

Germinação de sementes da Caatinga em um clima futuro

Bárbara França Dantas

Introdução

De todos os ambientes do Brasil, a região semiárida, que abriga o Bioma Caatinga, é aquela com maior vulnerabilidade às mudanças climáticas, tanto no ecológico, quanto no aspecto agrícola e social, devido aos potenciais impactos negativos nos recursos hídricos, degradação ambiental e agricultura de sequeiro (Angelotti et al., 2011).

Como resultado das mudanças climáticas, as espécies estão sendo cada vez mais expostas a fatores de estresse abióticos, como alta ou baixa temperatura, seca e salinidade (Seal, 2012), que já alteraram a distribuição de espécies em todo o mundo (Thuiller *et al.*, 2005). A vulnerabilidade de uma espécie a fatores de estresses abióticos não é apenas uma função da severidade e duração do estresse (Kranter *et al.*, 2010), mas também uma função da adaptação genética ao estresse e do fenótipo que pode ser expresso de forma diferente sob diferentes condições ambientais (Seal, 2012).

As espécies da Caatinga são conhecidas por sua adaptação às condições ambientais extremas desde sua germinação até a formação da próxima geração de sementes. Este texto tem o objetivo de descrever, a partir de dados da literatura e de experimentos em andamento, a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial das mudas de espécies da Caatinga aos estresses ambientais e inferir, por meio de modelagens, as respostas destas às condições previstas em cenários pessimistas de mudanças climáticas.

Clima da Caatinga

O clima é uma das características mais importantes do Semiárido brasileiro, principalmente devido às ocorrências de secas estacionais e periódicas, coincidindo com altas temperaturas. Quando comparada com outras formações brasileiras, a Caatinga tem muitas características climáticas extremas, como maior radiação solar ($23,15 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$), baixa nebulosidade (5/10), maior temperatura média anual ($27 \text{ }^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar baixa (48,8%),

alta evapotranspiração potencial ($2.000 \text{ milímetros ano}^{-1}$) e, acima de tudo, baixos níveis de precipitação pluviométrica associada à sua má distribuição (Moura *et al.*, 2015). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Bsh, quente e semiárido. As principais características deste ambiente natural é uma estação chuvosa curta e irregular (novembro a fevereiro) e estação seca com alta radiação solar incidente que provoca altas temperaturas diurnas e déficit hídrico (Teixeira, 2010).

Devido a estas características ambientais, espécies de plantas que habitam a Caatinga exibem várias adaptações à seca e outros estresses abióticos para a colonização bem-sucedida do bioma (Fernandes-Júnior *et al.*, 2015). Além disso, para germinar e se estabelecer em ecossistemas como a Caatinga, são necessárias várias estratégias relacionadas à produção, dispersão, características morfofisiológicas das sementes, bem como tolerância a uma ampla faixa de condições ambientais extremas durante a germinação e estabelecimento de plântulas (Meiado *et al.*, 2012).

Os modelos climáticos regionalizados para a Caatinga, baseados no Quarto Relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC AR5), preveem aumento de temperatura de até $4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e cenários de secas e eventos extremos de chuva em grandes áreas do Nordeste, com redução de até 35% no volume de precipitação (IPCC, 2013). Isso, acompanhado do alto índice de evaporação, afetará o nível dos açudes e maior salinização do solo e de poços (Gondim *et al.*, 2010) e acarretará em maior estresse térmico, hídrico e salino nas plantas desse bioma (Marengo, 2014).

Estresses abióticos potencializados pelas mudanças climáticas e a germinação de sementes da Caatinga

Dentre as 4880 espécies de angiospermas da Caatinga, pouco mais de 200 estudos em sementes de apenas 353 espécies foram publicados (artigos científicos e técnicos, capítulos de livros; monografias, dissertações e teses) desde a década de sessenta (Meiado *et al.*, 2012; Passos; Cruz, 2015). Entre esses trabalhos, foram estudadas apenas 108 espécies quanto às respostas germinativas a fatores abióticos (água, luz, temperatura, salinidade e tipo de substrato).

