

Cenários de mudanças climáticas influenciando a germinação e vigor de sementes de *Mimosa tenuiflora* e *Cenostigma pyramidalis*

Maria do Carmo Learth Cunha ^[1], Thiago Costa Ferreira ^[2], Roberta Patrícia de Souza Silva ^[3]

[1] maria.learth@gmail.com. Universidade Federal de Campina Grande/ CTRS (Campus de Patos – PB).

[2] thiago.ferreira@insa.gov.br. Instituto Nacional do Semiárido/ Grupo de Agroecologia e Desertificação em Terras Secas.

[3] robertapatriciasousa1@gmail.com. Universidade Federal de Campina Grande/ CTRS (Campus de Patos –PB).

RESUMO

Mudanças climáticas ocorrentes no planeta podem causar problemas no comportamento fisiológico de sementes de plantas do bioma Caatinga. Assim sendo, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência de cenários referentes às mudanças climáticas na germinação e vigor de sementes de *Mimosa tenuiflora* e *Cenostigma pyramidalis*. Para tal, foram testados diferentes tratamentos de estresses físicos (combinações de temperaturas, umidades relativas, intensidades luminosas e estresses hídricos) em sementes de *M. tenuiflora* e *C. pyramidalis*. Foi utilizado vermiculita como substrato, acondicionada em caixas Gerbox, montadas em DIC, e avaliadas variáveis de germinação e vigor das sementes e plântulas. Os resultados obtidos foram analisados pela ANOVA e pelo teste de médias de Scott-Knott. A germinação e o vigor das sementes e plântulas de *M. tenuiflora* sofreram redução a partir da temperatura de 30°C. Sementes de *C. pyramidalis* germinaram apenas sob condições de temperatura alternada, ausência de estresse hídrico e não toleram temperaturas acima de 30°C. Mudanças climáticas podem afetar a germinação e vigor das espécies estudadas. Pesquisas com tal temática devem ser realizadas, a fim de se melhorar o manejo dessas espécies em relação aos efeitos das mudanças climáticas.

Palavras-chave: Tecnologia de Sementes. Semiárido. Catingueira. Jurema preta.

ABSTRACT

Climatic changes occurring on the planet can cause problems in the physiological behavior of plant seeds from the Caatinga biome. The objective of this research was to evaluate a reference scenario to climate changes in the germination and vigor of Mimosa tenuiflora and Cenostigma pyramidalis seeds. For this, different treatments of environmental stress (combinations of temperature, relative humidity, luminous intensities, and water stresses) were tested on seeds of M. tenuiflora and C. pyramidalis. Using Gerbox boxes with vermiculite substrate, the assays were assembled in CRD, and evaluated for variations related to germination and seed and seedlings vigor. The results obtained were obtained by ANOVA and by the Scott-Knott means test. The germination and vigor of M. tenuiflora seeds and seedlings were reduced after a temperature of 30°C. C. pyramidalis seeds germinated only under conditions of alternating temperature, absence of water stress and cannot tolerate temperatures above 30°C. Climatic changes can affect the germination and vigor of the studied species. Research with this theme must be carried out to improve the management of these species in relation to the effects of climate changes.

Keywords: Seed Technology. Semiarid. Catingueira. Jurema Preta.

1 Introdução

Mudanças climáticas acentuadas estão ocorrendo no planeta, na atualidade, com a ocorrência de temperaturas mais altas e diminuição da precipitação atmosférica (SILVA *et al.*, 2016). Projeções afirmam que, até meados de 2100, serão registrados aumentos na temperatura entre 3,5 a 4,5°C, com diminuição acentuada na distribuição de chuvas de cerca de 40 a 50%, o que torna a região semiárida como uma das mais vulneráveis às mudanças climáticas no mundo (AMBRIZZI; ARAÚJO, 2012). Para Gondim *et al.* (2010), os mecanismos de sobrevivência de muitas espécies vegetais estão ameaçados frente a tais mudanças climáticas.

Dentre os mecanismos fisiológicos dependentes do ambiente em áreas florestais, pode ser destacada a germinação de sementes, fator basilar quanto à perpetuação de espécies vegetais, em vários biomas, inclusive para o bioma Caatinga, sendo destacada como uma área sensível a tais mudanças (SILVA *et al.*, 2016). Maiores informações sobre as necessidades de estudos sobre o bioma Caatinga e suas particularidades podem ser encontradas nos escritos de Carvalho *et al.* (2011), Azevedo *et al.* (2012) e Silva *et al.* (2016).

As necessidades fisiológicas vegetais requerem gradientes de fatores como água, luz, temperatura e oxigênio em quantidades corretas, para que tal sistema fisiológico funcione em normalidade (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Perturbações abióticas devem ser estudadas, a fim de prevenir possíveis problemas ambientais (WALCK *et al.*, 2011), inclusive com as espécies *Mimosa tenuiflora* (Wild.) Poir e *Cenostigma pyramidales* (Tul.) Gagnon & G. P. Lewis, comumente encontradas na área do bioma Caatinga, pelos fatores destacados anteriormente. A seguir apresentamos informações mais específicas sobre estas espécies.

