

Condicionamento fisiológico em diásporos de aroeira-do-sertão diante de condições adversas: uma breve revisão

Physiological conditioning in diaspores of aroeira of the sertão in the face of adverse conditions: a brief review

Acondicionamiento fisiológico en diásporas de aroeira do sertão ante condiciones adversas: una breve revisión

Recebido: 17/03/2021 | Revisado: 26/03/2021 | Aceito: 28/03/2021 | Publicado: 05/04/2021

Robson José Rodrigues Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8210-7212>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: robsonrodrigues.a19@gmail.com

Monalisa Alves Diniz da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9052-7380>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: monallyysa@yahoo.com.br

Rafael Mateus Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3482-1010>
Universidade de São Paulo, Brasil
E-mail: rafaelalvesmateus@gmail.com

Graciane Xavier Leal Ferraz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3217-852X>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: graciagro2020@gmail.com

Débora Purcina de Moura

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1383-1220>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: deborapurcinademoura@hotmail.com

Liliane Maria da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9810-8316>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: lilianesilva30@hotmail.com

Resumo

A aroeira-do-sertão é uma espécie arbórea, presente em várias regiões do Brasil, utilizada especialmente no Nordeste com finalidades medicinais. Sementes diásporos das espécies que se desenvolvem em regiões áridas e semiáridas, como é o caso das espécies da Caatinga, são acometidas a situações inadequadas para sua germinação, como temperaturas elevadas, grandes concentrações de sais no solo e deficiência hídrica. Este trabalho objetivou investigar o comportamento dos diásporos de *Astronium urundeuva* Fr. (M. Allemão) Engl. previamente submetidos à condições adversas, visando uma forma de resiliência da espécie perante tais condições. Alguns autores comprovaram melhoras germinativas e do vigor das plântulas, quando os diásporos foram submetidos ao condicionamento fisiológico, tanto por meio da hidratação em água como em soluções osmóticas, sugerindo a hipótese de que os diásporos condicionados e depois expostos a estresses abióticos, possam ter sua qualidade recuperada. Há poucos trabalhos que apontem o condicionamento como uma técnica atenuadora dos efeitos ocasionados por condições adversas em diásporos de *A. urundeuva*, por outro lado, em alguns casos, demonstra ser uma excelente técnica para aumentar a germinabilidade e vigor da espécie.

Palavras-chave: Estresse; Germinabilidade; Hidratação; Soluções Osmóticas.

Abstract

The sertão tree tree is a tree species, present in several regions of Brazil, used especially in the Northeast for medicinal purposes. Diaspore seeds of species that develop in arid and semiarid regions, such as Caatinga species, are affected to situations inadequate for germination, such as high temperatures, high concentrations of soil sea and water deficiency. This work aimed to investigate the behavior of diaspores of *Astronium urundeuva* Fr. (M. Allemão) Engl. previously subjected to adverse conditions, aiming at a form of resilience of the species to such conditions. Some

authors have proven improvements in seedling germination and vigor, when diaspores were submitted to physiological conditioning, both through hydration in water and osotic solutions, suggesting the hypothesis that diaspores conditioned and then exposed to abiotic stresses may have their quality recovered. There are few studies that point to conditioning as an attenuating technique of the effects caused by adverse conditions in diaspores of *A. urundeuva*, on the other hand, in some cases, it proves to be an excellent technique to increase the germinability and vigor of the species.

Keywords: Stress; Germinability; Hydration; Osmotic Solutions.

