

O que Sabemos sobre as Sementes de *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl. (Anacardiaceae)? Revisão sobre uma Espécie Ameaçada e com Importância Socioeconômica

Augusto Vinicius de Souza Nascimento¹, Ane Marcela das Chagas Mendonça¹,
Paulo Augusto Almeida Santos² & MarluCIA Cruz de Santana²

Recebido em 20/06/2021 – Aceito em 19/05/2022

¹ Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, Brasil. <augustovinicius11@gmail.com, anemarcela@hotmail.com>.

² Departamento de Biologia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, Brasil. <paas0711@gmail.com, marluCIAufs@gmail.com>.

RESUMO – *Astronium urundeuva* Allemão, conhecida popularmente como aroeira-do-sertão, é uma espécie florestal nativa do Brasil pertencente à família Anacardiaceae, que se destaca pela grande importância socioeconômica advinda da utilização de sua madeira e como planta medicinal. Devido aos seus múltiplos usos e a sua utilização ocorrer de maneira essencialmente extrativista, essa espécie já foi listada como ameaçada de extinção. As sementes são a principal via de propagação de espécies florestais, e a mais utilizada para implantação de plantios e para produção de mudas em viveiro. Dessa forma, estudos relacionados com os diferentes aspectos que envolvam as sementes são essenciais para a conservação de diversas espécies florestais. O objetivo desta revisão foi reunir informações referentes às sementes de *A. urundeuva*, bem como aos diferentes aspectos relacionados com a produção e tecnologia de sementes, através de uma revisão sistemática da literatura.

Palavras-chave: Aroeira-do-sertão; tecnologia de sementes; substrato; armazenamento.

What do We Know About Seeds *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl (Anacardiaceae)? A Review of an Endangered Species of Socioeconomic Importance

ABSTRACT – *Astronium urundeuva* Allemão, popularly known as aroeira-do-sertão, is a forest species native from Brazil belonging to the Anacardiaceae family, which stands out for its great socioeconomic importance, due to the use of its wood and as a medicinal plant. Because of its multiple uses, its exploitation is essentially extractive, so that this species has already been listed as threatened with extinction. Seeds are the main form of propagation of forest species, and the most used for planting plantations and for the production of seedlings in nurseries. Therefore, studies related to the most different aspects involving seeds are essential for the conservation of several forest species. The purpose of this review was to gather information regarding *A. urundeuva* seeds, as well as the different aspects related to seed production and technology, through a systematic literature review.

Keywords: Aroeira-do-sertão; seed technology; substrate; storage.

¿Qué Sabemos sobre las Semillas de *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl. (Anacardiaceae)? Revisión de una Especie Amenazada con Importancia Socioeconómica

RESUMEN – *Astronium urundeuva* Allemão, popularmente conocido como aroeira-do-sertão, es una especie forestal originaria de Brasil perteneciente a la familia Anacardiaceae, que destaca por su gran importancia socioeconómica que proviene del uso de su madera y como planta medicinal. Debido a sus múltiples usos y su uso que se da de forma esencialmente extractiva, esta especie ya ha sido catalogada como en peligro de extinción. Las semillas son la principal vía de propagación de las especies forestales, y la más utilizada para la implantación de plantaciones y para la producción de plántulas en viveros. Por lo tanto, los estudios relacionados con los diferentes aspectos relacionados

con las semillas son fundamentales para la conservación de varias especies forestales. El objetivo de esta revisión fue recopilar información sobre las semillas de *A. urundeuva*, así como los diferentes aspectos relacionados con la producción y tecnología de semillas, a través de una revisión sistemática de la literatura.

Palabras clave: Aroeira-do-sertão; tecnología de semillas; sustrato; almacenamiento.

Introdução

Astronium urundeuva (M. Allemão) Engl., que tem como basônimo *Myracrodruon urundeuva* M. Allemão (Mitchell & Dally, 2017; Silva Luz *et al.*, 2020), é uma espécie florestal nativa do Brasil que pertence à família Anacardiaceae, sendo conhecida popularmente como aroeira-do-sertão, aroeira-preta e aroeira-verdadeira. Essa espécie possui uma ampla distribuição por todo o país, ocorrendo em diferentes biomas, como a Mata Atlântica, o Cerrado e, principalmente, a Caatinga (Maia, 2012; Pareyn *et al.*, 2018; Lorenzi, 2020). *A. urundeuva* possui uma madeira de excelente qualidade, sendo muito utilizada para construções internas e externas e na fabricação de estacas e mourões (Lima, 2012; Maia, 2012; Pareyn *et al.*, 2018). Além disso, esta espécie é utilizada pela indústria farmacêutica por possuir diversas propriedades de interesse para a área, como cicatrizantes, antiinflamatórias, analgésicas, antifúngicas e antimicrobianas (Viana *et al.*, 2003; Souza *et al.*, 2007; Carvalho *et al.*, 2017; Galvão *et al.*, 2018; Matos *et al.*, 2019).

Considerando a importância econômica pelo uso da sua madeira e por suas propriedades farmacológicas, *A. urundeuva* tem sido explorada de forma extrativista o que resultou em reduções drásticas nas suas populações naturais e consequente perda de variabilidade genética (Monteiro *et al.*, 2005; Pacheco *et al.*, 2006; Scalón *et al.*, 2012). Devido aos seus múltiplos usos e consequente risco de extinção, a espécie *A. urundeuva* já foi listada como ameaçada de extinção (MMA, Instrução Normativa nº 6, 2008) (Brasil, 2008). Apesar de não ter sido relatada na última lista de espécies ameaçadas (MMA, Portaria nº 443, 2014) (Brasil, 2014), sua população encontra-se gravemente fragmentada e o número de indivíduos maduros está em contínuo declínio (Prado, 1998; Barros *et al.*, 2016). Assim, estudos sobre as suas sementes e que envolvam a sua propagação são necessários para contribuir com estratégias para a sua conservação.

A principal via de propagação de espécies florestais ocorre a partir de sementes, e é a mais utilizada para implantação de plantios e para produção de mudas em viveiro (Franzon *et al.*, 2010; Guedes *et al.*, 2011). Dessa forma, a investigação dos diversos fatores que envolvam a propagação por sementes de espécies florestais nativas é fundamental, principalmente a germinação e o vigor para a tecnologia e produção de sementes (Piña-Rodrigues *et al.*, 2015; Araújo *et al.*, 2018). Os estudos que envolvem a propagação através de sementes são realizados principalmente com o intuito de aumentar o entendimento sobre os fatores fisiológicos que afetam esse processo, observando as respostas germinativas das mesmas às diversas condições ambientais, tipos de dormência e métodos para superá-las, conhecimentos sobre a morfologia das sementes, maturação e armazenamento (Scalón *et al.*, 2012; Carvalho & Nakagawa, 2012; Baskin & Baskin, 2014; Piña-Rodrigues *et al.*, 2015).

A espécie *A. urundeuva* possui uma grande importância socioeconômica, por esse motivo, esta revisão teve por objetivo reunir informações que envolvam as sementes de *A. urundeuva*, bem como os diferentes aspectos relacionados com a produção e tecnologia de sementes, através de uma revisão sistemática da literatura.