M. tenuiflora apresenta as seguintes características: decídua, arbustiva (5 a 7 m de altura), possui acúleos (AZEVEDO *et al.*, 2012), indicadora de sucessão secundária e de recuperação, por vezes a única espécie lenhosa no ambiente, perde densidade com o passar do tempo no processo de sucessão. Possui capacidade de rebrota durante todo o ano, produz lenha e carvão de boa qualidade (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Tem potencial regenerador de solos atingidos por erosão, além de ser fixadora de nitrogênio e de favorecer o aparecimento de espécies mais exigentes. Ainda apresenta resistência à seca, cresce em solos rasos, é uma das primeiras a se instalar em áreas

degradadas, com sistema radicular profundo, que auxilia na ocupação inicial (AZEVEDO *et al.*, 2012). Tal espécie é utilizada para a produção madeireira e energética (ARAÚJO *et al.*, 2004).

C. pyramidalis é espécie endêmica da Caatinga; apresenta crescimento rápido, rebrota com facilidade e é decídua (BARBOSA *et al.*, 2003). Tem porte médio (6 a 12 m de altura) e é indicada para as etapas iniciais de recomposição florestal em áreas degradadas (CARVALHO *et al.*, 2011). Possui potencial madeireiro, energético e forrageiro (LORENZI, 2009).

Com base nessas informações, o objetivo desse estudo foi avaliar a influência de cenários de mudanças climáticas na germinação e vigor de sementes e plântulas de *M. tenuiflora* e *C. pyramidalis*.

2 Material e métodos

2.1 Localidade das coletas e ensaios

O experimento foi realizado no laboratório de sementes da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, do Centro de Saúde e Tecnologia Rural, UFCG, Campus Patos, PB. As sementes de *M. tenuiflora* e *C. pyramidales* foram coletadas em mais de 10 matrizes na região de Patos-PB [7°C 03' 34" S e 37°C 12' 30" O, com clima BSh, segundo Koppen, quente e seco, precipitação média anual entre 200 e 800 mm e temperaturas médias de 29°C a 39°C (INPE, 2018; LUCENA *et al.*, 2015). Tais sementes foram beneficiadas (retirada de impurezas e afins), homogeneizadas, acondicionadas em recipientes plásticos e armazenadas em câmara de refrigeração (10,0±2) até o início do experimento.

2.2 Simulações de mudanças climáticas e experimentação

Para a realização dos experimentos foram utilizados cinquenta gramas de vermiculita, para preencher os recipientes tipo Gerbox, previamente autoclavados (BRASIL, 2009). O experimento foi instalado em Câmara de Estabilidade SOLAB, modelo SL-205 (150-600 litros), que permite o controle de temperatura, umidade relativa e intensidade luminosa.

As sementes de *M. tenuiflora* foram submetidas a tratamento de superação de dormência, por choque térmico, colocadas em água a 100°C, por dois minutos,

e, a seguir, em água gelada. Logo depois, as sementes foram desinfetadas em solução de hipoclorito de sódio diluído a 10% e, posteriormente, lavadas quatro vezes em água destilada (BRASIL, 2009).

A simulação do estresse hídrico ocorreu com a seguinte metodologia: foi primeiramente determinada a quantidade de água que conferia a máxima capacidade de campo do substrato (BRASIL, 2009), para o volume de 50 g, que foi de 100 ml de água destilada, considerada como 100% de água disponível e, a partir desta, simularam-se condições de estresse de 60% (60 ml), 50% (50 ml) e 40% (40 ml) de água disponível no substrato. Os tratamentos estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Condições testadas nos tratamentos para os parâmetros temperatura, umidade relativa, intensidade luminosa, estresse hídrico

Tratamento	Temperatura (°C) - T	Umidade Relativa (%) - UR	Intensidade luminosa (%) - IL	Estresse hídrico (EH- %)
T1	25 - 30	100	Fotoperíodo 12h	100
T2	30	60	70	100
T3	30	60	70	60
T4	30	60	70	50
T5	30	60	70	40
T6	35	45	80	100
T7	35	45	80	60
T8	35	45	80	50
T9	35	45	80	40
T10	40	30	100	100
T11	40	30	100	60
T12	40	30	100	50
T13	40	30	100	40

Fonte: Os autores.

2.3 Avaliações

Foi determinada a porcentagem de germinação (% Germinação), de sementes mortas (%Mortas), sementes duras (% Duras) e plântulas anormais (% Anormais). A determinação do número de sementes germinadas foi feita diariamente, durante 15 dias.

Foi calculado: 1) índice de velocidade de germinação (IVG) (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) tempo médio de germinação (TMG), calculado de

acordo com a fórmula $TMG = (\sum ni ti) / \sum ni$, em que: ni = número de sementes germinadas por dia, ti = tempo de incubação e i = 1, unidade: dias; 3) velocidade média de germinação (VMG) foi calculada pela fórmula $VMG = 1/t$, em que: t = tempo médio de germinação e Unidade: dias⁻¹(CARVALHO; CARVALHO, 2009). Considerou-se como germinada quando houvesse o surgimento do hipocótilo e consequente emergência dos cotilédones.

