

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
Pró-Reitoria de Pesquisa e Ensino de Pós-Graduação
Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais
Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Horticultura Irrigada

KATIANE DA CONCEIÇÃO SANTOS

LONGEVIDADE DE SEMENTES DE *Aspidosperma pyrifolium* MART. ZUCC.
(APOCYNACEAE) E SUA RELAÇÃO COM A HIDRATAÇÃO DESCONTÍNUA NA
AQUISIÇÃO DE TOLERÂNCIA AOS ESTRESSES ABIÓTICOS E NO
DESENVOLVIMENTO INICIAL

JUAZEIRO-BA

2019

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
Pró-Reitoria de Pesquisa e Ensino de Pós-Graduação
Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais
Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Horticultura Irrigada

KATIANE DA CONCEIÇÃO SANTOS

LONGEVIDADE DE SEMENTES DE *Aspidosperma pyrifolium* MART. ZUCC.
(APOCYNACEAE) E SUA RELAÇÃO COM A HIDRATAÇÃO DESCONTÍNUA NA
AQUISIÇÃO DE TOLERÂNCIA AOS ESTRESSES ABIÓTICOS E NO
DESENVOLVIMENTO INICIAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia: Horticultura Irrigada da Universidade do Estado da Bahia, como parte do requisito para a obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Horticultura Irrigada.

Orientadora: Dr. Bárbara França Dantas.

Co-Orientador: Dr. Marcos Vinicius Meiado.

JUAZEIRO-BA

2019

DEDICATÓRIA

Dedico este meu trabalho ao meu amado irmão, João Francisco (in memorian), que trilhou ao meu lado essa trajetória, tornando-a menos árdua. Ter a certeza de que agora você está aqui vibrando comigo essa conquista conforta meu coração. Essa vitória é para você!

AGRADECIMENTOS

Cheguei a pensar que não conseguiria, mas consegui! Até mesmo pensei em desistir, mas graças a um Deus grandioso que me sustentou e me fortaleceu isso não aconteceu. A ti, Deus, toda honra e toda glória! Minha imensa gratidão desde o momento da decisão a realização da seleção até aqui.

A minha família, que é simplesmente inexplicável! Deus caprichou demais, demais mesmo, pois me deu um pai muito guerreiro, que não teve sequer a oportunidade de ir à escola, mas batalhou incessantemente ao lado da minha mãe para que todos os filhos pudessem concluir o ensino superior e isso foi possível. Sei que não foi nada fácil para vocês, mas todo amor e dedicação foram empenhados nessa batalha. Aos senhores Agripino e Acascia, toda minha gratidão!

A minha irmã Kátia e ao meu cunhado Marcelo, os encarregados de me levarem e buscarem por algumas vezes, não há palavras que caiba o tamanho dos meus agradecimentos, sei que nunca mediram esforços para que eu chegasse até aqui. A minha irmã Karine, por todas as roupas emprestadas, por todas as vezes que deixei as minhas em Juazeiro e por quando não deixei também (tenho as minhas, mas gosto mais das suas), por todas as vezes que foi pagar as minhas contas da Vivo e não deixou meu celular bloquear. Brincadeiras à parte, nisso tudo há muito amor e paciência bem presente! Sei da sua dedicação para que eu me mantivesse em Juazeiro e concluísse o mestrado.

Ao meu irmão João Francisco, por todas as mensagens, vídeos, músicas de força divina, elas chegavam sempre em momentos propícios, me fortificavam, curavam as dores, amenizava as lágrimas que por diversos momentos pareciam não cessar. Você foi instrumento

de Deus na minha vida e da nossa família, me ensinava diariamente sobre esse amor inexplicável, esse amor do alto e é esse mesmo amor que tem nos mantido. A todos meus tios e primos, em especial a alma de Tio Zé Miúdo e Tia Maria, que partiram durante essa trajetória. Amo vocês, família!