Materiais e Métodos

Estratégia de pesquisa

Foi realizada uma revisão sistemática de literatura, conforme a metodologia proposta por Sampaio & Mancini (2007). Os seguintes bancos de dados eletrônicos foram utilizados para pesquisa: Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google acadêmico, Portal de Periódicos da CAPES, Web of Science, ScienceDirect, Scopus (Elsevier) e SpringerLink. Foram selecionados artigos escritos e publicados em português e inglês. Ao finalizar a pesquisa em cada base de dados as referências duplicadas foram excluídas.

Amplitude temporal e palavras-chave

A amplitude temporal foi definida entre os anos de 2000 a 2022. A estratégia de pesquisa usou as seguintes palavras-chave para realização das buscas nas bases de dados: “sementes de aroeira-do-sertão”, “sementes de *Myracrodruon urundeuva*”, “seeds aroeira-do-sertão”, “seeds *Myracrodruon urundeuva*”, “maturação de sementes de *Myracrodruon urundeuva*”, “seed maturation of *Myracrodruon urundeuva*”, “germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva*”, “germination of *Myracrodruon urundeuva*”, “armazenamento de sementes de *Myracrodruon urundeuva*”, “seed storage *Myracrodruon urundeuva*”. Na realização da pesquisa foi dada a prioridade ao basinômio *Myracrodruon urundeuva*, devido à mudança de nome da espécie ter ocorrido recentemente.

Resultados e Discussão

O presente estudo identificou e selecionou no levantamento 37 trabalhos envolvendo os diásporos de *A. urundeuva*. A maioria dos estudos inseridos na revisão (94,5%) é de artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais, sendo que aproximadamente 67,5% de todos os trabalhos foram publicados na última década, demonstrando um maior interesse em pesquisas envolvendo os diásporos de *A. urundeuva* nos últimos anos. Dentre os parâmetros avaliados nos estudos, destaca-se o armazenamento com oito trabalhos. Nestes são determinados o tipo de ambiente, de embalagem ou período de tempo que os diásporos de *A. urundeuva* podem ser armazenados. Outros parâmetros que merecem destaque são o substrato e a temperatura de germinação com seis trabalhos cada. Esses estudos buscam identificar os principais tipos substratos e temperaturas ótimas para condução de testes de germinação em diásporos de *A. urundeuva* (Tabela 1).

Tabela 1 – Descrição das características dos estudos inseridos na revisão.

Parâmetros avaliados	Principal resultado	Autor e ano
Armazenamento	O armazenamento dos diásporos por 180 dias acarreta na diminuição do potencial fisiológico, independente da temperatura e UR do ar	Alves <i>et al.</i> (2020a)
Armazenamento	O armazenamento dos diásporos por 180 dias reduz seu desempenho fisiológico, independente do ambiente de armazenamento	Alves <i>et al.</i> (2020b)
Armazenamento	Os diásporos podem ser armazenados por até doze meses em câmara fria	Dorneles <i>et al.</i> (2004)
Armazenamento	Os diásporos podem ser armazenados em lata hermética ou em sacos de polietileno em ambiente controlado por, pelo menos, 30 meses	Caldeira & Perez (2008)
Armazenamento	Os diásporos podem ser armazenados em embalagens impermeáveis em geladeira por até seis meses	Vieira <i>et al.</i> (2011)
Armazenamento	Os diásporos podem ser armazenados em embalagens papel, pano de algodão, plástico ou papel alumínio em geladeira ou freezer	Guedes <i>et al.</i> (2012)
Armazenamento	A germinação se manteve até 12 meses e o vigor foi reduzido após 6 meses, em câmara fria independente da embalagem	Teófilo <i>et al.</i> (2004)
Armazenamento	O armazenamento pode ser realizado em sacos de papel, no ambiente de geladeira ($6 \pm 2^{\circ}\text{C}$), por 360 dias, sem perder a viabilidade	Silva <i>et al.</i> (2021)
Temperatura	Diásporos de <i>A. urundeuva</i> apresentaram maiores porcentagens e velocidades de germinação a 20°C	Oliveira <i>et al.</i> (2014a)
Temperatura e estresse hídrico	A máxima porcentagem de germinação foi obtida em 25°C e $-0,2\text{ MPa}$ foi o potencial osmótico ótimo para a germinação.	Virgens <i>et al.</i> (2012a)
Temperatura e estresse hídrico	Diásporos não toleram altas temperaturas e diminuição dos potenciais osmóticos, pois reduzem a germinação e o vigor	Virgens <i>et al.</i> (2012b)
Temperatura e luz	Os diásporos germinaram na presença e na ausência de luz, e a faixa ótima de germinação foi de 20 a 30°C	Silva <i>et al.</i> (2002)

Temperatura e substrato	A temperatura de 30°C e o substrato areia são indicados para germinação	Guedes <i>et al.</i> (2011)
Temperatura e substrato	Os substratos vermiculita e pó de coco e as temperaturas de 25 e 27°C permitiram um bom desempenho germinativo	Pacheco <i>et al.</i> (2006)
Substrato	A maior porcentagem de germinação foi observada no substrato Plantmax® sem a necessidade de tratamentos pré-germinativos	Scalon <i>et al.</i> (2012)
Substrato	A vermiculita pode ser utilizada para germinação dos diásporos	Bandeira <i>et al.</i> (2017)
Substrato	A aplicação de substâncias húmicas na concentração entre 0 e 0,25% podem promover efeito positivo na germinação	Mota <i>et al.</i> (2015)
Substrato	A utilização de vermiculita como substrato favoreceu a germinação de aroeira-do-sertão	Nascimento <i>et al.</i> (2022)
Luz	A germinação ocorreu na presença e na ausência de luz, variando entre 52,8% e 60% e ocorrendo entre 2 e 3 dias	Dorneles <i>et al.</i> (2005)
Luz	Foi observada a germinação tanto na presença como na ausência de luz	Miranda <i>et al.</i> (2007)
Envelhecimento acelerado	A qualidade fisiológica dos diásporos pode ser avaliada durante 12, 18 e 24 h a 45°C	Caldeira & Perez (2010)
Envelhecimento acelerado	A exposição dos diásporos durante 48 h a 41°C é eficiente para avaliação da qualidade fisiológica dos diásporos	Pacheco <i>et al.</i> (2017)
Secagem	Os diásporos apresentam melhor vigor quando submetidos ao processo de secagem	Araújo <i>et al.</i> (2013)
Secagem	Os diásporos são tolerantes a secagem e sua classificação fisiológica é ortodoxa.	Medeiros <i>et al.</i> (2000)
Germinação	A qualidade fisiológica dos diásporos varia conforme árvores matrizes, anos e locais de coleta	Azevedo <i>et al.</i> (2018)
Germinação	Para superação da impermeabilidade do tegumento dos diásporos, recomenda-se a imersão em ácido sulfúrico por 12 min.	Guedes <i>et al.</i> (2009)
Germinação <i>in vitro</i>	A vermiculita pode ser utilizada em substituição ao ágar como agente de suporte para germinação dos diásporos <i>in vitro</i>	Nascimento <i>et al.</i> (2020)
Germinação <i>in vitro</i>	A utilização de hipoclorito de sódio (1,5%) por 15 minutos é eficiente para desinfestação dos diásporos.	Fernandes (2016)
Germinação em um clima futuro	A precipitação será o principal fator limitante para a germinação dos diásporos	Dantas <i>et al.</i> (2020)
Germinação em um clima futuro	A falta de chuvas afetará a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas, independentemente do aumento da temperatura	Oliveira <i>et al.</i> (2019)
Aplicações farmacêuticas	Proteases, quitinases e lipases exsudadas por diásporos interferem no ciclo de vida de <i>H. contortus</i>	Soares <i>et al.</i> (2018)
Aplicações farmacêuticas	O composto isolado pentadecadienil-fenol dos diásporos apresentou potente atividade contra estágios imaturos do vetor da dengue	Souza <i>et al.</i> (2012)
Estresse hídrico	O condicionamento osmótico realizado não foi eficiente para aumentar a germinação	Cardoso <i>et al.</i> (2012)
Estresse salino	Os diásporos possuem alta tolerância a salinidade	Oliveira <i>et al.</i> (2014b)
Fenologia e germinação	A coleta dos diásporos pode ser realizada entre os meses de agosto e novembro e não apresentam dormência física	Nunes <i>et al.</i> (2008)
Maturação	A maturidade fisiológica dos diásporos ocorre entre 42 e 56 dias após a antese, com cor marrom escura e o epicarpo enrugado	Cruz (2017)
Morfologia	O diásporo é piriforme, com tegumento membranáceo, desprovido de endosperma. A germinação é do tipo epígea fanerocotiledonar	Feliciano <i>et al.</i> (2008)

