

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN. Para a simulação do estresse hídrico, preparou-se soluções osmóticas com uso do polietilenoglicol de acordo com Villela et al. (1991) nos potenciais mencionados no item 3.2. Devido às sementes apresentarem dormência tegumentar, previamente, realizou-se o desponte no tegumento das sementes na região oposta a micrópila (BRASIL, 2013) e em seguida realizado a desinfestação superficial com hipoclorito 1% por 5 minutos.

Posteriormente as sementes foram distribuídas sobre duas folhas de papel toalha (Germitest®) e cobertas com uma terceira folha, umedecidas com as respectivas soluções com quantidade igual a 2,5 vezes o peso do papel seco (BRASIL, 2009), posteriormente foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes, com a finalidade de evitar a perda de água por evaporação (COIMBRA et al., 2007) e depois conduzidos para germinadores do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D) regulados para fotoperíodo de 8 horas, utilizando lâmpadas fluorescentes (4 x 20W) nas temperaturas de 25 e 30°C.

3.3 Tratamento e delineamento experimental

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (2 x 4), sendo o primeiro fator constituído por duas temperaturas (25 e 30 °C) e o segundo por quatro potenciais osmóticos (0,0; -0,2; -0,4 e -0,6 MPa) com quatro repetições de 25 sementes.

3.4 Variáveis analisadas

3.4.1 Teor de água

Realizado através do método estufa a 105 ± 3 °C, por 24 horas (BRASIL, 2009), com duas repetições de 25 sementes, sendo os resultados expressos em porcentagem.

3.4.2 Germinação

Adotou-se o critério de plântulas normais, cuja contagem foi feita até no 14º dias e os resultados expressos em porcentagem com uma casa decimal (BRASIL, 2013).

3.4.3 Índice de velocidade de germinação

Realizado conjuntamente com o teste de germinação, computando-se o número de sementes germinadas diariamente, do 6º até o 14º dia após a semeadura, cujo o índice calculado de acordo com a fórmula apresentada por Maguire (1962).

3.4.4 Comprimento da parte aérea e de raiz

Com auxílio de uma régua graduada em milímetros, mensurou-se o comprimento da parte aérea desde a inserção do colo até o ápice da plântula e para raiz, desde a inserção do colo até a extremidade da raiz principal, ambos os resultados expressos em cm. plântula⁻¹.

3.4.5 Massa seca da parte aérea e da raiz

As plântulas mensuradas quanto ao comprimento foram divididas em parte aérea e raiz e acondicionadas em saco de papel do tipo Kraft, colocadas em estufa com circulação de ar forçada a 65 °C durante 48 horas, obtido o peso constante, e posteriormente foram pesadas em balança analítica, sendo os resultados expressos em mg.plântula⁻¹.

3.5 Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, a 5 % de probabilidade. E de acordo com a significância, os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial ($p \leq 0,05$) com o auxílio do programa estatístico SISVAR[®] (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de *S. spectabilis* apresentavam teor de água de 6,0%. Houve interação significativa entre os fatores para comprimento da parte aérea e da raiz, massa seca da parte aérea e da raiz. Para germinação e índice de velocidade de germinação houve efeito significativo isolado para os potenciais osmóticos (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância das variáveis germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) de plântulas de *Senna spectabilis* (DC) H. S. Irwin & Barneby, provenientes de sementes submetidas ao estresse hídrico.

FV	G	IVG	CPA	CR	MSPA	MSR
Temperatura (T)	11,25 ^{n.s}	0,20 ^{n.s}	0,33 ^{n.s}	17,74*	73,35*	6,18*
Potenciais osmóticos (P)	10949,8*	20,16*	41,74*	18,24*	57,76*	6,71*
TXP	48,5 ^{n.s}	0,23 ^{n.s}	3,64*	3,76*	102,25*	1,97*
CV	13,19	14,41	11,95	15,83	7,77	13,94
Média geral	77	3,11	3,77	3,23	10,56	2,42