Aos meus orientadores, por terem me aguentado nessa trajetória. A Dra. Bárbara França Dantas, por todo apoio até aqui, sempre esteve disponível a me ajudar desde o momento da minha decisão de fazer a seleção. Sei que te dei muito trabalho, mas sou imensamente grata por toda paciência e dedicação durante esse tempo. Sei o quanto dá o seu melhor no seu trabalho e que isso possibilita e transforma a vida de muitos alunos que têm o privilégio de ter você como orientadora.

Ao meu co-orientador e também amigo, Dr. Marcos Vinicius Meiado, por ter atendido a todos meus gritos de socorro. Sei que não foram poucos, você foi e é inspiração para mim desde que chegou à UFS. Gratidão por todo apoio até aqui!

Aos irmãos que Deus me deu a oportunidade de escolher e que chamamos de amigos, são muitos, mas quero agradecer em especial a Xênia, que tive a oportunidade de morar por alguns meses e que foi fundamental para minha adaptação em Juazeiro. Você teve uma importância imensa! A Cris, que eu teria que viver outras vidas para conseguir agradecer tudo que sempre fizeste por mim, quem sempre me socorreu e que teve uma paciência imensa comigo. Não se explica ser bondoso como você. O mundo precisa mais de seres como você. A Andreza e toda sua família, por sempre estarem disposta a me escutar, por puxar minhas orelhas sempre que precisei. A Yara, que sempre vibrou comigo. A Daianne, por me aguentar nas inúmeras chamadas de vídeos. A Sol, que é mais que minha terapeuta, é uma benção na minha vida!

Às meninas da república, por sempre me acolherem, Daianne, Neidinha, Renata, Islane, Andreia, Cintyan e Erica. As parceiras do mestrado, em especial Tailane, Jamilla e Itala, que se tornaram minhas irmãs. A dona Josefa, por sempre me amparar. Às minhas vizinhas Roza, Ana Luiza, Maria Luiza e Wanessa, por cuidarem de mim e me darem comida. Às amigas do Vale, Raiane, Paulinha, Raquel, Bruna, Camila e Juliana.

Aos componentes do LASESA, por todo apoio e ajuda, em especial ao Chefe, fonte de inspiração, a Jasmine, Janete, Sara, Tata, Fabricio, Samara e Gilmar. A todos que formam o LAFISE, por todo carinho, por sempre me acolherem e por toda disposição na ajuda aos meus experimentos. A vocês, Laura, Jaqueline, Paulo, Ayslan, Juliana, Franciele, Bianca, Rafaela e Igor, obrigada por toda ajuda nas edições dos gráficos. Riclécia e Joana, que me receberam com todo carinho na casa de vocês durante essa trajetória.

Obrigada a todos que contribuíram para a concretização dessa etapa na minha vida! Certamente ela se tornou menos árdua e mais cheia de satisfação e alegria!

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	9
GENERAL ABSTRACT	11
INTRODUÇÃO	13
REVISÃO DE LITERATURA	15
DESENVOLVIMENTO E GERMINAÇÃO DE SEMENTES.....	15
HIDRATAÇÃO DESCONTÍNUA EM SEMENTES.....	16
ESPÉCIE ESTUDADA.....	18
CAPÍTULO I	21
INFLUÊNCIA DA HIDRATAÇÃO DESCONTINUA EM SEMENTES ARMAZENADAS E NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE <i>Aspidosperma pyrifolium</i> MART. ZUCC. (APOCYNACEAE)	23
RESUMO	25
ABSTRACT	26
INTRODUÇÃO.....	27
MATERIAL E MÉTODOS.....	28
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
REFERÊNCIAS	39
CAPÍTULO II.....	49
TOLERÂNCIA DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE <i>Aspidosperma pyrifolium</i> MART. & ZUCC QUANDO SUBMETIDAS AOS ESTRESSES HÍDRICO, SALINO E TÉRMICO SOBRE A INFLUÊNCIA DOS CICLOS DE HIDRATAÇÃO E SECAGEM.....	49