Caracterização da espécie

A. urundeuva é uma árvore de fuste alto e reto e uma copa larga, com altura entre 5 a 20m na Caatinga e no Cerrado, podendo atingir até 30m na Mata Atlântica. As suas folhas são compostas, alternas, pilosas e imparipinadas com 5 a 9 folíolos. É uma espécie dioica, decídua, heliófila e seletiva xerófila, possui inflorescência do tipo panícula com 12 a 20cm de comprimento,

as suas flores são sésseis e unissexuais. O fruto é uma drupa redonda medindo de 3 a 4mm de diâmetro, indeiscente, quando seco possui cor marrom escura, apresentando sépalas que continuam fixas nos frutos e servem como alas. A madeira possui uma alta densidade, com uma média de $1,19\text{g/cm}^3$, é de grande resistência mecânica e praticamente imputrescível (Figura 1) (Maia, 2012; Lima, 2012; Lorenzi, 2020).

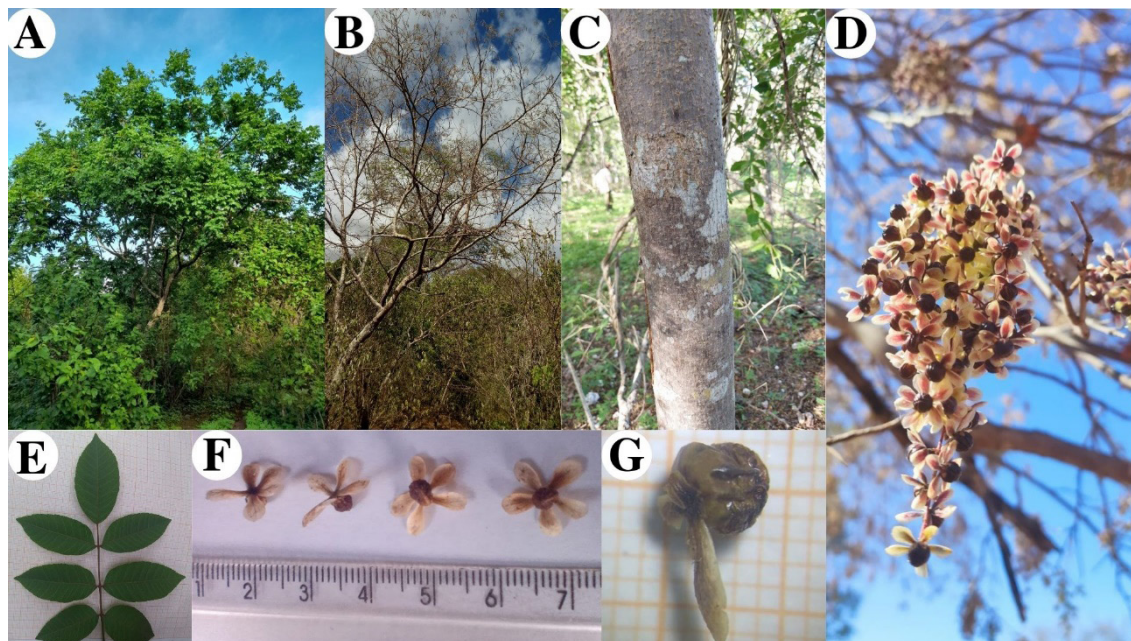


Figura 1 – Aspecto geral da planta adulta (A); aspecto geral da planta adulta em frutificação (B); detalhe do caule (C); diásporos com sépalas persistentes e frutos ainda ligados à planta-mãe (D); folha composta, alterna e imparipinada (E); detalhe dos diásporos (F); e detalhe da semente (G) de *Astronium urundeuva*.
Fonte: Figura 1 (A, B, C, E, F, G) – Augusto Vinicius, Figura 1 (D) – Elaine Lima.

Morfologia dos diásporos

Os estudos que envolvem a morfologia de sementes têm o intuito de contribuir para aprimorar o conhecimento sobre o processo reprodutivo das diferentes espécies vegetais. Esses trabalhos contribuem diretamente para o processo de produção de mudas de espécies florestais nativas, além de serem essenciais para o entendimento do processo de estabelecimento e crescimento inicial das plantas em condições naturais de campo (Guerra *et al.*, 2006).

Feliciano *et al.* (2008) descreveram as principais características morfológicas dos diásporos de *A. urundeuva*. Segundo os autores, a unidade de semeio que é formada pelo fruto-semente é uma drupa globosa ou ovoide, o epicarpo é castanho escuro, membranáceo, rugoso, resinífero com odor bem característico. Urquiza *et al.* (2019) destacam que o fruto/semente de *A. urundeuva* é uma drupa carnosa e indeiscente de formato subglobuloso, medindo de 0,33 a 0,42cm de comprimento e 0,33 – 0,44cm de largura. Os autores destacam ainda que o cálice persistente é composto por sépalas espatuladas medindo entre 0,4 e 0,5cm de comprimento por 0,2 a 0,25cm de largura.