Resumen

El árbol de Sertão es una especie de árbol, presente en varias regiones de Brasil, utilizado especialmente en el noreste con fines medicinales. Las semillas de diáspora de especies que se desarrollan en regiones áridas y semiáridas, como las especies de Caatinga, se ven afectadas a situaciones inadecuadas para la germinación, como altas temperaturas, altas concentraciones de deficiencia de mar y agua del suelo. Este trabajo tenía como objetivo investigar el comportamiento de las diásporas de *Astronium urundeuva* Fr. (M. Allemão) Engl. condiciones adversas anteriormente, con el objetivo de una forma de resiliencia de la especie frente a tales condiciones. Algunos autores han demostrado mejoras en la germinación y el vigor de la plántula, cuando las diásporas fueron sometidas a acondicionamiento fisiológico, tanto a través de la hidratación en el agua como de las soluciones osogéticas, lo que sugiere la hipótesis de que las diásporas condicionadas y luego expuestas a tensiones abióticas pueden tener su calidad recuperada. Hay pocos estudios que apuntan al acondicionamiento como técnica atenuante de los efectos causados por las condiciones adversas en las diásporas de *A. urundeuva*, por otro lado, en algunos casos, resulta ser una excelente técnica para aumentar la germinabilidad y vigor de la especie.

Palabras clave: Estrés; Germinabilidad; Hidratación; Soluciones Osmóticas.

1. Introdução

Astronium urundeuva Fr. (M. Allemão) Engl. é uma espécie arbórea da família Anacardiaceae, presente em várias regiões do Brasil, conhecida popularmente como aroeira-do-sertão. Essa espécie é utilizada especialmente no Nordeste com finalidades medicinais (Silva et al., 2019). Palmeira et al. (2020) observaram uma redução no acúmulo de biofilme e menor inflamação gengival, na área operada, durante o período de utilização do extrato na forma de bochecho.

Em função do código florestal tem aumentado a necessidade de recuperar áreas degradadas e, dentre os métodos mais utilizados para a recuperação de áreas degradadas, está a produção e o plantio de mudas de espécies nativas, já que favorece o local degradado, proporcionando boa densidade inicial de plantas (Aragão, 2009). É de grande importância para recuperação de áreas degradadas, como as da Caatinga, metodologias que se apresentem baixo custo e que consigam tornar as mudas mais vigorosas e tolerantes aos estresses ambientais, sendo uma boa alternativa o condicionamento fisiológico de sementes (Hora & Meiado, 2016).

As sementes das espécies que se desenvolvem em regiões áridas e semiáridas, como é o caso das espécies da Caatinga, são acometidas a situações inadequadas para sua germinação, como a deficiência hídrica e grandes concentrações de sais no solo, o que pode dificultar a absorção de água pelas sementes, em consequência do potencial mátrico negativo do solo (Castro et al., 2004; Guedes et al., 2013).

É de fundamental importância a ampliação de pesquisas a fim de desenvolver ações de recuperação ambiental e resiliência das espécies, com objetivo de recomposição de áreas degradadas com espécies nativas, levando em consideração a importância ecológica, econômica e social da Caatinga (Santos et al., 2016).

O condicionamento fisiológico de sementes é uma técnica bastante utilizada para melhorar a germinação e emergência de plântulas, sendo constituída basicamente da iniciação do processo germinativo das sementes, de modo que não ocorra a protrusão radicular antes da sementeira (Bewley et al., 2013). A técnica pode proporcionar a germinação em menor tempo e um melhor estabelecimento de plântulas (Lopes et al., 2019), e induzir uma proteção as sementes, podendo torná-las tolerantes a estresses futuros (Kubala et al., 2015).

Diante do exposto, este trabalho objetivou investigar o comportamento dos diásporos de *Astronium urundeuva*, condicionadas fisiologicamente com posterior submissão às condições adversas, como estresses abióticos (estresse térmico, salino e hídrico), visando um procedimento para tornar a espécie resiliente perante condições adversas.

2. Metodologia

O presente estudo constitui em uma revisão de literatura embasada em trabalhos científicos nacionais e em internacionais, publicados em diversas bases de dados eletrônicas (Google Scholar, Scopus, Scielo) (Pereira et al., 2018), preferenciando trabalhos de maior relevância. Utilizando os termos de indexação e/ou palavras-chave: condicionamento fisiológico, priming, estresse abiótico, estresse salino, estresse hídrico, estresse térmico, aroeira-do-sertão, *Astronium urundeuva*.