Também foram avaliadas as variáveis: massa seca da parte aérea (MSPA) e raiz (MSPR), em gramas, com pesagens realizadas após secagem em estufa a 70°C, até atingirem peso constante, em balança analítica (precisão 0,0001g).

2.4 Análise Estatística

Os experimentos foram montados em DIC, com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento, de acordo com Pádua *et al.* (2020). As espécies trabalhadas compuseram ensaios em separado. Os dados de porcentagem de Germinação, Sementes Mortas, Sementes Duras e Plântulas Anormais foram transformados em arco sen $(x/100)^{1/2}$. Os resultados foram analisados pela ANOVA (tratamentos) e as médias dos tratamentos comparadas por Scott-Knott, ambos para $p < 0,01$ e $p < 0,05$.

3 Resultados e discussão

3.1 *M. tenuiflora*

Foram constatadas diferenças estatísticas ($p < 0,01$) entre os tratamentos e médias (Skott-knot) para todas as variáveis referentes à germinação e vigor (Figura 1). Os tratamentos T2 (30°C, 100% EH, 60% UR, 70% IL) e T1 (25-30°C; 100 EH; 12h de fotoperíodo) apresentaram melhor desempenho em todos os parâmetros testados, com valores de germinação de 85% e 58%, de IVG de 6,5 e 6,3, o TMG 2,4 e 3,4 dias e o VMG 0,41 e 0,30 dias, respectivamente.

As sementes submetidas aos tratamentos T3, T4 e T5 receberam as mesmas condições de T2, exceto para EH (%): T3 (60), T4 (50), T5 (40); nestas pode ser observada a diminuição da porcentagem de germinação: T3 (24), T4 (19), T5 (17) e IVG em T3 (1,1), T4 (1,0), T5 (0,6); aumento no TMG (dias⁻¹): T3 (6,7), T4 (6,4), T5 (8,5) e redução da VMG (dias⁻¹): T3 (0,17), T4 (0,16) e T5 (0,13) (Figura 1).

A germinação não foi restrita em relação à testemunha (T - 30 °C, UR - 60% e IL -70%) (Figura 1).

Segundo Stefanello *et al.* (2006) e Perez *et al.* (2001), a restrição hídrica em um substrato reduz a germinação e vigor de sementes, fato este que pode explicar os resultados relatados.

O aumento da restrição hídrica em sementes, ocasionada por condicionadores osmóticos, diminui a germinação, conforme descrevem Oliveira *et al.* (2017), trabalhando com sementes de *Pereskia grandifolia* subsp. *Grandifolia*; para esses autores, independente da temperatura (25°C ou 30°C), houve aumento no TMG (100%) e redução no VMG, com potencial osmótico de -0,6 Mpa. Os mesmos resultados se veem nos estudos de Ferreira e colaboradores (2017), trabalhando com *Handroanthus spongiosus* com o potencial osmótico de -0,8 Mpa.

A maior média obtida para porcentagem de germinação, IVG, TMG e VMG em T2 está relacionada à interação positiva dos fatores temperatura (30°C), EH do substrato (100%), UR (60%) e IL de 70%, faixa de temperatura próxima ao ideal para as espécies florestais estudadas nesta pesquisa (CARVALHO *et al.*, 2011) (Figura 1). Virgens *et al.* (2012), trabalhando com *Myracrodruon urundeuva*, com a utilização das temperaturas de 20 e 30°C, obtiveram a germinação acima de 75%, IVG superior a 17,0 e TMG de cerca de 2,0 dias. A temperatura de 30°C favoreceu a germinação e vigor de *Amburana cearenses*, em vermiculita (Guedes *et al.*, 2010).

Observa-se que, à medida que as sementes são expostas a: temperaturas mais altas – de 35°C e 40°C –, UR mais baixas – 45% e 30% – e IL maiores – 80% e 100% –, nos tratamentos T6-T13, ocorre redução gradativa na porcentagem de germinação, IVG, TGM e VMG (Figura 1).

De acordo com os dados descritos por Benedito *et al.* (2012), quando trabalharam com *M. tenuiflora*, pode ser visto que o IVG diminuiu com a exposição a temperaturas entre 35°C (1,50) e 40°C (0,12) quando comparado a 25°C (6,98) e 30°C (5,58).

Observou-se que sementes de *M. tenuiflora* obtiveram maiores tempos médios de germinação com temperatura na faixa de 35°C a 40°C (7 dias), e os menores na faixa de 20°C a 30°C (3 dias). Sementes de *Myracrodruon urundeuva* germinadas na temperatura de 35°C (39%) responderam com menor IVG (3,4), quando comparadas com outras submetidas a tratamento à temperatura de 27°C (PACHECO *et al.*, 2006).

Perdas na germinação e vigor de sementes podem ocorrer pela mudança de velocidade de absorção de

água e ocorrência de reações químicas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2009), o que pode explicar os resultados de baixos IVG nos tratamentos em condições de alta temperatura: T6-T9 (35°C) e T10-T13 (40°C), levando à diminuição do IVG com o aumento da temperatura (>30°C) (Figura 1).