Maturação dos diásporos

Em tecnologia de sementes, o estudo da maturação é importante, pois possibilita conhecer o processo de produção de sementes e determinar o período ideal para coleta. Além disso, visa determinar como e quando é atingido o estágio de máxima qualidade das sementes, pois a permanência delas, ligadas à planta-mãe no campo, pode ocasionar a exposição a intempéries ambientais e a ação de patógenos, o que pode acarretar na perda de viabilidade, influenciando diretamente a germinação e o vigor das sementes (Marcos Filho, 2015; Carvalho & Nakagawa, 2012). Carvalho & Nakagawa (2012) destacam ainda algumas características morfológicas e fisiológicas que são importantes para o estudo da maturação de sementes, como o tamanho, a coloração, o teor de água, a massa seca e a porcentagem de germinação das sementes.

No início da maturação, os diásporos de *A. urundeuva* são verde-claros, passando para uma coloração vinho durante o amadurecimento e marrom-escuro com superfície rugosa quando se encontram secos. As sépalas são persistentes servindo como alas, constituindo uma unidade de dispersão (Maia, 2012). Cruz (2017) avaliando a maturação e qualidade fisiológica de diásporos de *A. urundeuva*, observou que a maturidade fisiológica ocorreu nos estádios denominados de IV, V e VI, o que corresponde entre 42 e 56 dias após a antese. O mesmo autor relatou ainda que a coloração marrom escura e o enrugamento do epicarpo são boas características para indicar o período de maturidade fisiológica, que seria o ideal para a coleta dos diásporos.

Nunes *et al.* (2008) caracterizando a fenologia e a germinação de *A. urundeuva* destacam que a espécie apresentou relações marcantes com as variáveis ambientais, demonstrando ligação direta com a sazonalidade do ambiente. Os autores informam que a coleta dos diásporos pode ser realizada entre os meses de agosto a novembro, não havendo necessidade de escarificação para a germinação, pois não foi observado a presença de dormência física.

Coleta, beneficiamento, teor de água e armazenamento

Os diásporos de *A. urundeuva* devem ser coletados diretamente da planta matriz, apesar de a presença de alas dificultarem a coleta, uma

vez que dispersa as mesmas a longas distâncias (Pereira, 2011; Silva & Dantas, 2012). Para árvores de maior altura, a coleta pode ser realizada com auxílio de um podão, ou um equipamento composto por uma vara longa com um recipiente preso na extremidade (Scremin-Dias *et al.*, 2006). O beneficiamento deve ser realizado através de esfregaço manual com auxílio de uma peneira de malha fina para remoção das alas que são persistentes, para então serem armazenadas (Scremin-Dias *et al.*, 2006; Silva & Dantas, 2012; Oliveira *et al.*, 2016).

O armazenamento dos diásporos tem papel fundamental na conservação *ex situ* de recursos genéticos vegetais em bancos de germoplasma. Com isso é possível manter as unidades de dispersão viáveis por um longo período para serem utilizadas posteriormente em plantios ou para a produção de mudas em viveiros de espécies florestais nativas, auxiliando assim na conservação de diversas espécies de plantas (Morais *et al.*, 2009).

As sementes de *A. urundeuva* são classificadas como ortodoxas, por apresentarem resistência à secagem e poderem ser armazenadas em baixas temperaturas (Medeiros *et al.*, 2000; Guedes *et al.*, 2012; Araújo *et al.*, 2013). O controle do teor de água nas sementes é uma das principais etapas durante o armazenamento, pois sementes que são armazenadas com altos teores de água podem perder a viabilidade e o poder germinativo rapidamente (Araújo *et al.*, 2013). O teor de água em diásporos de *A. urundeuva* pode variar entre 7,61% e 9,7% (Caldeira & Perez, 2008; Vieira *et al.*, 2011; Guedes *et al.*, 2012), sendo tolerantes ao processo de secagem, sem perderem significativamente a viabilidade, apresentando melhor vigor quando submetidos ao processo de secagem (Medeiros *et al.*, 2000; Araújo *et al.*, 2013).

Alguns trabalhos realizados com *A. urundeuva* tem buscado estabelecer as melhores condições de armazenamento para unidades de dispersão dessa espécie. Guedes *et al.* (2012) avaliaram embalagens e ambientes de armazenamento e observaram que o acondicionamento pode ser realizado em papel kraft, pano de algodão, plástico ou papel alumínio, quando mantidas em geladeira ($6 \pm 2^\circ\text{C}$), ou freezer ($-20 \pm 2^\circ\text{C}$) por um período de 240 dias, ou podem ser conservadas em papel alumínio, quando mantidas em câmara fria ($8 \pm 2^\circ\text{C}$).



Caldeira & Perez (2008) observaram que os diásporos de *A. urundeuva* podem ser armazenados por até 30 meses quando mantidas em lata hermética ou sacos de polietileno em ambiente controlado por condicionador de ar ($19,1^{\circ}\text{C} \pm 1,3^{\circ}\text{C}$), enquanto em ambiente de sala ($27,7^{\circ}\text{C} \pm 1,6^{\circ}\text{C}$) com temperatura e umidade variáveis podem ser armazenadas por até seis meses. Já Vieira *et al.* (2011) observaram que a associação de embalagens impermeáveis com ambiente de geladeira (4°C) pode ser eficiente para o armazenamento de diásporos de *A. urundeuva* por até seis meses. Teófilo *et al.* (2004) observaram que a germinação foi mantida por até 12 meses, porém o vigor foi reduzido a partir do sexto mês, quando armazenadas em câmara fria ($10-12^{\circ}\text{C}$), já unidades de dispersão mantidas em condições ambientais ($30-32^{\circ}\text{C}$) e acondicionadas em papel multifoliado perdem a viabilidade a partir de nove meses. Alves *et al.* (2020a, 2020b) afirmam que o armazenamento dos diásporos de *A. urundeuva* por 180 dias reduz o potencial fisiológico, independentemente da temperatura e da umidade relativa do ar.

Germinação dos diásporos

O mecanismo de germinação pode ser definido como um conjunto de processos que estão associados à retomada das atividades metabólicas e o início da formação de uma plântula, a partir do embrião (Carvalho & Nakagawa, 2012). A germinação dos diásporos de *A. urundeuva* é classificada como epígea fanerocotiledonar, com a protrusão da radícula ocorrendo entre um e três dias após a sementeira, a radícula apresenta forma cônica com coloração amarela-esbranquiçada, medindo de 0,07 a 0,09cm de comprimento (Feliciano *et al.*, 2008; Urquiza *et al.*, 2019).

A porcentagem de germinação de *A. urundeuva* pode variar de acordo com o lote de sementes, apresentando valores geralmente acima de 60%. Segundo Azevedo *et al.* (2018), a qualidade fisiológica dos diásporos de *A. urundeuva* é dependente dos fatores ambientais, podendo variar entre árvores matrizes, anos e locais de coleta. Esses autores observaram diferenças para porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência, sendo que a porcentagem de emergência variou entre 16 e 65% e o índice de velocidade de emergência variou entre 0,64 e 3,49. Caldeira & Perez (2010)

destacam que a avaliação da qualidade fisiológica dos diásporos de *A. urundeuva* pode ser realizada através do teste de envelhecimento acelerado a 45°C durante 12, 18 e 24 horas. Já Pacheco *et al.* (2017) recomendam o envelhecimento acelerado durante 48 horas a 41°C para avaliação do potencial fisiológico de diásporos de *A. urundeuva*.