* significativo a 5% de probabilidade; ^{n.s} não-significativo a 5% de probabilidade

A germinação e índice de velocidade de germinação, foram reduzidos à medida que aumentou a restrição hídrica, com decréscimo a partir dos potenciais estimados de 0,0; -0,2; -0,4 e -0,6 MPa, respectivamente (Figura 1A e 1B). Também observou-se grande incidência de fungos quando as sementes de *S. spectabilis* foram expostas aos diferentes potenciais osmóticos, principalmente em -0,6 MPa, reduzindo sua viabilidade e vigor. De acordo com Bewley et al. (2013), hidratação da semente leva à liberação de solutos para o meio circundante, tais como açúcares, ácidos orgânicos, aminoácidos e vários íons, o que pode estimular o crescimento de patógenos, causando a deterioração das sementes.

A redução da germinação com o aumento da restrição hídrica é condizente com a literatura, uma vez que, o aumento da concentração do PEG no meio de germinação, inibe a absorção de água pelos tecidos, dificultando assim, o início da germinação (PELEGRINI et al, 2013). Embora o PEG não seja absorvido devido o seu alto peso molecular, as soluções preparadas com este composto podem ter uma viscosidade elevada, que aliada à baixa difusão

de O₂ pode comprometer a disponibilidade de oxigênio para o processo germinativo das sementes (BRACCINI et al., 1996; YOON et al., 1997).

A resposta ao estresse hídrico é variável de acordo com a espécie, agente e potencial osmótico e temperatura utilizada. Sendo assim, em outras espécies nativas da Caatinga, também foram observadas reduções na germinação com o aumento do estresse hídrico, como em sementes de *S. gardneriana*, em que houve limitação na formação de plântulas normais a partir de -0,5 MPa sob as temperaturas de 25 e 30 °C (OLIVEIRA et al., 2017). Já as sementes de *P. moniliformis* apresentaram redução na germinação, a partir de -0,6 MPa (AZERÊDO et al., 2016) nas mesmas temperaturas.

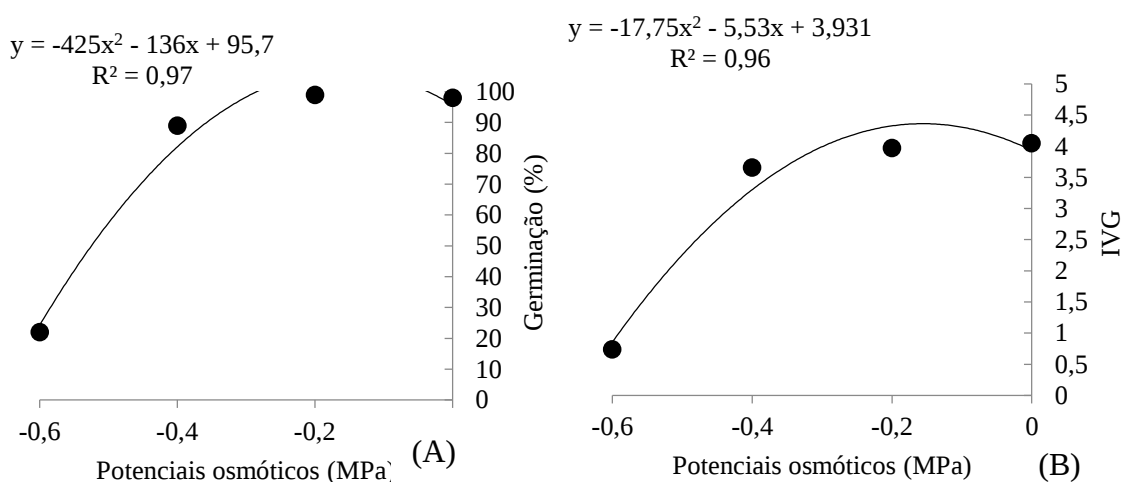


Figura 1. Germinação (A) e índice de velocidade de germinação (IVG) (B) de sementes de *Senna spectabilis* (DC) H. S. Irwin & Barneby, submetidas ao estresse hídrico. UFERSA, Mossoró, RN, 2017.