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,01$) para o parâmetro porcentagem de sementes Mortas, Duras e Anormais. Para o parâmetro % Mortas, o tratamento T2 obteve menor média dentre os demais (11%), e, nos tratamentos T10-T13, pode ser observado um percentual de mais de 45% (Figura 1).

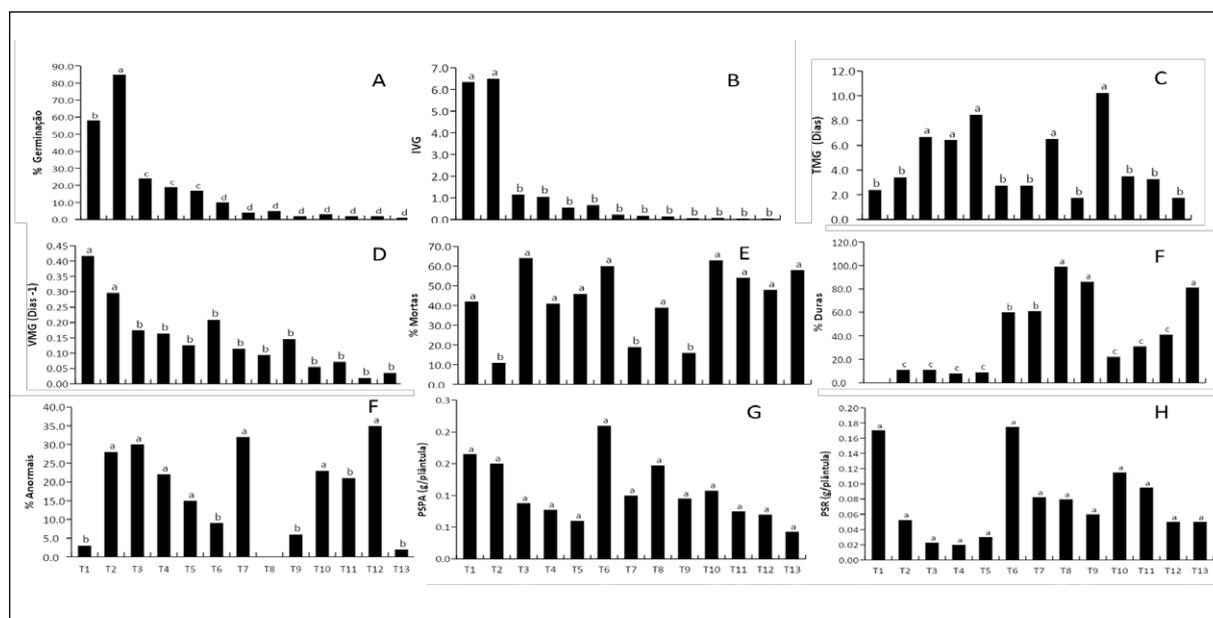
Esse comportamento corrobora a perda de poder germinativo de sementes de *Myracrodruon urundeuva* na temperatura de 40°C (SILVA *et al.*, 2002). Neste estudo, sementes expostas a 100% de EH (T10) apresentaram mortalidade de 63%, e tratamentos com estresse hídrico, como T7 (60% EH) e T9 (40% EH), apresentaram 19% e 17% de média de mortalidade, respectivamente, ambos a 35°C. Sob temperatura constante de 40°C, a germinação foi nula.

Para o parâmetro % Duras, a maior média contatada foi T9 (75%). Nos Tratamentos T1, T2, as sementes duras foram nulas; em T3, houve apenas 3%. Houve poucas sementes duras em T10-T13, pois, nestes tratamentos, pode ser verificada grande mortalidade. Avrella *et al.* (2017) descrevem que, em sementes de *Mimosa scabrella*, com tratamento para superação de dormência com água (90°C), a germinação sob estresse hídrico foi nula, em comparação à ausência de estresse, com 96,5%.

Os resultados para plântulas anormais apontam o Tratamento T7 com a maior média – 46%. Neste tratamento, apesar da capacidade de campo do substrato ter sido de 60% e temperatura de 35°C, pode ter havido absorção de água, mas não o suficiente para completar o desenvolvimento normal da plântula.

Em relação ao Peso Seco de Parte Aérea (PSPA) e Peso Seco de Raiz (PSR), não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) (Figuras 4A e 4B). Nascimento *et al.* (2011), trabalhando com sementes de *Hymenaea courbaril* com diferentes EH, descrevem que houve redução significativa das massas pelo aumento do estresse hídrico, na espécie.