Baixa disponibilidade hídrica

Muitas espécies da Caatinga, sendo várias representantes da família Fabaceae, germinam mesmo em condições de baixa disponibilidade de água, mostrando alta tolerância ao estresse hídrico ou osmótico durante as fases iniciais de desenvolvimento.

Sementes de *Schinopsis brasiliensis* (Engl.) (Silva et al., 2009), *Bauhinia cheilantha* (Bong) Stand (Oliveira et al., 2014a), *Mimosa verrucosa* Benth. (Silva, 2011), *Poecyanella pyramidalis* Tul. (Lopes et al., 2008; Dantas et al., 2009), *Erythrina velutina* (Willd.) (Reis et al., 2012), entre outras espécies arbóreas da Caatinga, submetidas ao estresse hídrico, demonstraram grande variação na tolerância, sendo que os potenciais osmóticos limite variam de -0,2 até -1,0 MPa.

Entre as sementes tolerantes à restrição hídrica, está *Zephyranthes sylvatica* (Mart.) Baker (Amarilidaceae), que apresenta comportamento bastante interessante em relação à germinação em elevados potenciais osmóticos. Até o potencial osmótico de -0,8 MPa a germinação dessas sementes é igual ou maior que em água destilada e não foi obtido o limite mínimo para germinação (Silva et al., 2014).

Curiosamente, uma das espécies mais emblemáticas e comuns na paisagem da Caatinga e conhecida por sua tolerância à seca, *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), possui sementes sensíveis à restrição hídrica apresentando baixa porcentagem de sementes germinadas (20%) em -0,3 MPa (Lima; Torres, 2009).

Nos vários trabalhos descrevendo a resposta de sementes da Caatinga existentes na literatura, o potencial osmótico -0,8 MPa parece ser um limite entre as sementes tolerantes (que germinam bem nessa condição) e moderadamente tolerantes e sensíveis (que não germinam nessa condição).

Temperaturas extremas

As altas temperaturas durante a maturação das sementes podem reduzir a dormência de algumas sementes (Zhang et al., 2017) e induzem termotolerância em outras espécies (Sung et al., 1998). Assim, devido ao local de desenvolvimento e maturação, as sementes da Caatinga são naturalmente tolerantes às altas temperaturas a que são submetidas. Espécies da Caatinga, de diversas famílias, possuem temperatura ótima de germinação entre 30 e 35 °C (Meiado, 2012; Oliveira et al., 2014b), indicando que essas espécies germinam em temperaturas pouco toleradas por espécies de florestas úmidas (Meiado et al., 2012).

Para outras espécies ou diferentes lotes, essas temperaturas não são ideais, no entanto, não afetam muito a germinação de suas sementes, como observado em *P. pyramidalis* (Lima et al., 2006). Sementes de *Myracrodruon urundeuva* (Fr. All.) e *Amburana cearensis* (All.) apresentam mais de 60% de plântulas normais em 35 °C. Esta temperatura, no entanto, reduz a germinação de *S. brasiliensis* a menos de 20% de plântulas normais e é limitante para sementes de *S. obtusifolium* (Roem & Schult.) (Oliveira et al., 2014b).

Embora as condições edafoclimáticas da região em que as sementes se desenvolvem sejam um fator essencial para a aquisição de termotolerância (Sung et al., 1998), esta condição não garante a qualidade e a germinação máxima para todas as espécies daquele meio (Gomes et al., 2017).

Salinidade

Um substrato com concentrações consideráveis de sais em água apresentará solução com potencial osmótico mais negativo do que o potencial osmótico interno da semente, tornando a água indisponível para a semente, impossibilitando ou até mesmo impedindo o processo de embebição. Além disso, o incremento na concentração salina produz um aumento na porcentagem de plântulas anormais, em decorrência da ação tóxica dos sais sobre as sementes. O crescimento e a sobrevivência das plantas a condições de alta salinidade dependem da adaptação a baixos potenciais hídricos e altas concentrações de sódio (Cabot et al., 2014).