No tocante ao crescimento de plântulas, observa-se que comprimento da parte aérea, apresentou maior valor na testemunha à 30 °C, no entanto houve redução linear à medida que aumentou o estresse hídrico (Figura 2C). Já na temperatura de 25 °C, inicialmente apresentou menor comprimento na testemunha, porém observou-se incremento até -0,2 MPa, sendo que a partir daí houve redução com o aumento da restrição hídrica. A redução no comprimento da raiz também ocorreu em ambas às temperaturas com o aumento do estresse hídrico, no entanto, foi maior à 25 °C chegando a zero em -0,6 MPa, impossibilitando a avaliação (Figura 2D).

Em sementes de *Moringa oleifera* L., também observaram redução no crescimento de plântulas com o aumento da restrição hídrica, atribuindo a menor expansão celular e, consequentemente, decréscimo na turgescência celular, além da redução da velocidade dos

processos fisiológicos e bioquímicos e, com isso, as plântulas nas condições de baixa umidade apresentaram menor crescimento (RABBANI et al., 2012).

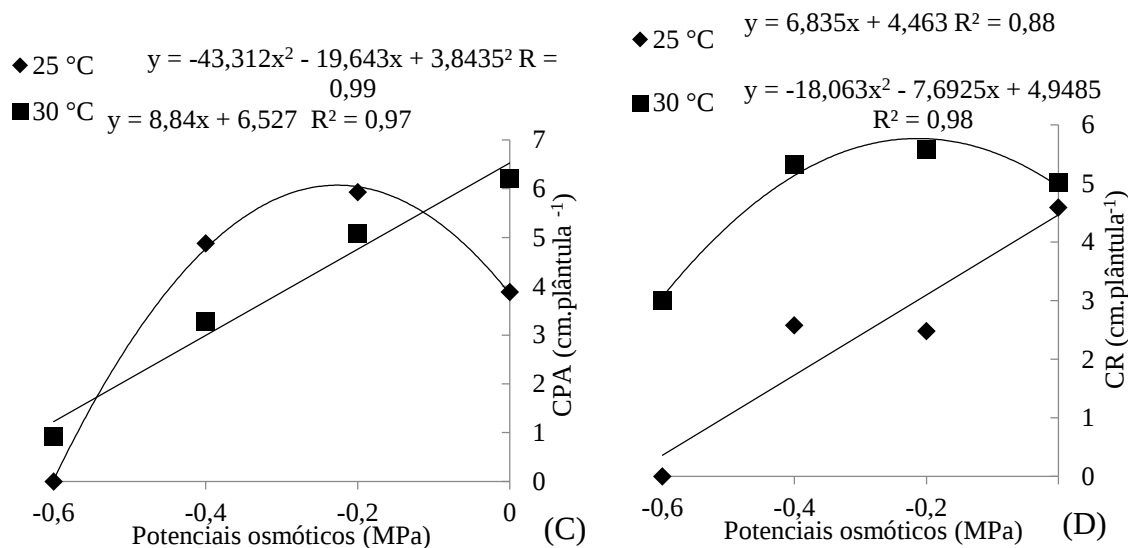


Figura 2. Comprimento da parte aérea (CPA) (A) e da raiz (CR) (B) provenientes de sementes de *Senna spectabilis* (DC) H. S. Irwin & Barneby, submetidas ao estresse hídrico. UFERSA, Mossoró, RN, 2017.

A massa seca da parte aérea e massa seca da raiz apresentaram comportamento diferentes em ambas as temperaturas. A massa seca da parte aérea teve comportamento quadrático em 30 °C e havendo redução linear à 25 °C com o aumento do estresse hídrico. Já na massa seca de raiz se teve uma redução linear em temperaturas de 30 °C e quadrática à 25 °C (Figuras 3A e 3B). Essa 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 et al., 2013).