RESUMO	49
ABSTRACT	50
INTRODUÇÃO.....	51
MATERIAL E MÉTODOS.....	52
RESULTADOS.....	54
DISCUSSÃO.....	62
CONCLUSÕES	64
REFERÊNCIAS	64

**LONGEVIDADE DE SEMENTES DE *Aspidosperma pyrifolium* MART. ZUCC.
(APOCYNACEAE) E SUA RELAÇÃO COM A HIDRATAÇÃO DESCONTÍNUA NA
AQUISIÇÃO DE TOLERÂNCIA AOS ESTRESSES ABIÓTICOS**

RESUMO GERAL

Ambientes áridos e semiáridos são caracterizados por altas temperaturas, chuvas irregulares e escassez hídrica. Essas características, aliadas com o presente quadro de alterações climáticas, levam à necessidade do desenvolvimento de novas técnicas, que possibilitem a realização de programas de restauração. Dentre essas tem, por exemplo, o hidrocondicionamento ou hidratação descontínua de sementes, que tem um custo benefício acessível. Sendo assim, o objetivo do presente estudo é avaliar a germinação das sementes de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. Zucc. (Apocynaceae) de diferentes lotes armazenados, investigando se as sementes dessa espécie possuem memória hídrica. Foram selecionados cinco lotes de sementes coletados nos anos 2012, 2013, 2015, 2016 e 2017, os quais estavam armazenados em câmara fria desde a coleta. Inicialmente, foram realizados testes de germinação e de teor de água para analisar a qualidade de cada lote para, posteriormente, realizar a curva de embebição, determinando três pontos correspondentes à $\frac{1}{2}$ da fase I, $\frac{1}{4}$ da fase II e $\frac{3}{4}$ da fase II do processo de embebição. Em seguida, as sementes foram submetidas a ciclos de hidratação e secagem, nos três tempos determinados na curva de embebição. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. Em seguida, foi selecionado um lote de sementes correspondente a um ano de coleta e um tempo de hidratação para, assim, serem submetidas aos ciclos de hidratação e desidratação e, posteriormente, aos estresses ambientais (i.e., estresses hídrico, salino e térmico). A avaliação da germinação foi realizada diariamente, nos

cinco primeiros dias e depois aos 7, 14 e 21 dias após a semeadura. A germinação diminuiu gradativamente com o tempo de armazenamento das sementes. Os ciclos reduziram a germinação da espécie estudada, quanto maior o tempo de hidratação, maior a influência negativa sobre a germinação da espécie. A espécie estudada não possui tolerância aos estresses hídrico, salino e térmico. Sendo assim, é possível afirmar a ausência de memória hídrica em sementes de *A. pyrifolium*.

Palavras-chave: Hidrocondicionamento, germinação, Caatinga.

**LONGEVITY OF SEEDS OF *Aspidosperma pyrifolium* MART. ZUCC.
(APOCYNACEAE) AND ITS RELATIONSHIP WITH THE DISCONTINUOUS
HYDRATION IN THE ACQUISITION OF TOLERANCE TO ABYOTIC STRESSES**

GENERAL ABSTRACT

Arid and semi-arid environments are characterized by high temperatures, irregular rainfall and water scarcity.. These characteristics allied with the present climate change framework lead to the need for the development of new techniques that allow the realization of restoration programs. These include, for example, hydrocondicionamento or discontinuous hydration of seeds, which has an affordable cost benefit. Therefore, the objective of the present study is to evaluate the germination of *Aspidosperma pyrifolium* Mart seeds. Zucc. (Apocynaceae) of different stored lots, investigating if the seeds of this species have water memory. Five seed lots collected in the years 2012, 2013, 2015, 2016 and 2017 were selected, which were stored in a cold room since collection. Initially, germination and water content tests were carried out to analyze the quality of each batch and then to perform the imbibition curve, determining three points corresponding to $\frac{1}{2}$ of phase I, $\frac{1}{4}$ of phase II and $\frac{3}{4}$ of phase II of the imbibition process. After the seeds were submitted to cycles of hydration and drying, in the three times determined in the imbibition curve. Next, a seed lot corresponding to one year, and one time, was selected to be submitted to the environmental, water, saline and thermal stresses. Germination evaluation was performed daily in the first five days, and then at 7, 14 and 21 days after sowing. The germination decreased gradually with the storage time of the seeds. The cycles reduced the germination of the species studied, the higher the hydration time the