Algumas pesquisas simulando o efeito do estresse salino na germinação e no vigor de sementes de espécies florestais têm sido desenvolvidas, por exemplo, com *Z. joazeiro* (Lima; Torres, 2009), *M. urundeuva*, *M. verrucosa*, *P. pyramidalis*, *Anadenanthera colubrina* (Benth.) Brenan, *Aspidosperma pyrifolium* (Mart.) e *Erythrina velutina* (Willd.) (Dantas; Ramos, 2012) e *B. cheilantha* (Matias et al., 2011; Oliveira, 2015), entre outras.

Com exceção das sementes de *M. urundeuva*, a maioria das sementes da Caatinga é altamente tolerante à salinidade, apresenta alta germinação em condutividades elétricas acima de 10 dSm^{-1} , semelhante a espécies halófitas (tolerantes a sais), como a *Salicornia brachiata* Roxb. (Rathore et al., 2016) e *Atriplex* sp. (Nedjimi, 2014).

Germinação de espécies florestais da Caatinga em cenários climáticos futuros

Embora as sementes das espécies da Caatinga tenham demonstrado alta tolerância aos estresses abióticos, em poucas se conhece os limites a partir dos quais as sementes param de germinar e nem a diferença entre diferentes acessos e/ou populações dentro e fora do Bioma Caatinga quanto a esses limites de tolerância. Além disso, não se têm informações sobre como essas sementes responderão às mudanças climáticas previstas pelo IPCC para a região. Assim, com o intuito de se prever a germinação em clima futuro, foram obtidos os limites térmico, hídrico e salino de seis espécies arbóreo-arbustivas da Caatinga (*M. urundeuva*, *P. pyramidalis*, *P. microphylla*, *A. colubrina*,

E. velutina e *A. cearensis*). Verificou-se que os limites térmicos para a germinação de todas as espécies foram semelhantes. A temperatura base (T_b), abaixo da qual as sementes não germinam, foi sempre menor do que $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ que, historicamente, é a temperatura mais baixa do sertão pernambucano, onde as sementes foram obtidas. A temperatura teto (T_c), acima da qual as sementes não germinam, foi sempre maior que $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. A temperatura ótima (T_o), em que as sementes apresentam maior velocidade e porcentagem de germinação, variou entre temperaturas próximas a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a até um pouco superiores que $35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Verificou-se, portanto, que o aumento da temperatura da região de até $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, de acordo com o IPCC/AR5 (IPCC, 2013), não prejudicará o processo germinativo dessas espécies.

Quanto à tolerância à salinidade, a condutividade elétrica teto (CEc), acima da qual a concentração de sais na solução inibe a germinação das sementes, foi bastante alta para todas as espécies sendo quase sempre maior que 20 dSm^{-1} e muitas vezes chegando a valores maiores que 30 dSm^{-1} . Não só as sementes, mas as mudas de espécies da Caatinga apresentam tolerância à salinidade da solução do solo (Sá et al., 2013; Ribeiro et al., 2014). Esses altos limites de tolerância à salinidade, indicam que, apesar dos solos salinos e sódicos da região, as sementes conseguirão germinar em um clima futuro, contanto que haja água no solo, ainda que esta seja salobra (Dantas et al., 2014).

O potencial osmótico base, aquele abaixo do qual as sementes não conseguem germinar, variou em torno de -0.8 MPa e foi sempre maior que -1.0 MPa , equivalente a 13,9% de umidade em solos da região onde as sementes foram colhidas (Nascimento et al., 2010). A partir da umidade mínima no solo (13,9%) para germinação das sementes e de valores encontrados em trabalhos na literatura (Moura et al., 2015; Santos et al., 2011), calculou-se a precipitação mínima (17,5 mm) necessária em uma semana, para as sementes germinarem na Caatinga. Essa lâmina d'água permitiu a germinação de sementes de *A. colubrina*, bem como o crescimento adequado de suas mudas em experimentos de vaso em casa de vegetação. De acordo com os cenários mais pessimistas de clima futuro, o número de semanas com soma térmica e precipitação necessárias para germinação das sementes diminuirão de 14 (de acordo com os dados históricos de 1970-2014) para quatro semanas em 2055. Não se sabe ainda se esse período de quatro semanas de precipitações maiores que 17,5 mm é suficiente para que as sementes que germinarem no ambiente se desenvolvam adequadamente em plantas jovens tolerantes à estação seca. Um bom indicativo de que isso pode acontecer é que plântulas de *P. pyramidalis* e *A. colubrina*, com radículas de até 5 e 10 mm apresentaram tolerância à desidratação total durante 72 horas, retomando seu crescimento após a reidratação. Após a emergência em ban-