3. Revisão de literatura

3.1 Condições adversas

Todos os estágios de desenvolvimento dos vegetais são extremamente influenciados pelas condições ambientais e climáticas as quais estão sujeitos, desde o processo germinativo até o crescimento e estabelecimento da espécie (Maraghi et al., 2010), sendo de suma importância o conhecimento das condições adequadas para o desenvolvimento de cada espécie (Oliveira et al., 2019).

3.1.1 Estresse térmico

O processo germinativo é influenciado pela temperatura, alterando a velocidade de embebição, além da velocidade das reações enzimáticas e bioquímicas que conduzem a germinação (Flores et al., 2014). Temperaturas extremas podem ocasionar dormência, e até mesmo inibição do processo germinativo de sementes, além de ocasionar baixo vigor de plântulas, reduzindo a velocidade de emergência (Nascimento et al., 2011).

A temperatura mostra-se um dos grandes fatores limitantes do processo germinativo e do estabelecimento de plântulas de *A. urundeuva*, mesmo quando atrelada a diversos substratos (Pacheco et al., 2006). Os diásporos de *A. urundeuva* mostraram-se sensíveis ao estresse térmico, com declínio na porcentagem de germinação a partir de 34°C, e ausência de germinação a 40°C (Oliveira et al., 2019). Corroborando com os resultados encontrados por Virgens et al. (2012), ao verificarem declínio linear da germinação da referida espécie, até cessar à 40°C.

O estresse térmico além de ser um fenômeno limitante para germinação e estabelecimento de plântulas, possui interferência significativa sobre o fotoblastismo dos diásporos de *A. urundeuva*, sendo que, pelo fato das sementes da espécie serem fotoblásticas negativas, ou seja, não germinarem na presença de luz, Silva et al. (2002) observaram maior sensibilidade a luz quando submetidas a extremos de temperatura, ou seja, temperaturas acima e abaixo da faixa ideal para o processo.

3.1.2 Estresse salino

O emprego de água salina por ocasião da irrigação, drenagem inapropriada, altas temperaturas, e conseqüentemente, elevada evaporação, conduzem a salinização e perda da capacidade produtiva dos solos em regiões semiáridas (Lima et al., 2018), sendo de extrema importância estudos voltados para mitigar os efeitos deletérios decorrentes da salinidade (Oliveira et al., 2014).

A presença de sais no substrato induz a baixa absorção de água pelas sementes, comprometendo a germinação (Lopes e Macedo, 2008). A porcentagem, velocidade média e índice de velocidade de germinação de diásporos de *A. urundeuva* mostraram-se afetados negativamente pelo estresse osmótico, quando foram submetidos previamente ao osmocondicionamento fisiológico, principalmente quando os diásporos foram semeados após quatro dias do tratamento osmótico, com redução de 21% da germinação (Cardoso et al., 2012).

O estresse osmótico foi prejudicial à germinação dos diásporos de *A. urundeuva* quando induzido por NaCl, devido à redução na divisão celular, além do desequilíbrio iônico e dos nutrientes, ocasionado pelo acúmulo de Na⁺ (Moss e Hoffman, 1977). Diásporos de *A. urundeuva* mostraram-se sensíveis ao estresse salino em concentrações mais elevadas, com inibição total da germinação (Oliveira et al., 2014). Os mesmos autores ressaltaram sobre os variados tipos de estresse ocasionados pela presença de sais, destacando o acúmulo de íons tóxicos, alteração na absorção de nutrientes, estresse oxidativo e osmótico, mostrando as possíveis causas do prejuízo a germinação.

A salinidade juntamente com o estresse osmótico influenciou negativamente a germinação dos diásporos de *A. urundeuva*, onde ocorreu redução gradativa até a inibição total na maior concentração de NaCl (Oliveira et al., 2019), efeito atribuído ao estresse osmótico junto a toxicidade iônica, afetando a germinação ao interromper fenômenos fisiológicos nos tecidos embrionários (Voigt et al., 2009). A tolerância ao estresse osmótico e iônico induzido pela restrição de água e excesso de sal, é bastante complexo, pois envolve a interação de múltiplos fatores (Verslues et al., 2006).