Figura 1 – Teste de médias (Scott-Knott) para as variáveis: porcentagem de germinação (% Germinação - A), de sementes mortas (% Mortas - E), sementes duras (% Duras - F) e plântulas anormais (% Anormais - G); índice de velocidade de germinação (IVG - B), tempo médio de germinação (TMG - C), velocidade média de germinação (VMG - D), massa seca da parte aérea (MSPA - G) e raiz (MSPR- H) para sementes e plântulas de *M. tenuiflora* em diferentes cenários de mudanças climáticas: T1 (T 25-30°C, UR: 100%, IL: 12 horas e EH: 100%); T2 (T: 30°C, UR: 60%, IL: 70% e EH: 100%); T3 (T: 30°C, UR: 60%, IL: 70% e EH: 60%); T4 (T: 30°C, UR: 60%, IL: 70% e EH: 50%); T5 (T: 30°C, UR: 60%, IL: 70% e EH: 40%); T6 (T: 35°C, UR: 45%, IL: 80% e EH: 100%); T7 (T: 35°C, UR: 45%, IL: 80% e EH: 60%); T8 (T: 35°C, UR: 45%, IL: 80% e EH: 50%); T9 (T: 35°C, UR: 45%, IL: 80% e EH: 40%); T10 (T: 40°C, UR: 30%, IL: 100% e EH: 100%); T11 (T: 40°C, UR: 30%, IL: 100% e EH: 60%) e T12 (T: 40°C, UR: 30%, IL: 100% e EH: 50%).



As letras diferentes diferem entre si os grupos para cada variável em separado. Legenda: T – temperatura, UR – unidade relativa, IL – Intensidade luminosa e EH– estresse hídrico.

Fonte: Os autores.

3.2 *C.pyramidalis*

Por meio da análise estatística, podem-se visualizar diferenças significativas entre os tratamentos ($p < 0,001$) para as variáveis germinação e vigor (Figura 2). O tratamento T1 (25-30°C; 100% de EH, 12h de fotoperíodo) apresentou melhor desempenho nos parâmetros: % Germinação (59) e IVG (1,9). No tratamento T2, pode ser observado o TMG (6,0 dias) e VMG (0,18 dias⁻¹) maiores que o tratamento T1 (Figura 2). A germinação foi severamente afetada pelas temperaturas constantes (30°C, 40°C e 45°C), em todos os tratamentos empregadas. Lima *et al.* (2011), em pesquisa com *C. pyramidalis*, também constataram que, em temperatura alternada de 20°C

e 30°C, ocorreram as melhores porcentagens de germinação (62%) quando comparadas a tratamentos com submissão a temperaturas constantes 25°C (50%), 30°C (50%), 35°C (42%), em vermiculita (Figura 2).

O IVG no tratamento T1 (1,9) foi semelhante ao percentual de Germinação, com os maiores resultados dentre os demais (Figura 2). Para o parâmetro TMG, os tratamentos T4 (30°C, 50% EH) e T6 (35°C; 100% EH) apresentaram os menores tempos médios com 3 e 1,5 dias, respectivamente. O TMG foi menor nos tratamentos de temperaturas constantes T2-T5 (30°C) e T10 (35°C) (Figura 2).

Em relação ao VMG, o tratamento T2 demonstrou a maior média (0,18 dias⁻¹). Observa-se que as temperaturas constantes favoreceram tanto o

tempo médio de germinação quanto a velocidade de germinação quando comparado ao T1, em temperatura alternada (25°C-30°C). (Figura 2).

Por meio dos resultados, percebe-se que a temperatura alternada e sem estresse hídrico favorece a germinação das sementes de *C. pyramidalis* (Figura 2). Lima *et al.* (2011), em estudo desenvolvido com esta espécie, obtiveram maiores médias de germinação em temperaturas alternadas de 20°C-30°C e 30°C-35°C como também IVG (com maiores médias Figura 1) quando comparado o tratamento à temperatura constante de 35°C.

Respostas negativas para temperaturas superiores a 30°C são comuns em espécies florestais (ATAÍDE *et al.*, 2016).

Para os parâmetros % Mortas, % Duras e % Anormais, houve diferença entre os tratamentos ($p < 0,01$). À exceção de T1, com germinação de 59%, todos os outros tratamentos tiveram baixa germinação. Com sementes incubadas na temperatura de 30°C, observa-se que estas que não germinaram, morreram em sua maioria.

Na temperatura de 35°C, o comportamento foi diferente, pois a porcentagem de mortalidade diminuiu e as sementes não germinadas foram classificadas como duras, com efeito do estresse hídrico, logo aumentando a porcentagem desse tipo de sementes (Figura 2).

Sob maior estresse térmico (45°C), a mortalidade volta a aumentar (em relação ao tratamento feito sob temperatura de 30°C), inversamente proporcional ao estresse hídrico, enquanto a porcentagem de sementes duras aumenta de forma direta com este fator. Provavelmente a pouca disponibilidade de água juntamente com a temperatura elevada não favoreceram a entrada de água nas sementes (Figura 2). A temperatura regula os processos de velocidade de germinação e absorção de água no processo germinativo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

As temperaturas constantes testadas (30°C, 35°C e 40°C) afetaram a maioria dos tratamentos, independentemente da condição hídrica, com alta porcentagem de plântulas anormais (Figura 2). Temperaturas elevadas ou baixas prejudicam a germinação de algumas espécies (MARCOS FILHO, 2005). *Mimosa caesalpiniiifolia*, sob estresse térmico (40°C), teve a germinação e IVG reduzidos para 33% e 2,6, respectivamente (HOLANDA *et al.*, 2015).