greater the negative influence on the germination of the species. It is still not possible to affirm the occurrence of water memory in the species studied.

Key words: Hydrocondicionamento, germination, Caatinga.

INTRODUÇÃO

As sementes são responsáveis pela disseminação, proteção e reprodução das espécies. Nas angiospermas, as sementes podem passar por três fases ao longo da sua formação, sendo elas: histodiferenciação ou embriogênese, maturação e dessecação (Bewley & Black, 1994; Castro *et al.*, 2004; Cardoso, 2004). Na primeira fase, ocorre a diferenciação dos tecidos que irão constituir o embrião e o endosperma, seguida da maturação, que se caracteriza pela expansão celular devido à absorção de água e alocação de substâncias no endosperma, além da maturação do embrião, sendo o momento que a capacidade germinativa foi alcançada. Por fim, tem-se a dessecação, a terceira e última fase do desenvolvimento das sementes, na qual há um aumento intenso da desidratação de sementes ortodoxas e a quebra das ligações tróficas com a planta-mãe (Bewley & Black, 1994; Castro *et al.*, 2004a; Cardoso, 2004).

O armazenamento de sementes tem como objetivo tentar manter suas qualidades fisiológicas, evitando sua deterioração. Esse armazenamento pode ser influenciado por diversas causas tanto durante a fase da formação das sementes, quanto das condições nas quais as sementes são armazenadas, como temperatura, umidade, embalagem e tempo de armazenamento (Carvalho & Nakagawa, 2000). As condições ideais de armazenamento dependem do tipo de semente a ser armazenada. As sementes ortodoxas podem ser armazenadas tanto em câmara fria, como em câmara seca, em diversos tipos de embalagens permeáveis, dentre elas as semipermeáveis ou impermeáveis.

A formação vegetal típica da Caatinga está inserida no clima semiárido. Esse ecossistema apresenta baixa precipitação que está concentrada em um curto período do ano. Aliado à baixa pluviosidade, a Caatinga apresenta temperaturas médias que variam de 26 a 29°C, e altas taxas médias de evaporação que ficam em torno de 2.000 mm por ano (Alves, 2009). Uma característica marcante da Caatinga é a vasta quantidade de espécies adaptadas a restrição

hídrica e elevadas temperaturas. Dentre essas espécies tem a *Aspidosperma pyrifolium* Mart. Zucc. (Apocynaceae) que tem uma importância madeireira e ecológica. Conhecida popularmente como pereiro, que é lactescente e decídua, dotada de copa pouco alargada e espalhada (Maia, 2004). Tal espécie é considerada muito frequente no semiárido (Alves, 2009), sendo uma planta tipicamente xerófita, capaz de adaptar-se a todos os tipos de textura e profundidades do solo, desenvolvendo-se em condições encharcadas ou nos locais mais secos e difíceis de sobreviver (Maia, 2004).

Nas áreas da Caatinga, as chuvas acontecem irregularmente, o que acaba proporcionando para as sementes uma absorção de água de forma descontínua. Esta descontinuidade na disponibilidade de água no solo é o que determina os ciclos de hidratação e de desidratação e proporciona a semente uma maior resistência a dessecação, fator recorrente nessas áreas. (Trovão *et al.*, 2007). Essa maior resistência se deve à capacidade que a planta possui de armazenar modificações bioquímicas e fisiológicas provenientes de hidratações prévias, conhecida como memória hídrica de sementes (Dubrovsky, 1998).