O potencial osmótico ocasionou interferência negativa em diásporos de *A. urundeuva* à medida que era reduzido, aumentando o tempo médio e reduzindo a velocidade de germinação (Virgens et al., 2012), o fato do maior tempo para emissão radicular proporcionado pelo estresse osmótico pode ser atribuído ao atraso na divisão e expansão celular, ocasionando um maior tempo para germinação.

Além do aumento no tempo médio de germinação dos diásporos de *A. urundeuva*, Dantas et al. (2014) verificaram alterações bioquímicas nos diásporos (aumento dos açúcares redutores, açúcares solúveis totais e proteínas solúveis totais) após estresse ocasionado por solução salina. Os açúcares atuam como protetores indiretos, provocando ajuste osmótico e estabilizando proteínas (Bianchi et al., 1991). Foram necessários mais dias para que o processo de germinação ocorresse à medida que aumentava a concentração da solução.

Os diásporos de *A. urundeuva* tendem a reduzir sua germinabilidade e vigor quando submetidos a potenciais osmóticos muito baixos, entretanto, os potenciais de -0,9 a -1,2 MPa podem ser utilizados como condicionamento osmótico para os diásporos da espécie, uma vez que interrompem a germinação ao serem expostos a tais potenciais, e posteriormente voltam a realizar o processo em condições favoráveis (Virgens et al., 2012).

3.1.3 Déficit hídrico

A tolerância à seca é uma característica muito importante a ser considerada para recomendação de espécies capazes de suportar diferentes condições de potenciais hídricos em diversas situações ecológicas, especialmente ao considerar áreas com baixa disponibilidade hídrica e solos salinos (Rego et al., 2011).

Os diásporos de *A. urundeuva* mostraram-se sensíveis ao estresse hídrico em -0,4 MPa, com redução na germinação, porém mais tolerantes na temperatura de 30°C, e com ausência de germinação à partir de -0,6 MPa, mesmo na faixa de temperatura de 25 a 30°C (considerada ideal para sua germinação) (Oliveira et al., 2017). Senigalia et al (2020) também verificaram que os diásporos de *A. urundeuva* foram afetados negativamente pela restrição hídrica, apresentando germinação nula nos potenciais inferiores à -0,75 MPa. O decréscimo na germinação à medida que o potencial hídrico declinou é atribuído à baixa absorção de água, a qual ocasiona um processo inibitório na atividade de enzimas hidrolíticas indispensáveis para a

germinação (Moraes & Menezes, 2003).

O déficit hídrico ocasionado pela capacidade de retenção de água do solo a que foram submetidos os diásporos de *A. urundeuva*, foi capaz de cessar a germinação dos mesmos em déficit mais severo (de 10 a 15%); e em déficit moderado, provocar alterações morfológicas nas plântulas, como redução do número de folhas, área foliar e comprimento radicular (Silva et al., 2017). De acordo com Taiz & Zeiger (2013), a redução da área foliar e comprimento radicular são consequência da menor expansão celular dos tecidos vegetais, além da baixa transpiração, em resposta a pouca disponibilidade hídrica. Todavia, a massa fresca e seca de plântulas de *A. urundeuva* submetidas ao déficit hídrico não sofreram alterações significativas (Lima et al., 2019). O vigor das sementes pode influenciar levemente na tolerância a menor disponibilidade hídrica (Rodrigues et al., 2018).

3.2 Condicionamento fisiológico

O condicionamento fisiológico mostra-se como uma técnica de extrema eficácia para melhorar o estabelecimento de plântulas de algumas espécies, com isso, podendo aumentar a capacidade germinativa de diásporos de *A. urundeuva* (Alves et al., 2020a), permitindo a ativação do metabolismo e reestruturação do sistema de membranas (Marcos-Filho, 2015), portanto recuperando e aumentando a capacidade germinativa.