Scalon *et al.* (2012) observaram porcentagens de germinação que variaram entre 13,29 e 39,22% para diásporos imersos em água por 24 horas e controle, respectivamente. Já Guedes *et al.* (2009) destacam que a imersão dos diásporos em ácido sulfúrico por 12 minutos é eficiente para superação da impermeabilidade do tegumento, aumentando a porcentagem de germinação. Dorneles *et al.* (2005) observaram variação de germinabilidade entre 52,8 e 60%, com a germinação ocorrendo entre dois e três dias. Pacheco *et al.* (2006) e Oliveira *et al.* (2014a) observaram elevadas porcentagens de germinação de *A. urundeuva*, entre 93 e 94% respectivamente.

Substrato na germinação

O substrato é responsável por fornecer as condições adequadas de aeração, umidade, suporte para a planta, capacidade de retenção de água e propensão para infestação de patógenos, favorecendo ou prejudicando a germinação (Baskin & Baskin, 2014; Piña-Rodrigues *et al.*, 2015). O tipo de substrato utilizado pode influenciar também a embebição das sementes, principalmente por apresentar diferentes características de potencial hídrico e de capacidade de condução térmica (Lima *et al.*, 2011; Carvalho & Nakagawa, 2012).

Para *A. urundeuva* alguns trabalhos têm relatado quais os substratos são mais indicados para germinação dos diásporos. Pacheco *et al.* (2006) verificaram que os substratos vermiculita e pó de coco propiciaram um bom desempenho germinativo para essa espécie. Já Guedes *et al.* (2011) recomendam a utilização de areia para condução de testes de germinação em diásporos de *A. urundeuva*. Bandeira *et al.* (2017) também buscaram descrever qual o melhor substrato para germinação de *A. urundeuva*, e seus resultados indicaram que a vermiculita propiciou os melhores resultados para germinação dessa espécie. Mota *et al.* (2015) observaram que a aplicação de substâncias húmicas até a concentração

de 0,25% pode promover efeito significativo sobre a germinação e o índice de velocidade de germinação de *A. urundeuva*.

Influência da luz e da temperatura na germinação

A luz e a temperatura são fatores ambientais que podem apresentar influência direta ou indireta sobre a germinação de sementes (Carvalho & Nakagawa, 2012). A luz pode ter interferência na germinação de espécies que necessitem ou não de estímulo luminoso para germinarem, já a temperatura pode interferir na absorção de água e velocidade das reações bioquímicas que regulam todo o metabolismo das sementes (Ferreira & Borghetti, 2004; Kerbauy, 2008; Carvalho & Nakagawa, 2012). Silva *et al.* (2002) avaliando o efeito da luz na germinação de *A. urundeuva* observaram que a germinação ocorreu tanto na ausência como na presença da luz, apesar disso, os autores destacam que os diásporos de *A. urundeuva* mostraram-se ser fotoblásticos negativos preferenciais. Já Dorneles *et al.* (2005) destacam que a germinação dos diásporos de *A. urundeuva* ocorreu entre dois e três dias, independentemente da presença ou ausência de luz, corroborando com o que foi observado por Miranda *et al.* (2007), os autores relataram que a germinação foi efetiva nos dois ambientes, não havendo necessidade do estímulo luminoso para quebra de dormência dos diásporos.

Pacheco *et al.* (2006) observaram que a espécie *A. urundeuva* apresentou um bom desempenho germinativo na faixa de temperatura entre 25 e 27°C, o que condiz com o habitat natural da espécie, já que sua principal área de ocorrência é a Caatinga, onde predomina o clima semiárido. Já Guedes *et al.* (2011) recomendam a temperatura de 30°C para germinação de diásporos de *A. urundeuva*. Silva *et al.* (2002) determinaram que as temperaturas mínimas para germinação de diásporos de *A. urundeuva* variam entre 10 e 15°C e as máximas que variam entre 35 e 40°C. Virgens *et al.* (2012a, 2012b) destacam que a máxima porcentagem de germinação foi obtida na temperatura de 25°C, enquanto na temperatura de 33°C apenas 50% dos diásporos germinaram e na temperatura de 40°C a germinação foi nula. Já no trabalho desenvolvido por Oliveira *et al.* (2014a) foi observado que os diásporos de *A. urundeuva* apresentaram as maiores porcentagens

e velocidades de germinação na temperatura de 20°C.

Estresse hídrico na germinação

A água é sem dúvidas o principal fator que exerce influência na germinação de sementes, pois está envolvida direta e indiretamente em todas as etapas do processo germinativo. A participação da água é fundamental em diversas reações enzimáticas que ocorrem na semente durante a germinação, como a solubilização de metabólitos e na degradação dos tecidos de reserva (Marcos Filho, 2015; Carvalho & Nakagawa, 2012). Os estudos que envolvem o déficit hídrico e como essa condição afeta o processo germinativo tem importância fundamental para entender os limites de tolerância e da capacidade de adaptação das espécies (Larcher, 2000).

A principal técnica para simular condições de restrição hídrica no solo que ocorrem naturalmente no campo tem sido a utilização de soluções com diferentes potenciais osmóticos, como o polietilenoglicol (PEG 6000), um polímero amplamente utilizado, pois não penetra nas células e não causa toxicidade (Hardegree & Emmerich, 1994). O aumento dos potenciais osmóticos pode atrasar ou diminuir as porcentagens de germinação. Virgens *et al.* (2012a, 2012b) observaram que a restrição hídrica induzida por -0,2MPa foi o potencial osmótico ótimo para germinação, enquanto o potencial de -0,7MPa apresentou 50% de germinabilidade e a partir de -0,9MPa a germinação foi nula. Cardoso *et al.*, (2012) observaram que o osmocondicionamento dos diásporos de *A. urundeuva* em PEG 6000 a -1MPa não foi eficiente para aumentar a porcentagem de germinação. Já Oliveira *et al.* (2014b) avaliando o estresse salino promovido por diferentes soluções de NaCl em diferentes condutividades elétricas, observaram que apesar da germinação ocorrer de forma mais lenta, os diásporos de *A. urundeuva* toleram alta salinidade no solo, até 12dS.m⁻¹.

Germinação *in vitro*

A germinação de sementes *in vitro* é uma técnica da cultura de tecidos vegetais que tem sido muito utilizada como suporte aos protocolos de micropropagação. Essa técnica possibilita a obtenção de explantes livres de contaminação, constituindo uma excelente fonte, além de manter



a variabilidade genética. A germinação *in vitro* de espécies lenhosas como a *A. urundeuva* deve superar problemas como os altos índices de contaminação e a liberação de compostos fenólicos que são comuns nessas espécies (Gomes, 2007; Nery, 2008; Nery *et al.*, 2008).