cos de sementes, plântulas *P. pyramidalis* sobreviveram 40 dias sem chuva ou irrigação. Além disso, estudos mostram que eventos de baixa precipitação (< 5 mm) são importantes para o desenvolvimento das plantas adaptadas ao ambiente semiárido (Sala; Lauenroth, 1982), podem induzir ciclos de hidratação e secagem, promovendo maior tolerância das sementes aos estresses ambientais (Lima et al., 2018).

Assim, apesar da alta tolerância destas sementes às condições ambientais extremas, serão necessários estudos e estratégias eficientes que garantam a manutenção destas espécies em cenários futuros de mudanças climáticas.

Referências

- ANGELOTTI, F.; FERNANDES JÚNIOR, P. I.; SÁ, I. B. Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro: Medidas de Mitigação e Adaptação. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, p. 1097-1111, 2011.
- CABOT, C.; SIBOLE, J. V.; BARCELÓ, J.; POSCHENRIEDER, C. Lessons from crop plants struggling with salinity. **Plant Science**, v. 226, p. 2-13, 2014.
- DANTAS, B. F.; LOPES, A. P.; SILVA, F. F. S. da; LÚCIO, A. A.; BATISTA, P. F.; PIRES, M. M. M. L.; ARAGÃO, C. A. Growth rates of catingueira seedlings submitted to different substrates and shading. **Revista Arvore**, v. 33, n. 3, p.413-423, 2009.
- DANTAS, B. F.; RAMOS, D. L. D. Germinação de sementes da Caatinga em água bioessalina. **Informativo ABRATES**, v. 22, n. 3, p. 1-4, 2012.
- DANTAS, B. F.; RIBEIRO, R. C.; MATIAS, J. R.; ARAÚJO, G. G. L. Germinative metabolism of Caatinga forest species in biosaline agriculture. **Journal of Seed Science**, v. 36, n. 2, p. 194-203, 2014.
- FERNANDES-JÚNIOR, P. I.; AIDAR, S. de T.; MORGANTE, C. V.; GAVA, C. A. T.; ZILLI, J. É.; SOUZA, L. S. B. de; MARINHO, R. de C. N.; NÓBREGA, R. S. A.; BRASIL, M. da S.; SEIDO, S. L.; MARTINS, L. M. V. The resurrection plant *Tripogon spicatus* (Poaceae) Harbors a diversity of plant growth promoting bacteria in Northeastern Brazilian Caatinga. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 39, n. 4, p. 993-1002, 2015.
- GOMES, S. E. V.; ARAÚJO, M. N.; DANTAS, B. F. Efeito da precipitação e temperatura no tamanho de sementes de *Anadenanthera colubrina*. In: JORNADA DE INTEGRAÇÃO DA PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2., 2017, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2017. p. 109-114. (Embrapa Semiárido. Documento, 280).
- GONDIM, T. M. S.; CAVALCANTE, L. F.; BELTRÃO, N. E. M. Aquecimento global: salinidade e consequências no comportamento vegetal global. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras**, v. 14, n. 1, p. 37-54, 2010.
- IPCC. **Climate Change 2013: the physical science basis**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2013.
- KRANNER, I.; MINIBAYEVA, F. V.; BECKETT, R. P.; SEAL, C. E. What is stress? Concepts, definitions and applications in seed science. **New Phytologist**, v. 188, n. 3, p. 655-673, nov. 2010.