Ao submeterem diásporos de *A. urundeuva* à diferentes potenciais osmóticos, Virgens et al. (2012) verificaram um retardo na germinação em potenciais osmóticos moderados (-0,2 a -0,8 MPa), e germinação nula em potenciais osmóticos mais elevados, sendo considerando em primeiro estante estresse para os diásporos. Entretanto, o condicionamento osmótico para a espécie foi visto como uma técnica muito eficiente, visto que os diásporos germinavam mais rápido após lavagem e submetidas a condições favoráveis a germinação, em relação aos diásporos não tratadas. O osmocondicionamento pode promover um aumento na velocidade de emergência e uniformidade de plântulas, devido ao acúmulo de solutos no início do metabolismo das sementes, ocasionando maior turgescência na reidratação, e protrusão radicular mais rápida (Marcos Filho, 2015).

Apesar de não ter sido verificada uma maior germinação e menor velocidade do processo germinativo, os diásporos de *A. urundeuva* após submetidos ao osmocondicionamento, secos, e semeados depois de dois dias tiveram uniformidade de germinação significativamente maior em relação à testemunha, com aumento de 120%, e 250% quando semeados depois de quatro dias do tratamento (Cardoso et al., 2012). O condicionamento osmótico é considerado uma boa técnica para melhorar a capacidade germinativa e vigor de plântulas, porém, os resultados podem ser influenciados distintamente em função da espécie, tempo de embebição na solução e vigor das sementes (Fessel et al., 2002; Oliveira & Gomes-Filho, 2011).

Os diásporos de *A. urundeuva* foram afetados positivamente após serem submetidos a ciclos de hidratação, pois reduziram o tempo médio e aumentaram a velocidade média e sincronia de germinação, além de influenciar também, o número de folhas e folíolos das mudas (Hora & Meiado, 2016). Dorneles et al. (2005) ao submeterem os diásporos ao condicionamento com água e soluções de giberelina, nitrato de potássio e citocinina, não verificaram diferença significativa com relação aos diásporos não tratados. Ainda, Scalon et al. (2012) observaram que os diásporos condicionados com água e giberelina resultaram em menor emergência em relação aos não tratados; e a velocidade de germinação após imersão em água durante 24 horas não apresentou diferença significativa. Por sua vez, os diásporos de *A. urundeuva* foram afetados positivamente após serem submetidos a ciclos de hidratação, pois reduziram o tempo médio e aumentaram a velocidade média e sincronia de germinação, além disso a hidratação aumentou o número de folhas e folíolos das mudas (Hora & Meiado, 2016).

Ao submeterem diásporos de *A. urundeuva* ao hidrocondicionamento, Alves et al. (2020b) verificaram um favorecimento ao processo germinativo em relação aos não hidrocondicionados, observaram um aumento do crescimento da parte aérea das plântulas, após o hidrocondicionamento dos diásporos durante 23 horas e 30 minutos. Os mesmos autores

apontam o referido tratamento como uma vantagem ecológica para restauração da Caatinga brasileira.

Os diásporos de *A. urundeuva* mostraram-se bastante sensíveis aos estresses térmico, salino e hídrico. Algumas pesquisas indicaram melhoras no processo germinativo e vigor das plântulas, quando os diásporos foram submetidos ao condicionamento fisiológico, tanto com a hidratação em água como em soluções osmóticas, o que gera a hipótese de que os diásporos condicionados e posteriormente expostos a estresses abióticos, possam ter sua qualidade recuperada.

4. Conclusão

Há poucos trabalhos que apontem o condicionamento fisiológico como uma técnica atenuadora dos efeitos ocasionados por condições adversas em diásporos de *A. urundeuva*, por outro lado, em alguns casos, o referido tratamento mostra-se como uma excelente técnica para aumentar a germinabilidade e vigor da espécie.