Fernandes (2016) observou que a utilização de hipoclorito de sódio a 1,5% por 15 minutos e o fungicida a base de 1% m/v de Carboxina + 1% m/v de Tiram na dose de 0,5ml foram eficientes para assepsia e germinação *in vitro* de *A. urundeuva*. O mesmo autor observou ainda que a germinação e o desenvolvimento inicial *in vitro* podem ser realizados na concentração de 25% de sais do meio MS (Murashige e Skoog), reduzindo os custos de produção do meio de cultura e mantendo a qualidade do material vegetal. Nascimento *et al.* (2020) avaliando a germinação *in vitro* de *A. urundeuva* observaram que a vermiculita quando utilizada em substituição ao ágar como agente de suporte no meio de cultura aumenta a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação. Nesse mesmo trabalho foi possível observar também que a adição de sacarose ao meio de cultura com ágar como agente de suporte pode influenciar negativamente o tempo médio de germinação e a velocidade média de germinação dos diásporos.

Germinação dos diásporos de *A. urundeuva* em possíveis cenários de mudanças climáticas

Em um cenário de possíveis mudanças climáticas globais, onde uma das suas principais causas é o aumento na emissão de gases que causam o efeito estufa, modificações das condições do ambiente são esperadas. Considerando cenários climáticos futuros que preveem um aumento considerável na temperatura média global e uma diminuição nos níveis de precipitação, surge a preocupação de como essas mudanças podem afetar a sobrevivência e a distribuição de espécies vegetais, já que sabemos que tanto a temperatura como a água podem afetar diretamente todos os estágios de desenvolvimento de uma planta, desde a sua germinação até o seu estabelecimento e crescimento no campo (Maraghni *et al.*, 2010; IPCC, 2014).

Alguns trabalhos têm buscado mostrar como os diásporos de *A. urundeuva* irão se comportar em um clima futuro, com menor quantidade de chuva,

elevação da temperatura e aumento da salinidade no solo, projetando suas respostas germinativas para cenários climáticos futuros. Oliveira *et al.* (2019) buscaram avaliar estresses ambientais e germinação de diásporos de *A. urundeuva* em um clima futuro. Esses autores observaram que os diásporos são tolerantes a temperaturas variadas e diversos potenciais osmóticos, porém essa tolerância pode variar a depender da qualidade fisiológica do lote de sementes. Cenários climáticos futuros indicam que em 2100 a restrição hídrica será o principal problema para germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de *A. urundeuva*, independentemente do aumento da temperatura (Oliveira *et al.*, 2019). Dantas *et al.* (2020) chegaram às mesmas conclusões, afirmando que a redução da precipitação e não o aumento da temperatura do solo afetará a germinação de sementes e o crescimento inicial de plântulas de espécies florestais nativas do bioma Caatinga, como a *A. urundeuva*, em um cenário futuro de possíveis mudanças climáticas.

Aplicações farmacêuticas

A. urundeuva tem sido utilizada para diversos fins medicinais e alguns estudos têm mostrado propriedades farmacêuticas através da utilização dos seus diásporos. Souza *et al.* (2012) isolaram o composto pentadecadienil-fenol dos diásporos de *A. urundeuva* e observaram uma potente atividade inseticida contra estágios imaturos do mosquito transmissor da dengue (*Aedes aegypti*), sendo considerado o principal princípio com propriedades larvicidas contra larvas de *A. aegypti*. Soares *et al.* (2018) observaram atividade anti-helmíntica a partir de exsudatos obtidos dos diásporos de *A. urundeuva* com a capacidade de interferir no ciclo de vida de *Haemonchus contortus*, espécie de nematódeo causador da Hemoncose, doença parasitária de ruminantes que acomete principalmente ovinos e caprinos.

Considerações Finais

Como observado vários trabalhos já foram realizados envolvendo a produção e tecnologia de sementes de *A. urundeuva*. Ao todo, 37 estudos foram selecionados e inseridos nesta revisão. Essas pesquisas são fundamentais para a conservação da espécie que é ameaçada devido à exploração extrativista. Estudos voltados para uma melhor

compreensão do comportamento fisiológico dos diásporos de *A. urundeuva* são essenciais, pois mostram como e quando podemos coletar os diásporos, como armazená-los, como proceder com testes de germinação e como os mesmos se comportam quando submetidos a condições de estresses abióticos. Pesquisas futuras que envolvam a análise através de imagens de seus diásporos e plântulas, bem como estudos voltados para hidratação descontínua e memória hídrica de suas sementes, devem ser realizados com intuito de aprimorar os métodos de propagação dessa espécie, auxiliando assim na conservação *ex situ* de *A. urundeuva*.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro através da bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor. E à Elaine Lima, por ter gentilmente cedido a Figura 1D.

Referências

- Alves RM, Silva MAD, Silva EF, Silva JN, Moura DP & Costa SAT. Aspectos germinativos e bioquímicos de diásporos de aroeira-do-sertão, armazenados e submetidos ao condicionamento fisiológico. *Diversitas Journal*, 5(4): 2358-2373, 2020.
- Alves RM, Silva MAD, Silva EF, Alves RJR, Moura DP & Silva JN. Stored diaspores of *Astronium urundeuva* Fr. (M. Allemão) Engl. (Anacardiaceae) submitted to hydropriming. *Journal of Seed Science*, 42(202042026): 2317-1545, 2020.
- Araújo MM, Navroski MC & Schorn LA. 2018. Produção de Sementes e Mudanças: um enfoque à Silvicultura. Santa Maria/RS, Editora UFSM, 448p.
- Araújo MN, Dantas BF & Pelacani CR. 2013. Teor de água sobre a germinação de sementes de aroeira-do-sertão, p. 414-415. In: Anais do I Simpósio da Rede de Recursos Genéticos Vegetais do Nordeste, Magistra, Cruz das Almas/BA, v. 25.
- Azevedo AIB, Silva GZ, Bruno RLA, Andrade AP & Cruz JO. Chronological analysis of the physiological quality of diaspores of *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. in semiarid regions. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 40: e39423, 2018.
- Bandeira AS, Nunes RTC, Júnior EP & Morais OM. Avaliação do potencial fisiológico das unidades de propagação de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), com e sem exocarpo e mesocarpo, em diferentes substratos. *Revista de Ciências Agrárias*, 40(1): 53-60, 2017.
- Baskin CC & Baskin JM. 2014. *Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination*. New York: Academic, 1600p.
- Brasil. 2008. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa n.º 006 de 23 de setembro de 2008. Disponível em: https://servicos.ibama.gov.br/phocadownload/legislacao/in_06_lista_flora_ameacada_extincao.pdf. Acesso em 15/05/2021
- Brasil. 2014. Ministério do Meio Ambiente. Portaria n.º 443 de 17 de dezembro de 2014. Disponível em: https://dados.gov.br/dataset/portaria_443. Acesso em 15/05/2021.
- Barros FN, Nascimento VT & Medeiros PM. Ethnobotany and Population Status of *Myracrodruon urundeuva* Allemão in Rural Northeastern Brazil. *Economic Botany*, 70(1): 79-84, 2016.
- Caldeira SF & Perez SCJGA. Qualidade de diásporos de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. armazenados sob diferentes condições. *Revista Brasileira de Sementes*, 30(3): 185-194, 2008.
- Caldeira SF & Perez SCJGA. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para diásporos de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem). *Revista Árvore*, 34(2): 215-221, 2010.
- Carvalho CES, Sobrinho-Junior EPC, Brito LM, Nicolau LAD, Carvalho TP, Moura AKS, Rodrigues KAF, Carneiro SMP, Arcaño DDR, Citó AMG & Carvalho FAA. Anti-Leishmania activity of essential oil of *Myracrodruon urundeuva* (Engl.) Fr. All.: Composition, cytotoxicity and possible mechanisms of action. *Experimental Parasitology*, 175: 59-67, 2017.
- Carvalho NM & Nakagawa J. 2012. *Sementes: Ciência Tecnologia e Produção*. 5ª edição, Jaboticabal/SP, FUNEP, 590p.
- Cardoso NS, Oliveira LM, Fernandez LG, Pelacani CR, Souza CLM & Oliveira ARMF. Osmocondicionamento na germinação de sementes, crescimento inicial e conteúdo de pigmentos de *Myracrodruon urundeuva* fr. Allemão. *Revista Brasileira de Biociências*, 10(4): 457-461, 2012.
- Cruz JO. 2017. *Maturação e qualidade fisiológica de diásporos de Myracrodruon urundeuva Fr. All. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia)*. Universidade Federal da Paraíba. 73p.
- Dantas BF, Moura MSB, Pelacani CR, Angelotti F, Taura TA, Oliveira GM, Bispo JS, Matias JR, Silva FFS, Pritchard HW & Seal CE. Rainfall, not soil temperature, will limit the seed germination of dry forest species with climate change. *Oecologia*, 192(2): 529-541, 2020.