A necessidade de se estabelecer técnicas para recuperação de áreas degradadas tem se ampliado com o código florestal e, dentre os procedimentos mais aplicados para a recuperação de áreas degradadas, está a produção e o plantio de mudas de espécies nativas (Smith & 1986 Aragão, 2009). Sementes mais resistentes ao estresse ambiental têm maiores chances de germinarem em ambientes que não apresentam as condições ideais e as mudas oriundas desses propágulos de se estabelecerem. Os objetivos do presente trabalho são avaliar a ocorrência de memória hídrica nos diferentes lotes armazenados e no desenvolvimento inicial da espécie *Aspidosperma pyrifolium* Mart. Zucc. (Apocynaceae), por meio dos ciclos de hidratação e secagem e verificar a influência dos estresses ambientais nas sementes e mudas de pereiro submetidas à hidratação descontínua.

REVISÃO DE LITERATURA

Desenvolvimento e germinação de sementes

Uma das principais características das sementes das angiospermas é a capacidade de encerrar seu desenvolvimento ainda dentro do fruto. A semente madura é composta de embrião, endosperma e tegumento. Após a fecundação o desenvolvimento do embrião é dividido em três etapas, sendo elas histodiferenciação, maturação e dessecação (Gurevitch *et al.*, 2009). A histodiferenciação é a divisão e diferenciação celular, ou seja, a formação dos tecidos que são responsáveis por formar o embrião e o endosperma. Depois, inicia-se a fase de maturação, na qual ocorre a expansão celular e a translocação de proteínas, lipídios e carboidratos, para o tecido de reserva. Como resultado disso, na fase dois há um o aumento do tamanho da semente, sendo assim, a maturação fisiológica é marcada pelo acúmulo de matéria seca na semente (Castro, 2004; Cardoso, 2004).

A dessecação é a terceira e última fase na qual há um aumento relevante da desidratação e a quebra de ligações tróficas com a semente. Cada uma dessas fases é bastante determinante para a semente. Apenas as sementes ortodoxas passam pela última fase da formação das sementes, portanto, estas são tolerantes à dessecação. Por outro lado, as sementes recalcitrantes só passam pelas duas primeiras fases de formação, ou seja, não suportam a desidratação. Depois do final dessas fases a semente já está preparada para a colheita, beneficiamento e posterior dispersão (Kerbaudy, 2004).

As sementes ortodoxas já são dispersas no ambiente com baixos teores de água e, por isso, possuem a capacidade de ser armazenadas a baixas temperaturas. Em contrapartida, as sementes recalcitrantes são dispersas no ambiente com altos teores de água e, por isso não conseguem ser armazenadas por muito tempo (Roberts, 1973). As

intermediárias, conseguem resistir a até cerca de 10% de umidade, e podem ser armazenadas a baixas temperaturas por curto período de tempo (Elis, 1990).

Após o processo de dispersão das sementes, para que a germinação inicie, é necessário que ocorra a embebição. Este é um processo físico relacionado às características de permeabilidade do tegumento, composto de três fases de entrada de água nas sementes, promovendo a reidratação dos tecidos e a reativação do metabolismo celular (Bewley & Black, 1994). A primeira fase tem como principal característica uma rápida absorção da água, independente da viabilidade da semente, ou seja, acontece tanto em sementes viáveis como inviáveis, em resultado da diferença do potencial hídrico que existe entre a semente e o substrato. Durante essa fase, são observados os primeiros indícios da reativação do metabolismo, com aumento da atividade respiratória, ativação de enzimas e síntese de proteínas a partir do mRNA armazenado até o final do processo de maturação (Marcos Filho, 2005). A fase II é a mais longa do processo, e é caracterizada por uma absorção praticamente nula de água devido a turgência que as células apresentam. Quanto à fase III, acontece uma reabsorção de água, e é caracterizada pela protrusão radicular e crescimento da plântula (Bewley & Black, 1994). Nessa fase as sementes não resistem mais a perda de água, e essa característica permanece nos estágios iniciais da plântula.