Referências

- Alves, R. M., Silva, M. A. D., Silva, E. F., Alves, R. J. R., Moura, D. P. & Silva, J. N. (2020a). Stored diaspores of *Astronium urundeuva* Fr. (M. Allemão) Engl. (Anacardiaceae) submitted to hydropriming. *Journal of Seed Science*, 42. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v42236762>.
- Alves, R. M., Silva, M. A. D., Silva, E. F., Silva, J. N., Moura, D. P. & Costa, S. A. T. (2020b). Aspectos germinativos e bioquímicos de diásporos de aroeira-do-sertão, armazenados e submetidos ao condicionamento fisiológico. *Diversitas Journal*, 5(4), 2358-2373. <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v5i4-1082>.
- Aragão, A. G. D. (2009). *Estabelecimento de espécies florestais nativas, em área de restauração ciliar no Baixo Rio São Francisco*.
- Bianchi, G., Gamba, A., Murelli, C., Salamini, F. & Bartels, D. (1991). Novel carbohydrate metabolism in the resurrection plant *Craterostigma plantagineum*. *The Plant journal: for cell and molecular biology*, 1(3), 355. <https://doi.org/10.1046/j.1365-313X.1991.t01-11-00999.x>.
- Bewley, J. D., Bradford, J. D., Hilhorst, H. & Nonogaki, H. (2013). Longevity, storage, and deterioration. In: Bewley, J. D., Bradford, J. D., Hilhorst, H. & Nonogaki, H. (Ed.) *Seeds: Physiology of development, germination and dormancy*. Springer. 341-376. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4693-4_8.
- Cardoso, N. D. S. N., Oliveira, L. M., Fernandez, L. G., Pelacani, C. R., Souza, C. L. M. & Oliveira, A. R. (2012). Osmoconditioning on seed germination, early growth and pigment content of *Myracrodruon urundeuva* fr. Allemão. *Revista Brasileira de Biociências*, 10(4), 457-461. ISSN: 1679-2343.
- Castro, R. D., Bradford, K. J., & Hilhorst, H. W. M. (2004). Embebição e reativação do metabolismo. In: Ferreira, A. G. & Borghetti, F. *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, 323 p.
- Dantas, B. F., Ribeiro, R. C., Matias, J. R. & Araújo, G. G. L. (2014). Germinative metabolism of Caatinga forest species in biosaline agriculture. *Journal of Seed Science*, 36(2), 194-203. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v32n2927>.
- Dorneles, M. C., Renal, M. A. & Santana, D. G. (2005). Germinação de sementes recém-colhidos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) ocorrendo no cerrado do Brasil Central. *Revista Brasileira de Botânica*, 28(2), 399-408.
- Fessel, S. A., Vieira, R. D. & Rodrigues, T. J. D. (2002). Germinação de sementes de alface submetidas a condicionamento osmótico durante o armazenamento. *Scientia Agrícola*, 59(1), 73-77. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162002000100011>.
- Flores, A. V., Borges, E. E. L., Guimarães, V. M., Gonçalves, J. F. C., Ataíde, C. M. & Barros, D. P. (2014). Atividade enzimática durante a germinação de sementes de *Melanoxylon brauna* Schott sob diferentes especificações. *Cerne*, 20(2), 401-408. <https://doi.org/10.1590/01047760201420031399>.
- Guedes, R. S., Alves, E. U., Viana, J. S., Gonçalves, E. P., Lima, C. R. D., & Santos, S. D. R. N. D. (2013). Germinação e vigor de sementes de *Apeiba tibourbou* submetidas ao estresse hídrico e diferentes temperaturas. *Ciência Florestal*, 23(1), 45-53. <http://dx.doi.org/10.5902/198050988438>.
- Hora, I. S. & Meiado, M. V. (2016). A hidratação descontínua em sementes favorece a produção de mudas de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae). *Agroforestalis News*, 1(1), 20-24.
- Kubala, S., Wojtyła, L., Quinet, M., Lechowska, K., Lutts, S. & Garnczarska, M. (2015). Enhanced expression of the proline synthesis gene P5CSA in relation to seed osmopriming improvement of *Brassica napus* germination under salinity stress. *Journal of Plant Physiology*, 183(1), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2015.04.009>.
- Lima, A. D., Sousa, C. H., Lacerda, C. F. D., Bezerra, M. A., Silva, E. N., & Neves, A. L. (2017). Gas exchange of four woody species under salinity and soil waterlogging. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 21(10), 670-674. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n10p670-674>.
- Lima, A. T., Cunha, P. H. D. J. D., Dantas, B. F. & Meiado, M. V. (2018). Does discontinuous hydration of *Senna spectabilis* (DC.) HS Irwin & Barneby var. excelsa (Schrad.) HS Irwin & Barneby (Fabaceae) seeds confer tolerance to water stress during seed germination?. *Journal of Seed Science*, 40(1), 36-43. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v40n1182838>.