- Dorneles MC, Ranal MA & Santana DG. Germinação de diásporos recém-colhidos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) ocorrente no cerrado do Brasil Central. *Revista Brasileira de Botânica*, 28(2): 399-408, 2005.
- Fernandes DA. 2016. Germinação e propagação *in vitro* de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (aroeira-do-sertão). Tese de Doutorado (Doutorado em Agricultura Tropical). Universidade Federal do Mato Grosso. 110p.
- Feliciano ALP, Maragon LC & Holanda AC. Morfologia de sementes, de plântulas e de plantas jovens de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 8(1): 110-118, 2008.
- Franzon RC, Carpenedo S & Silva JCS. 2010. Produção de mudas: principais técnicas utilizadas na propagação de fruteiras. Planaltina/DF, Embrapa Cerrados, 56p.
- Ferreira AG & Borghetti F. 2004. Germinação – Do básico ao aplicado. Edição 1. Artmed, Porto Alegre, 317p.
- Galvão WRA, Braz Filho R, Canuto KM, Ribeiro PRV, Campos AR, Moreira ACOM, Silva SO, Mesquita Filho FA, Santos SAAR, Melo Junior JMA, Gonçalves NGG, Fonseca SGC & Bandeira MAM. Gastroprotective and antiinflammatory activities integrated to Chemical composition of *Myracrodruon urundeuva* Allemão – A conservationist proposal for the species. *Journal of Ethnopharmacology*, 222: 177-189, 2018.
- Gomes MLO. 2007. Germinação *in vitro* de *Parkinsonia aculeata* L.: uma espécie de uso múltiplo ocorrente nas matas ciliares da caatinga. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Botânica). Universidade Rural de Pernambuco, 43p.
- Guedes RS, Alves EU, Gonçalves EP, Colares PNQ, Medeiros MS & Silva KB. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Myracrodruon urundeuva* Freire Allemão. *Revista Árvore*, 33(6): 997-1003, 2009.
- Guedes RS, Alves EU, Bruno RLA, Gonçalves EP, Costa EG & Medeiros MS. Armazenamento de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em diferentes embalagens e ambientes. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 14(1): 68-75, 2012.
- Guedes RS, Alves EU, Gonçalves EP, Colares PNQ, Medeiros MS & Viana JS. Germinação e vigor de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Allemão em diferentes substratos e temperaturas. *Revista Arvore*, 35(5): 975-982, 2011.
- Guerra MEC, Medeiros Filho S & Gallão MI. Morfologia de sementes, de plântulas e da germinação de *Copaifera langsdorfii* Desf. (Leguminosae-Caesalpinioideae). *Cerne*, 12(4): 322-328, 2006.
- Hardegree SP & Emmerich WE. Seed germination response to polyethylene glycol solution depth. *Seed Science and Technology*, 22(1): 1-7, 1994.
- IPCC. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (eds Core Writing Team, R. K. Pachauri, L. A. Meyer), IPCC, Geneva, 2014. 151p.
- Larcher W. 2000. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos: Rima Artes e Textos, 531p.
- Lima BG. 2012. Caatinga: Espécies lenhosas e herbáceas. Mossoró/RN, Editora Universitária da UFERSA, 2011. 316p.
- Lima CR, Pacheco MV, Bruno RLA, Ferrari CS, Braga Júnior JM & Bezerra AKD. Temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* TUL. *Revista Brasileira de Sementes*, 33(2): 216-222, 2011.
- Lorenzi H. 2020. *Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. vol.1. 5ª edição. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 381p.
- Kerbauly GB. 2008. *Fisiologia vegetal*. Ed. Guanabara Koogan, 2ª Ed. Rio de Janeiro, 431p.
- Maia GN. 2012. *Caatinga: Árvores e arbustos e suas utilidades*. 2 ed. Fortaleza/CE. Printcolor Gráfica e Editora, 413p.
- 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*, 76(3): 453-459, 2010.
- Marcos Filho J. 2015. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: Fealq, 660p.
- Matos AA, Oliveira FA, Machado AC, Saldanha LL, Tokuhara CK, Souza LP, Vilegas W, Dionísio TJ, Santos C, Peres-Buzalaf C, Dokkedal AL & Oliveira E. An extract from *Myracrodruon urundeuva* inhibits matrix mineralization in human osteoblasts. *Journal of Ethnopharmacology* 237: 192-201, 2019.
- Medeiros ACS, Smith R, Probert R & Sader R. Comportamento fisiológico de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.), em condições de armazenamento. *Boletim de Pesquisa Florestal*, 40: 85-98, 2000.
- Mitchell DJ & Daly DC. Notes on *Astronium* Jacq. (Anacardiaceae), including a dwarf new species from the Brazilian Shield. *Brittonia*, 69(4): 457-464, 2017.