O processo de germinação é controlado por uma diversidade de condições intrínsecas e extrínsecas à semente, como umidade, temperatura e oxigênio, contudo, esse conjunto é indispensável para que o evento se realize normalmente, e a ausência de um daqueles fatores ambientais impeça a germinação da semente (Nonogaki *et al.*, 2010).

Hidratação descontínua em sementes

Há vários fatores limitantes na germinação e no desenvolvimento das plantas, principalmente nas fases iniciais, quando as plântulas precisam se estabelecer. Geralmente,

essa é a fase onde as plantas se encontram mais vulneráveis as mudanças climáticas, o déficit hídrico está entre os fatores mais importantes nessa fase inicial, pois afeta diretamente o crescimento das plantas, podendo retardar seu desenvolvimento ou até mesmo interrompê-lo. As condições climáticas definem o crescimento e avanço das plantas, sobretudo as altas temperaturas, seca e salinidade. (Krasensky & Jonak, 2012). Sendo assim, a germinação das sementes é um processo decisivo no ciclo de vida das plantas (Fagundes *et al.*, 2011).

A baixa disponibilidade hídrica no ambiente pode acarretar sérios problemas para a germinação das sementes, mas também, pode retardar o desenvolvimento radicular e emergência das plântulas. A redução ou até mesmo a suspensão completa da disponibilidade de água dificulta o alongamento celular devido à redução da pressão de turgor promovida pelo déficit hídrico (Larcher, 2000). Eventos como elevada irradiação solar, baixas disponibilidades hídricas ou nutricionais tornam mais complexo o sucesso no estabelecimento das plantas na fase juvenil (Gonçalves, 2005).

Desse modo, a embebição das sementes nos ecossistemas semiáridos pode não ser constante, havendo ciclos de hidratação e desidratação (HD) (Dubrovsky, 1998). A hidratação descontínua pode proporcionar às sementes altos índices de sobrevivência ao decorrer da dessecação, aumento significativo na germinabilidade e na velocidade média de germinação promovidos por uma hidratação descontínua podem ser indícios de uma memória hídrica, promovida pelo processo de embebição (Lima & Meiado, 2017). A memória hídrica conserva as mudanças fisiológicas consequentes da hidratação prévia e ativa genes característicos da planta pertinentes à tolerância aos estresses ambientais (Dubrovsky, 1996; 1998).

Essa ocorrência de reidratação, que possibilita a germinação das sementes, pode, então, ser suspensa pela escassez de água no solo e, quando isso acontece, as sementes cessam o processo germinativo e assim começam a perder a água absorvida para o solo seco

(Meiado *et al.*, 2010). Este processo de ganho e perda de água acontece naturalmente com maior regularidade nas regiões áridas e semiáridas do planeta, pois, mesmo em época chuvosa, essas regiões têm tendência a manifestar um limite no espaço-temporal na disponibilidade de água no solo (Kigel, 1995), e isso influencia diretamente a germinação das sementes.

Os benefícios promovidos pela hidratação descontínua nas sementes também foram observados no desenvolvimento inicial de espécies da Caatinga. A hidratação descontínua promoveu o desenvolvimento de mudas vigorosas na espécie de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (Fabaceae) (Lima & Meiado, 2018). O mesmo foi observado para outras espécies como a *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) (Hora & Meiado, 2016). Além de maior de vigor, os ciclos de hidratação e desidratação tornam as plântulas mais tolerantes aos estresses ambientais (Lima & Meiado, 2018a; 2018b).

Dessa forma, a memória hídrica parece estar intimamente relacionada ao sucesso reprodutivo de espécies que produzem sementes em ambientes áridos e semiáridos, como a Caatinga, e pode representar uma ferramenta importante para a produção de mudas mais tolerantes às condições ambientais, as quais poderão ser destinadas para o cultivo voltado à sua importância medicinal e ornamental (Meiado, 2013).