Houve diferença significativa entre os tratamentos para o parâmetro Peso Secos de Parte Aérea (PSPA) e Peso Seco de Raiz (PSR) ($p < 0,01$) (Figuras 8A, 8B). O melhor resultado de Peso Seco de Parte Aérea foi obtido em temperaturas alternadas (25°C-30°C), com 100% EH, já que foi o tratamento com maior porcentagem de germinação. Já os demais tratamentos foram afetados pelas temperaturas constantes e, gradativamente, promoveram a diminuição da fitomassa, sendo esta fitomassa destacada nos tratamentos com maiores temperaturas (Figura 2).

Para o Peso Seco de Raiz, as maiores médias foram obtidas em T1, T2, T10, com 100% EH de campo, não diferindo estatisticamente de T5 40% EH.

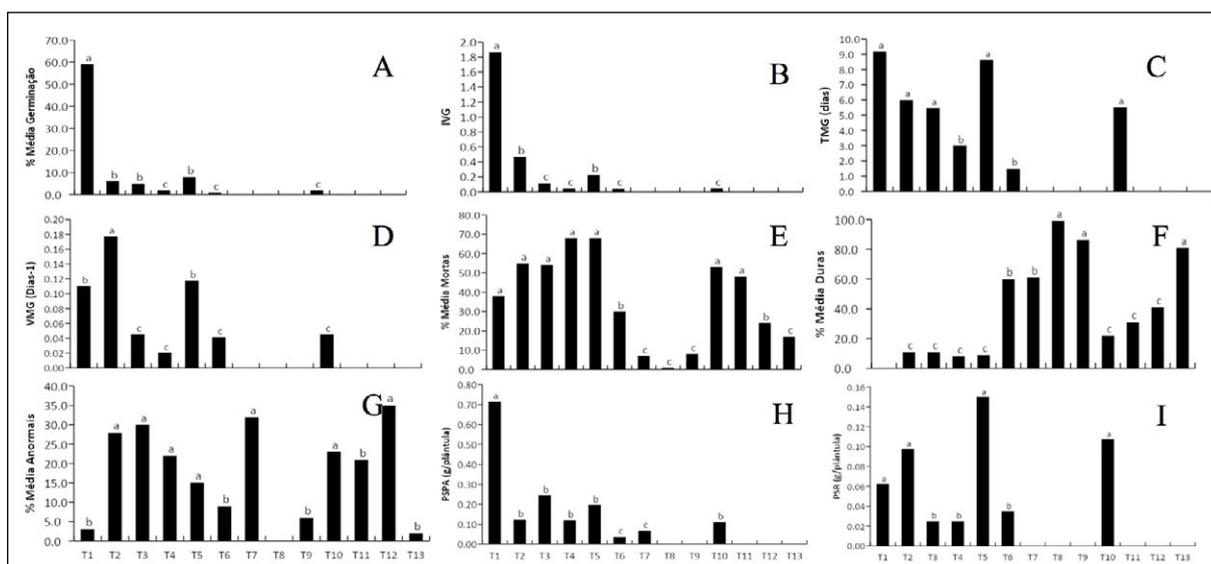
Comportamento parecido foi observado por Alves *et al.* (2016) com a espécie *Platymiscium floribundum*. Os pesquisadores obtiveram maior Peso Seco de Parte Aérea sob temperaturas alternadas 20°C-30°C (0,0227 g/plântula⁻¹) e luz branca.

A germinação e o IVG da espécie *C. pyramidalis* foram reduzidos de forma gradativa, mesmo em condições em que houve maior germinação T2 (85%) (30°C, 60% umidade relativa, 70% luminosidade) pela influência do estresse hídrico aplicado nos demais tratamentos (T3, T4, T5) (Figura 2).

À medida que as sementes são expostas ao estresse térmico e baixa umidade relativa, a porcentagem da germinação decai, assim como o IVG e o VMG, de forma drástica, o que demonstra que a germinação da espécie tem faixa ótima em 30°C – sem restrições hídricas – e faixa crítica a partir de 35°C, independentemente de estresse (Figura 2).

A germinação, IVG, VMG, de *C. pyramidalis*, obteve maior porcentagem de germinação apenas no tratamento T1 (25°C-30°C), 100% EH. Já os demais tratamentos foram severamente afetados com a exposição às temperaturas constantes testadas (30°C, 35°C e 40°C), independentemente da capacidade de campo, o que mostra que a germinação desta espécie é severamente afetada em temperaturas constantes, a partir da faixa de 30°C, e que a interação de estresse térmico (35°C e 40°C) e hídrico (60%, 50%, 40%) anula a germinação dessa espécie (Figura 2).