- LIMA, J. D.; ALMEIDA, C. C.; DANTAS, V. A. V.; SILVA, B. M. da S. E.; MORAES, W. da S. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 513-518, 2006.
- LIMA, B. G.; TORRES, S. B. Estresses hídrico e salino na germinação de sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Revista Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 93-99, 2009.
- LIMA, A. T.; CUNHA, P. H. J. da; DANTAS, B. F.; MEIADO, M. V. Does discontinuous hydration of *Senna spectabilis* (DC.) H.S. Irwin & Barneby var. *excelsa* (Schrad.) H.S. Irwin & Barneby (Fabaceae) seeds confer tolerance to water stress during seed germination? **Journal of Seed Science**, v. 40, n. 1, 2018.
- LOPES, A. P.; ARAUJO, M. N.; SILVA, P. P.; SILVA; SOUZA, Y. A.; DANTAS, B. F. Desenvolvimento inicial de plantas de catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.) submetidas ao estresse hídrico. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 3., 2008, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2008. p. 32-36. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 210).
- MARENGO, J. A. O futuro clima do Brasil. **Revista USP**, n. 103, p. 25, 2014.
- MATIAS, J. R.; PEREIRA, A. L.; SILVA, R. C. B.; NASCIMENTO, M. A.; REIS, R. C. R.; DANTAS, B. F. Efeito de estresse salino no processo germinativo de sementes de angico (*Anadenanthera colubrina*) In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 6., 2011, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. p. 297-302, (Embrapa Semiárido. Documentos, 238).
- MEIADO, M. V. Germinação de sementes de cactos do Brasil: fotoblastismo e temperaturas cardíacas. **Informativo ABRATES**, v. 22, n. 3, p. 20-23, 2012.
- MEIADO, M. V.; SILVA, F. F. S.; BARBOSA, D. C. DE A. Diaspore of the Caatinga: a review. In: SIQUEIRA FILHO, J. A. de. (Ed.). **Flora of the Caatingas of the São Francisco River: natural history and conservation**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio Editorial, 2012. p. 306-365.
- MOURA, M. S. B. de; SOUZA, L. S. B. de; RANDOW, C. von; SILVA, T. G. F. da. Perfil vertical de CO₂ na Caatinga preservada: resultados preliminares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 19., 2015, Lavras. **Agrometeorologia no século 21: o desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros: anais**. Lavras: UFLA, 2015. p. 307-316.
- NASCIMENTO, P. dos S.; BASSOI, L. H.; PAZ, V. P. da S.; VAZ, C. M. P.; NAIME, J. de M.; MANIERI, J. M. Estudo comparativo de métodos para a determinação da curva de retenção de água no solo. **Irriga**, v. 15, n. 2, p. 193-207, 2010.
- NEDJIMI, B. Effects of salinity on growth, membrane permeability and root hydraulic conductivity in three saltbush species. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 52, p. 4-13, 1 fev. 2014.
- OLIVEIRA, G. M. de; MATIAS, J. R.; SILVA, P. P. da; RIBEIRO, R. C.; DANTAS, B. F. Germinação de sementes de aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) e mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong) Stend.) em diferentes condutividades elétricas. **Revista SODEBRAS**, v. 9, n. 104, p. 70-73, 2014a.
- OLIVEIRA, G. M.; MATIAS, J. R.; RIBEIRO, R. C.; BARBOSA, L. G.; SILVA, J. E. S. B.; DANTAS, B. F. Germinação de sementes de espécies arbóreas nativas da Caatinga em diferentes temperaturas. **Scientia Plena**, v. 10, n. 4, p. 1-6, 2014b.
- OLIVEIRA, G. M. de. **Tolerância de diferentes lotes de aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr.All.) sob estresses abióticos**. 2015. 50 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro, BA.