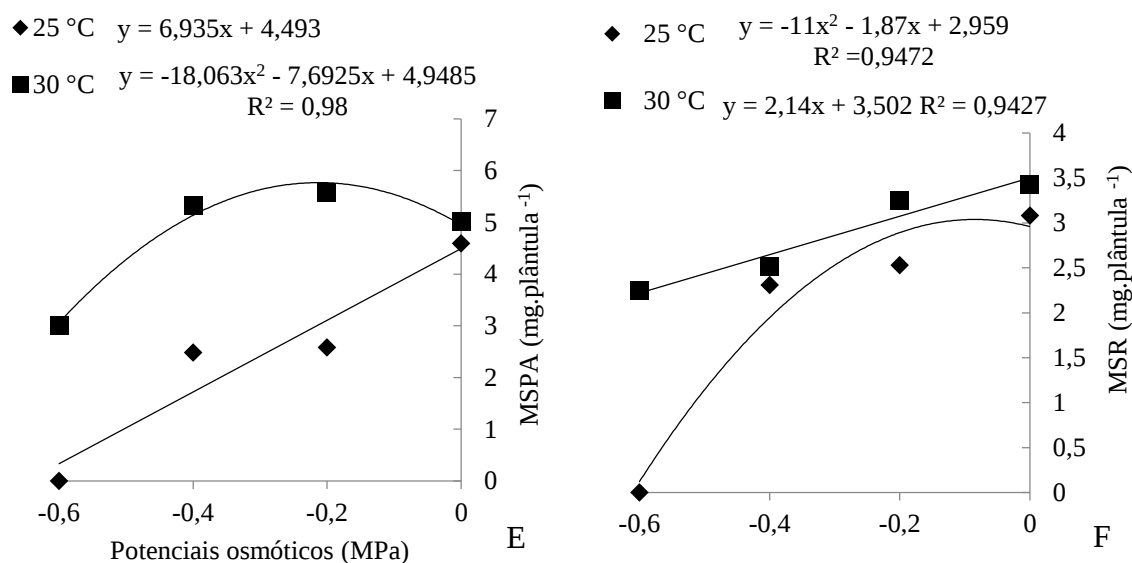


Figura 3. Massa seca da parte aérea (MSPA) (E) e da raiz (MSR) (F) provenientes de sementes de *Senna spectabilis* (DC) H. S. Irwin & Barneby, submetidas ao estresse hídrico. UFERSA, Mossoró, RN, 2017.

Nogueira et al. (2017) trabalhando com sementes de *M. ophthalmocentra* encontraram redução progressiva na massa seca de plântulas com a diminuição do potencial osmótico a partir de -0,4 MPa sob 25 e 30 °C. De forma semelhante, Almeida et al. (2014) constataram diminuição significativa na massa seca da parte aérea e da raiz de plântulas de *A. cearenses* também com a utilização do PEG.

Embora a *S. spectabilis* seja nativa da Caatinga, observou-se decréscimo na absorção de água pelas sementes, principalmente nos níveis mais baixos de potencial hídrico (-0,4 e -0,6 MPa), revelando significativa redução no desempenho germinativo e no crescimento de plântulas. Nesses casos, Almeida et al. (2014) recomendam estabelecer estratégias agronômicas favoráveis à propagação dessa espécie frente às condições hídricas necessárias para o seu desenvolvimento, levando em consideração o melhor estágio de formação das mudas com sistema radicular bem formada, capazes de superar o estresse hídrico por mais tempo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A germinação e o vigor de sementes de *S. spectabilis* são drasticamente comprometidos a partir de potenciais hídricos inferiores a -0,4 MPa, sendo o efeito do estresse hídrico menos intenso na temperatura de 30 °C.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. P. N.; PINHEIRO, C. L.; LESSA, B. F. T.; MELO, F.; MEDEIROS FILHO, S. Estresse hídrico e massa se sementes de na germinação e crescimento de plântulas de *Amburana cearenses* (Allemão) A. C. Smith. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 4, p. 777-787, 2014.
- ARAÚJO, F. S.; CORREIA, L. A. S.; SILVA, G. Z.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, G. S.; PCHECO, M. V. Escarificação química na superação da dormência física de sementes de *Senna spectabilis*. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 11, n. 2, p. 43-46, 2017.
- ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; FAGLIARI, J. R.; SANTOS, J. L. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 98-106, 2007.
- AZERÊDO, G. A.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V. Germinação de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. sob estresse hídrico. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 193-202, 2016.
- 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**, v.18, n. 1, p.10-16, 1996.
- BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy**. 3 ed. Springer, 2013, 392 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: MAPA/ ACS, 2013, 97 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395 p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Funep: Jaboticabal, 2012. 590 p.
- COIMBRA, R. A.; TOMAZ, C. A.; MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 92-97, 2007.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; VIANA, J. S.; GONÇALVES, E. P.; LIMA, C. R.; SANTOS, S. R. N. 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.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006, 531 p.