Figura 2 – Teste de médias (Scott-Knott) para as variáveis: porcentagem de germinação (% Germinação - A), de sementes mortas (% Mortas - E), sementes duras (% Duras - F) e plântulas anormais (% Anormais - G); índice de velocidade de germinação (IVG - B), tempo médio de germinação (TMG - C), velocidade média de germinação (VMG - D), massa seca da parte aérea (MSPA - G) e raiz (MSPR- H); para sementes e plântulas de *C. pyramidalis* em diferentes cenários de mudanças climáticas: T1 (T 25-30°C, UR: 100%, IL: 12 horas e EH: 100%); T2 (T: 30°C, UR: 60%, IL: 70% e EH: 100%); T3 (T: 30°C, UR: 60%, IL: 70% e EH: 60%); T4 (T: 30°C, UR: 60%, IL: 70% e EH: 50%); T5 (T: 30°C, UR: 60%, IL: 70% e EH: 40%); T6 (T: 35°C, UR: 45%, IL: 80% e EH: 100%); T7 (T: 35°C, UR: 45%, IL: 80% e EH: 60%); T8 (T: 35°C, UR: 45%, IL: 80% e EH: 50%); T9 (T: 35°C, UR: 45%, IL: 80% e EH: 40%); T10 (T: 40°C, UR: 30%, IL: 100% e EH: 100%); T11 (T: 40°C, UR: 30%, IL: 100% e EH: 60%) e T12 (T: 40°C, UR: 30%, IL: 100% e EH: 50%)



As letras diferentes diferem entre si os grupos para cada variável em separado. Legenda: T – temperatura, UR – unidade relativa, IL – Intensidade luminosa e EH– estresse hídrico.

Fonte: Os autores.

4 Conclusões

A germinação, IVG e VMG de *Mimosa tenuiflora* foram afetados pelo estresse hídrico, pois, mesmo em condições consideradas favoráveis à sua germinação (30°C, 60% umidade relativa), houve redução considerável em todos os parâmetros. A interação do estresse térmico e hídrico reduziu gradativamente a germinação à medida que tal interação se tornava mais severa.

A germinação, IVG e VMG de *Cenostigma pyramidalis* foram reduzidos pelas temperaturas constantes, independente do estresse hídrico, e, à medida que foi exposta a estresses térmicos mais severos (35°C e 40°C), aliado ao estresse hídrico, a germinação foi nula. Enfim, embora se tenha constatado que as mudanças climáticas de aumento de temperatura e consequente escassez de chuvas poderão afetar a germinação de ambas as espécies,

a *C. pyramidalis* mostrou-se ainda menos tolerante à ação dos fatores estudados do que a *Mimosa tenuiflora*.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. M.; ALVES, E. U.; LIMA, M. L. S.; RODRIGUES, C. M.; SILVA, B. F. Germinação de Sementes de *Platymiscium floribundum* vog. (Fabaceae) sob a Influência da Luz e Temperaturas. *Ciência Florestal*, v. 26, n. 3., 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/24225/14178>. Acesso em: 08 jan. 2020.
- AMBRIZZI, T.; ARAÚJO, M. Sumário Executivo do Volume 1 - Base Científica das Mudanças Climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 para o 1º Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas**. Rio de Janeiro, 34 p. 2012.

- ARAÚJO, L. V. C.; LEITES, J. B. Estimativas de Produção de Biomassa de um povoamento de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. Com cinco anos de idade. **Revista Biomassa e Energia**, v. 1, p. 347 – 352, 2004.
- AVRELLA, E. D.; BARATTO, B.; LUEHHESE, J. R.; NAVROSKI, M. C.; FIOR, C. S. Estresse hídrico e salinidade na germinação de sementes de *Mimosa scabrella* Benth. **Revista Espacios**, v. 38 (Nº C 47), p. 24, 2017.
- AZEVÊDO, S. M. A.; BAKKE, I. A.; BAKKE, O. A. B.; FREIRE, L. O. Crescimento de Plântulas de Jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Wild) Poiret) em Solos de Áreas Degradadas da Caatinga. **Engenharia Ambiental**– Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n. 3, p. 150 – 160, jul/set. 2012.
- BARBOSA, D. C. A.; BARBOSA, M. C. A.; LIMA, L. C. M. Fenologia de Espécies Lenhosas da Caatinga. In: Leal, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Org.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**, p. 657 – 693, 2003.
- BRASIL. **Regra de Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF, 2009.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. FUNEP: Jaboticabal, 590 p. 2012.
- CARVALHO, E. C. D.; SOUZA, B. C.; TROVÃO, D. M. B. M. Ecological succession in two remanants of the Caatinga in the semi-arid tropics of Brazil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 10, p. 13 – 9, 2011.
- CARVALHO, D. B.; CARVALHO, R. I. N. Qualidade fisiológica de sementes de guanxuma em influência do envelhecimento acelerado e da luz. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 3, p. 489 – 94, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asagr/v31n3/a18v31n3.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2020.
- FERREIRA, J. V. A.; MEIADO, M. V.; FILHO, J. A. S. Efeito dos Estresses Hídrico, Salino e Térmico na Germinação de Sementes de *Handroanthus spongiosus* (RIZZINI) S. Grose (Bignoniaceae). **Gaia Scientia** v. 11 (4): 57 – 64, 2017. Disponível em: <https://www.periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/35470/19179>. Acesso em: 08 jan. 2020.
- GONDIM, T. M. DE S.; CAVALCANTE, L. F.; BELTRÃO, N. E. DE M. Aquecimento global: salinidade e consequências no Comportamento vegetal. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 37 –54. 2010. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/862856/1/RBOF143754.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2020.
- GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, F. E.; JÚNIOR, J. M. B.; 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. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v34n1/v34n1a07>. Acesso em: 08 jan. 2020.
- HOLANDA, A. E. R.; FILHO, S. M.; SAMPAIO DIOGO, I. J. Influência da Luz e da Temperatura na Germinação de Sementes de Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.- Fabaceae). **Gaia Scientia**, v. 9(1), p. 22 –27. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/18535/13191>. Acesso em: 08 jan. 2020.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações**. Disponível em: <http://www.inpe.br/>. Acesso em: 13 jan. 2018.
- LIMA, C. R.; PACHECO, M. V.; BRUNO, R. L. A.; FERRARI, C. S.; JÚNIOR, J. M. B.; BEZERRA, A. K. D. Temperaturas e Substratos na Germinação de Sementes de *Caesalpinia pyramidalis* TUL. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 33, n. 2, p. 216 – 222, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v33n2/03.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2020.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, vol. 3. Instituto Plantarum, 348 p., Nova Odessa, SP: 2009.
- LUCENA, J. N.; SOUTO, P. C.; ZEA-CAMAÑO, J. D.; SOUTO, J. S.; SOUTO, L. S. Arborização em canteiros centrais na cidade de Patos, Paraíba. **Revista Verde**, 10(4): 20 – 26. 2015.
- 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. Disponível em : <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>. Acesso em: 08 jan. 2020.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. Piracicaba:FEALQ, 2005. 495p.
- NASCIMENTO, H. H. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; SILVA, E. C.; SILVA, A. Análise do Crescimento de Mudanças de Jatobá (*Hymenaea courbaril*L.) em Diferentes Níveis de Água no Solo. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, Edição Especial, p. 617 – 26,