- Lopes, C. A., Carvalho, M. L. M., Guimarães, R. M., Oliveira, A. M. S. & Andrade, D. B. (2019). Sodium hypochlorite in the priming of tobacco seeds. *Journal of Seed Science*, 41(1), 108-111. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v41n1211719>.
- Lopes, J. C. & Macedo, C. M. P. (2008). Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. *Revista Brasileira de Sementes*, 30(3), 79-85. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222008000300011>.
- Maraghni, M., Gorai, M. & Neffati, M. (2010). Seed germination at different temperatures and water stress levels, and seedling emergence from different depths of *Ziziphus lotus*. *South African Journal of Botany*, 76(3), 453-459. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2010.02.092>.
- Marcos-Filho, J. (2015). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Londrina: ABRATES.
- Moraes, G. A. F. & Menezes, N. L. (2003). Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. *Ciência Rural*, 33(2), 219-226. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782003000200007>.
- Moss, D. N. & Hoffman, G. (1977). Analysis of crop salt tolerance data. *Shain, I.; Shalhevet, J. Soil salinity under irrigation: process and management. Berlin: Ecological*, 258-271.
- Nascimento, W. M., Dias, D. C. F. S. & Silva, P. P. (2011). Qualidade fisiológica da semente e estabelecimento de plantas de hortaliças no campo. *Embrapa Hortaliças-Capítulo em livro científico (ALICE)*.
- Oliveira, A. B. & Gomes-Filho, E. (2011). Estabelecimento de plântulas de sorgo oriundas de sementes osmocondicionadas de diferentes qualidades fisiológicas. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 6(2), 223-229. <https://doi.org/10.5039/agraria.v6i2a945>.
- Oliveira, F. T. G., Vitória, R. Z., Posse, S. C. P., Arantes, S. D., Schimdt, O., Viana, A., Malikuski, R. G. & Barros, B. L. A. (2018). Qualidade fisiológica de sementes de aroeira em função das condições de armazenamento. *Nucleus*, 15(2), 567-574. <https://doi.org/10.3738/1982.2278.2959>.
- Oliveira, G. M., Matias, J. R., Silva, P. P., Ribeiro, R. C. & Dantas, B. F. (2014). Germinação de sementes de Aroeira-do-Sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) e Mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong) Stend.) em diferentes condutividades elétricas. *Revista SODEBRAS*, 9(104), 115-122.
- Oliveira, G. M., Silva, F. F. S., Araújo, M. D. N., Pelacani, C. & Dantas, B. (2017). Germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* (Allemano) submetidas ao déficit hídrico em diferentes temperaturas. In *Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: JORNADA DE INTEGRAÇÃO DA PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2., 2017, Petrolina. Anais. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2017.
- Oliveira, G. M., Silva, F. F. S. D., Araujo, M. D. N., Costa, D. C. C. D., Gomes, S. E. V., Matias, J. R. & Dantas, B. F. (2019). Environmental stress, future climate, and germination of *Myracrodruon urundeuva* seeds. *Journal of Seed Science*, 41(1), 32-43. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v41n1191945>.
- Pacheco, M. V., Matos, V. P., Ferreira, R. L. C., Feliciano, A. L. P. & Pinto, K. M. S. (2006). Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). *Revista Árvore*, 30(3), 359-367. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000300006>.