- Miranda WO, Brandão DO, Arruda DM, Nunes YRF, Veloso MDM & Silva CHP. 2007. Influência da luz na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) ocorrentes em dois fragmentos de Floresta Estacional decidual no Norte de Minas Gerais, p. 1790-1791. In: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu/MG, 2181p.
- Morais OM, Oliveira RH, Oliveira SL, Santos VB & Silva JCG. Armazenamento de sementes de *Annona squamosa* L. Biotemas, 22(4): 33-44, 2009.
- Monteiro JM, Lins Neto EMF, Amorim ELC, Strattmann RR, Araújo EL & Albuquerque UP. Teor de taninos em três espécies medicinais arbóreas simpátricas da Caatinga. Revista Árvore, 29(6): 999-1005, 2005.
- Mota AR, Silva RJ, Souza PB, Oliveira LM & Santos ACM. Efeito da substância húmica na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 10(3): 26-30, 2015.
- Nascimento AVS, Mendonça AMC, Silva Júnior CD, Santana MC, Santos PAA. *In vitro* germination and micropropagation of *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae). Plant Cell Culture & Micropropagation, 16(16): e156, 2020.
- Nascimento AVS, Mendonça AMC, Campos JA, Santana MC & Santos PAA. Seed germination of *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl. and *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan in different substrates. Colloquium Agrariae, 18(1): 64-73, 2022.
- Nery FC. 2008. Germinação, cultivo *in vitro* e tolerância ao congelamento de sementes de angico vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan). Tese de Doutorado (Doutorado em Fisiologia Vegetal), Universidade Federal de Lavras, 227p.
- Nery MC, Carvalho MLM, Oliveira LM, Nery FC & Silva DG. Germinação *in vitro* e *ex vitro* de embriões/ sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich. Cerne, 14(1): 1-8, 2008.
- Nunes YRF, Fagundes M, Almeida HS & Veloso MDM. Aspectos ecológicos da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão-Anacardiaceae): fenologia e germinação de sementes. Revista Árvore, 32(2): 233-243, 2008.
- Oliveira MC, Ogata RS, Andrade GA, Santos DS, Souza RM, Guimarães TG, Silva Júnior MC, Pereira DJS & Ribeiro JF. 2016. Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado. Editora Rede de Sementes do Cerrado, 124p.
- Oliveira GM, Silva FFS, Araújo MN, Costa DCC, Gomes SEV, Matias JR, Angelotti F, Cruz CRP, Seal CE & Dantas BF. Environmental stress, future climate, and germination of *Myracrodruon urundeuva* seeds. Journal of Seed Science, 41(1): 32-43, 2019.
- Oliveira GM, Matias JR, Ribeiro RC, Barbosa LG, Silva JESB & Dantas BF. Germinação de sementes de espécies arbóreas nativas da Caatinga em diferentes temperaturas. Scientia Plena, 10(4): 1-6, 2014a.
- Oliveira GM, Matias JR, Silva PP, Ribeiro RC & Dantas BF. 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): 71-73, 2014b.
- Pacheco MV, Matos VP, Ferreira RLC, Feliciano ALP & Pinto KMS. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). Revista Árvore, 30(3): 359-367, 2006.
- Pacheco MV, Bruno RLA, Ferrari CS, Dantas JA & Araújo FS. Teste de envelhecimento acelerado em diásporos de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. Revista Biociências, 23(1): 76-82, 2017.
- Pareyn FGC, Araújo EL, Drummond MA, Miranda MJAC, Souza CA, Silva APS, Brazolin S & Marques KKM. 2018. *Myracrodruon urundeuva* – Aroeira, p. 766-772. In: Coradin L, Camillo J & Pareyn FGC (orgs.). Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial - Plantas para o Futuro: Região Nordeste. Brasília/DF MMA, 1311p.
- Pereira MS. 2011. Manual técnico: conhecendo e produzindo sementes e mudas da caatinga. Fortaleza: Associação Caatinga, 60p.
- Piña-Rodrigues FCM, Figliolia MB & Silva A. 2015. Sementes Florestais Tropicais: da ecologia à produção. Londrina: ABRATES, 477p.
- Prado D. 1998. *Astronium urundeuva*. A Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN, 1998: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T32020A9674552.en>. Acesso em 15/05/2021.
- Sampaio RF & Mancini MC. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. Revista Brasileira de Fisioterapia, 11(1): 83-89, 2007.
- Scalon SPQ, Scalon Filho H & Masetto TE. Aspectos da germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de aroeira. Cerne, 18(4): 533-539, 2012.
- Scremin-Dias E, Battilani JL, Souza ALT, Pereira SR, Kalife C, Souza PR & Jeller H. 2006. Produção de sementes de espécies florestais nativas: manual. Rede de sementes do Pantanal, 46p.
- Silva LMM, Rodrigues TJD & Aguiar IB. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). Revista Árvore, 26(6): 691-697, 2002.

Silva VB, Almeida-Bezerra JW, Alcântara BM & Silva MAP. Avaliação da germinação de diásporos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) submetidos a diferentes métodos de armazenamento. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, 10(1): 085-096, 2021.

Silva FFS & Dantas BF. Coleta e beneficiamento de sementes da Caatinga. *Informativo ABRATES*, 22(3): 16-19, 2012.

Silva-Luz CL, Pirani JR, Pell SK & Mitchell JD. Anacardiaceae in Flora do Brasil 2020 em construção. 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB115185>>. Acesso em: 12 fev. 2021.

Soares AMS, Oliveira JTA, Rocha CQ, Ferreira ATS, Perales J, Zanatta AC, Vilegas W, Silva CR & Costa-Junior LM. *Myracrodruon urundeuva* seed exudates proteome and anthelmintic activity against *Haemonchus contortus*. *PLoS ONE*, 13(7): 1-12, 2018.

Souza SMC, Aquino LCM, Milach Jr. AC, Bandeira MAM, Nobre MEP & Viana GSB. Antiinflammatory and antiulcer properties of tannins from *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) in rodents. *Phytotherapy Research*, 21(3): 220-225, 2007.

Souza TM, Cunha AP, Farias DF, Machado LK, Morais SM, Ricardo NMPS & Carvalho AFU. Insecticidal activity against *Aedes aegypti* of m-pentadecadienylphenol isolated from *Myracrodruon urundeuva* seeds. *Pest Management Science*, 68 (10): 1380-1384, 2012.

Teófilo EM, Silva SO, Bezerra AME, Medeiros Filho S & Silva FDB. Qualidade fisiológica de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) em função do tipo de embalagem, ambiente e tempo de armazenamento. *Revista Ciência Agronômica*, 35(2): 371-376, 2004.

Urquiza NG, Carvalho JN, Corrêa CE, Pimentel LB, Pífano DS & Rodrigues RC. 2019. Guia de propágulos e plântulas da Caatinga. Petrolina/PE: Ed. Cogito, 58p.

Viana GSB, Bandeira MAM & Matos FJA. Analgesic and antiinflammatory effects of chalcones isolated from *Myracrodruon urundeuva* Allemão. *Phytomedicine*, 10(2-3): 189-195, 2003.

Vieira GC, Barreto AMR, Barberena IM & Morais AM. Avaliação de técnicas de armazenamento de sementes de Aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) de baixo custo. *Enciclopédia Biosfera*, 7(13): 112-119, 2011.

Virgens IO, Castro RD, Fernandez LG & Pelacani CR. Comportamento fisiológico de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae) submetidas a fatores abióticos. *Ciência Florestal*, 22(4): 681-692, 2012a.

Virgens IO, Fernandez LG, Castro RD & Pelacani CR. Avaliação fisiológica e bioquímica da germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes condições abióticas. *Informativo ABRATES*, 22(3): 24-28, 2012b.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.
Fluxo Contínuo
n.4, 2022

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886