2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v35n3s1/05.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2020.

OLIVEIRA, D. M.; LIMA, A. T.; ROCHA, E. A.; MEIADO, M. V. O aumento da temperatura reduz a tolerância ao estresse hídrico na germinação de sementes de *Pereskia grandifolia* Haw. subsp. *grandifolia* (Cactaceae). **Gaia Scientia**. Volume 11(4), p. 26 – 36, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/gaia/article/view/35466/19174>. Acesso em: 08 jan. 2020.

OLIVEIRA, E.; VITAL, B. R.; PIMENTA, A. S.; DELLA LUCIA, R. M.; LADEIRA, A. M. M.; CARNEIRO, A. C. O. Estrutura anatômica da madeira e qualidade do carvão de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.311 – 318, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v30n2/a18v30n2.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2020.

PÁDUA, G. V. G.; DEMARTELAERE, M. L. S. M.; SILVA, J. M.; RODRIGUES, M. H. B. S. R.; PRESTON, H. A. F.; MEDEIROS, D.C.; FERREIRA, A. S. F.; SILVA, T. B. M.; SILVA, R. M. Influência do extrato de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir sobre a qualidade fisiológica em sementes de *Mimosa caesalpinifolia* (Benth). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 90475 – 90488, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n11-454>. Acesso em: 08 jan. 2020.

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, v. 30, n. 3, p. 359 – 367, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v30n3/a06v30n3>. Acesso em: 08 jan. 2020.

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. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/brag/v60n3/a02v60n3.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2020.

SILVA, M. F. A; SANTOS, N. S; SANTOS, C. E. L; WHITE, B. L. A. Avaliação da Temperatura do Solo, Temperatura do Ar e Umidade Relativa do Ar em uma Clareira de Mata Atlântica no Município de São Cristóvão, Sergipe, Brasil. **Agroforestalis News**, Aracaju, v.1, n.1, set, 2016. Disponível em: <file:///D:/Documents/ARTIGOS%20COM%20THIAGO/5343-15772-7-PB.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2020.

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

–697, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v26n6/a06v26n6.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2020.

STEFANELLO, R.; GARCIA, D. C.; MENEZES, N. D.; MUNIZ, M. F. B.; WRASSE, C. F. Efeito da luz, temperatura e estresse hídrico no potencial fisiológico de sementes de funcho. **Revista Brasileira de Sementes**, 28(2), p. 135 – 141. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v28n2/a18v28n2.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2020.

VIRGENS, I. O.; CASTRO, R. D.; FERNANDEZ, L. G.; PELACANI, C. R. Comportamento fisiológico de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae) submetidas a fatores abióticos. **Ciência Florestal**, v.22, n.4, p.681 – 692, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/7550/pdf>. Acesso em: 08 jan. 2020.

WALCK, J. L.; HIDAYATI, S. N.; DIXON, K. W.; THOMPSON, K.; POSCHLOD, P.. Climate change and plant regeneration from seed. **Global Change Biology**, v. 17, n. 6, p. 2145-2161. 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/229895482_Climate_change_and_plant_regeneration_from_seed. Acesso em: 08 jan. 2020.