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

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 2. ed. Fortaleza: Printcolor Gráfica e Editora, 2012. 413 p. il.

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

MARAGHNI, M.; GORAI, M.; NEFFATI, M. Seed germination at different temperatures and water stress levels, and seedling emergence from different depths of *Ziziphus lotus*. **South African Journal of Botany**, Pretoria, v. 76 n. 3, p. 453–459, 2010.

MARAZZI, B., ENDRESS, P K. QUEIROZ, L.P. & CONTI, E. 2006. Phylogenetic relationships within *Senna* (Leguminosae, Cassiinae) based on three chloroplast DNA regions: patterns in the evolution of floral symmetry and extrafloral nectarines. **American Journal of Botany**, v. 93, p. 288-303, 2006.

MEDEIROS, D. S.; ALVES, E. U.; SENA, D. V. A.; SILVA, E. O.; ARAÚJO, L. R. Desempenho fisiológico de sementes de gergelim submetidas a estresse hídrico em diferentes temperaturas. **Ciências Agrárias**, v. 36, n. 5, p. 3069-3076, 2015.

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

MOREIRA, F. L.; PORTELLA, M. B. S.; MORAES, C. E.; MATHEUS, M. T. Germinação e vigor de sementes de angico-vermelho em condições de estresse hídrico. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 10, n. 18, p. 1845-1856, 2014.

NOGUEIRA, N. W.; TORRES, S. B.; FREITAS, R. M. O.; CASTRO, T. H. S.; SÁ, F. V. S. “Jurema-de-embira” seed germination under water stress and diferente temperatures. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 4, p. 244-248, 2017.

OLIVEIRA, F. N.; OLIVEIRA, J. R.; TORRES, S. B.; FREITAS, R. M.O.; NOGUEIRA, N. W. Germination and development of *Simira gardneriana* seedling. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 21, n. 5, p. 333-338, 2017.

PELEGRINI, L. L.; BORCIONI, E.; NOGUEIRA, A. C.; KOEHLER, H. S.; QUOIRINS, M. G. 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.

RABBANI, A. R. C.; MANN, R. S.; FERREIRA, R. A.; PESSOA, A. M. S.; BARROS, E. S.; MESQUITA, J. B. Restrição hídrica em sementes de moringa (*Moringa oleifera* L.). **Revista Científica UDO Agrícola**, v.12, p.201-207, 2012.

VIEGAS, JR. C., BOLZANI, V.S., FURLAN, M., BARREIRO, E.J., YOUNG, M.C.M., TOMAZELA, D. & EBERLIN, M.F. Further bioactive piperidine alkaloids from the flower and green fruits of *Cassia spectabilis*. **Journal of Natural Products**, v. 67, p. 809-910, 2004.

VILLELA, F. A.; FILHO, L. D.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietilenoglicol 6.000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 11-12, p. 957-1968, 1991.

YOON, B.Y.; LANG, H.J.; COOB, B.G. Priming with salt solutions improves germination of pansy seed at high temperatures. **HortScience**, v.32, n.2, p.248-250, 1997.