- PASSOS, M. A.; CRUZ. Estado da arte da produção e tecnologia de sementes florestais no nordeste. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOSA, M. B.; SILVA, A. (Ed.). **Sementes florestais tropicais: da ecologia à produção**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015. p. 400-420.
- RATHORE, A. P.; CHAUDHARY, D. R.; JHA, B. Biomass production, nutrient cycling, and carbon fixation by *Salicornia brachiata* Roxb.: A promising halophyte for coastal saline soil rehabilitation. **International Journal of Phytoremediation**, v. 18, n. 8, p. 801–811, 2 ago. 2016.
- REIS, R. C. R.; DANTAS, B. F.; PELACANI, C. R. Mobilization of reserves and germination of seeds of *Erythrina velutina* Willd. (Leguminosae - Papilionoideae) under different osmotic potentials. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 4, p. 580-588, 2012.
- RIBEIRO, R. C.; DANTAS, B. F.; MATIAS, J. R.; OLIVEIRA, G. M. de; CAROLINA, D.; BISPO, J. D. S. Germinação de sementes e produção de mudas de catingueira-verdadeira em água biossalina. **Informativo ABRATES**, v. 24, n. 3, p. 51-55, 2014.
- SÁ, F. V. S.; ARAUJO, J. L.; NOVAES, M. C.; SILVA, A. P.; PEREIRA, F. H. F.; LOPES, K. P. Crescimento inicial de arbóreas nativas em solo salino-sódico do Nordeste brasileiro tratado com corretivos. **Revista Ceres**, v. 60, n. 3, p. 388-396, 2013.
- SALA, O. E.; LAUENROTH, W. K. **Small rainfall events: an ecological role in semiarid regions**. **Oecologia**, v. 53, n. 3, p. 301-304, 1982.
- SANTOS, T. E. M.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA, D. D. Umidade do solo no Semiárido pernambucano usando-se reflectometria no domínio do tempo (TDR). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 7, p. 670-679, 2011.
- SEAL, C. E. Assessing the vulnerability of species to climate change. **Samara**, n. 22, p. 6, 2012.
- SILVA, P.; LOPES, A. P.; ARAUJO, M. N.; LIRA, M. A. P.; OLIVEIRA, D. A. B.; SILVA, F. F. S.; REIS, R. C. R.; SOUZA, Y. A.; DANTAS, B. F. Germinação de sementes de *Schinopsis brasiliensis* submetidas a estresse hídrico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 12., 2009, Fortaleza. **Desafios para produção de alimentos e bioenergia**. Fortaleza: SBFV: UFC: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. 1 CD-ROM.
- SILVA, M. W.; BARBOSA, L. G.; SILVA, J. E. S. B. da; GUIRRA, K. S.; GAMA, D. R. da S.; OLIVEIRA, G. M. de; DANTAS, B. F. Characterization of seed germination of *Zephyranthes sylvatica* (Mart.) Baker (Amarilidaceae). **Journal of Seed Science**, v. 36, n. 2, p. 178-185, 2014.
- SILVA, P. P. da. **Germinação e armazenamento de sementes de Mimosa verrucosa Benth nativa da Caatinga**. 2011. 53 f. il. Tese (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Feira de Santana.
- SUNG, Y.; CANTLIFFE, D. J.; NAGATA, R. T. Seed developmental temperature regulation of thermotolerance in lettuce. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 123, n. 4, p. 700-705, 1 jul. 1998.
- TEIXEIRA, A. H. de C. Informações agrometeorológicas do Polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA - 1963 a 2009. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. 21 p. (Embrapa Semiárido. Documentos, 233).
- THUILLER, W.; LAVOREL, S.; ARAÚJO, M. B.; SYKES, M. T.; PRENTICE, I. C. Climate change threats to plant diversity in Europe. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 102, n. 23, p. 8245-50, 7 jun. 2005.
- ZHANG, R.; BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C.; MO, Q.; CHEN, L.; HU, X.; WANG, Y. Effect of population, collection year, after-ripening and incubation condition on seed germination of *Stipa bungeana*. **Scientific Reports**, 2017. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41598-017-14267-2>>. Acesso em: 5 jul. 2018.