- Palmeira, J. T., Goes, V. N., Moura, A. B. R., Cruz, J. H. A., Nunes, I. S., Sena, L. S. B., Bernardino, I. M., Ribeiro R. A., Rodrigues, R. Q. F. & Sousa, J. N. L. (2020). Uso do extrato de *Myracrodruon Urundeuva* Allemano (Aroeira do sertão) no controle do biofilme após gengivectomia com osteotomia suficientemente invasiva: relato de caso. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, 12(12), 1-9. <https://doi.org/10.25248/reas.e4384.2020>.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_MetodologiaPesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.
- Rego, S. S., Ferreira, M. M., Nogueira, A. C., Grossi, F., Sousa, R. K., Brondani, G. E., Araújo, M. A., Silva, A. L. L. (2011). Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Veloso) Brenan. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 2(4), 37-42. <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v2n4.rego>.
- Rodrigues, D. S., Schuch, L. O. B., Meneghello, G. E., & Peske, S. T. (2018). Desempenho de plantas de soja em função do vigor das sementes e do estresse hídrico. *Revista Científica Rural*, 20(2), 144-158. <https://doi.org/10.30945/rcr-v20i2.260>.
- Santos, C. A., Silva, N. V., Walter, S. S., Silva, E. C. A. & Nogueira, R. J. M. C. (2016). Germinação de sementes de duas espécies da caatinga sob déficit hídrico e salinidade. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 36(87), 219-224. <https://doi.org/10.4336/2016.pfb.36.87.1017>.
- Scalon, S. P. Q., Scalon-Filho, H. & Masetto, T. E. (2012). Aspectos da germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de aroeira. *Cerne*, 18(4), 533-539. <https://doi.org/10.1590/S0104-77602012000400002>.
- Senigalia, R. L. C., Kratz, D., Coelho, M. D. F. B. C., Camili, E. C., de Aquino Arantes, C. R., & dos Santos, A. S. R. M. (2020). Restrição hídrica em teste de sanidade de diásporos de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. *Brazilian Journal of Development*, 6(7), 49617-49627. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-564>.
- Silva, G. Z., Bruno, R. D. L. A., Martins, C. C., Azevedo, A. I. B., Azevedo, C. F. & Lima, R. S. (2017). Morphoanatomy of *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. seedlings submitted to different levels of water in the soil. *Bioscience Journal*, 33(5), 1321-1331. <https://doi.org/10.14393/BJ-v33n5a2017-36531>.
- Silva, N. F., Hanazaki, V., Albuquerque, U. P., Campos, J. L. A., Feitosa, I. S. & Araújo, E. L. (2019). Local Knowledge and Conservation Priorities of Medicinal Plants near a Protected Area in Brazil. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 1-18. <https://doi.org/10.1155/2019/8275084>.
- Silva, L. M. M., Rodrigues, T. D. J. D., & Aguiar, I. B. D. (2002). Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemano). *Revista Árvore*, 26(6), 691-697. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622002000600006>.
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2013). *Fisiologia vegetal*. (5. ed.). Artmed, 918 p.

Virgens, I. O., Castro, R. D. D., Fernandez, L. G. & Pelacani, C. R. (2012). Physiologic behavior of *Myracrodruon urundeuva* (Anacardiaceae) Fr. All. seeds submitted to abiotic factors. *Ciência Florestal*, 22(4), 681-692. ISSN: 0103-9954.

Verslues, P. E., Agarwal, M., Katiyar-Agarwal, S., Zhu, J., & Zhu, J. K. (2006). Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. *The Plant Journal*, 45(4), 523-539. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2005.02593.x>.

Voigt, E. L., Almeida, T. D., Chagásicos, R. M., Ponte, L. F. A., Viégas, R. A. & Silveira, J. A. G. (2009). Source-sink regulation of cotyledonary reserve mobilization during cashew (*Anacardium occidentale*) seedling establishment under NaCl salinity. *Journal of Plant Physiology*, 166(1), 80-89. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2008.02.008>.