Armazenamento de Sementes

A conservação da biodiversidade envolve duas estratégias: os métodos *ex situ* e *in situ*. A conservação *ex situ* consiste na conservação das espécies fora do seu hábitat natural e é uma das formas de complementar a conservação *in situ*, que corresponde à manutenção das espécies em seu hábitat, através das unidades de conservação (Brasil, 2013). Uma das formas da conservação *ex situ* se dá através do armazenamento de sementes (FAO, 1993). No entanto, o sucesso durante o processo de armazenamento de sementes depende do

conhecimento sobre o comportamento e as condições ideais para a manutenção da viabilidade durante o processo (Hong & Ellis, 1996).

Com relação ao comportamento de armazenamento, as sementes são classificadas em três grupos diferentes. As sementes que se mantêm viáveis após a dessecação e que podem ser armazenadas sob baixas temperaturas por um longo são classificadas como ortodoxas. No segundo grupo se encontram as sementes recalcitrantes que são sensíveis à dessecação, não sobrevivendo a baixos teores de umidade, que impossibilita o armazenamento em longo prazo (Roberts, 1973). Já as sementes intermediárias apresentam um comportamento de armazenamento intermediário ao grupo das ortodoxas e recalcitrantes, sendo tolerantes à dessecação e intolerantes às baixas temperaturas (Hong & Ellis, 1996).

O armazenamento é importante para a conservação dos recursos genéticos das espécies, sendo assim, condições inadequadas de armazenamento afetam negativamente a germinação e o vigor (Carvalho & Nakagawa, 2012). A qualidade fisiológica das sementes sofre alterações durante o armazenamento já que as sementes estão sujeitas as alterações de deterioração bioquímica, fisiológica e física. Um armazenamento adequado diminui a velocidade de deterioração, sendo importante conhecer melhor sobre as formas de estocagem para um melhor manejo das sementes (Ferreira & Borghetti, 2004). Sendo assim, torna imprescindível a escolha das melhores condições de armazenamento para que a viabilidade seja conservada pelo maior tempo possível (Comin *et al.*, 2014).

Um dos componentes fundamentais no armazenamento de sementes *ex situ* são as embalagens que protegem as sementes, separam os lotes e facilitam o manejo e o aproveitamento de espaço (Medeiros & Eira, 2006). Além disso, o tipo de embalagem é de extrema importância para a preservação da viabilidade e vigor das sementes (Torres, 2005) As embalagens devem atender aos objetivos específicos dentre eles: resistência ao transporte; porosidade ou impermeabilidade; flexibilidade ou rigidez; durabilidade e possibilidade de

reutilização; facilidade de impressão; transparência ou opacidade e resistência a insetos e roedores (Rivera, 2011).

Durante o armazenamento as embalagens auxiliam na diminuição da velocidade de deterioração e na manutenção do teor de umidade das sementes, com objetivo de diminuir o metabolismo através da redução da respiração (Tonin & Perez, 2006). Para que isso seja regulado existem diferentes tipos de embalagens que são divididas de acordo com a permeabilidade do material em: permeáveis, semipermeáveis e impermeáveis que irá permitir a troca de oxigênio e da umidade entre as sementes e o ambiente (Azeredo *et al.*, 2005; Rivera, 2011). A escolha das embalagens depende das condições climáticas sob as quais ocorrerá o armazenamento e das características mecânicas (Carvalho & Nakagawa, 2000).

As condições ambientais do armazenamento são importantes para retardar o processo de perda de qualidade fisiológica das sementes (Takahashi *et al.*, 2009; Souza *et al.*, 2011). Os principais meios de armazenamento de sementes são a câmara fria, a câmara seca e a câmara fria seca (Vieira *et al.*, 2001). No entanto, além desses existe o uso de ambientes sem controle. A umidade relativa e a temperatura são os principais fatores que atuam nos ambientes controlados ou não de armazenamento (Borba Filho *et al.*, 2009; Benedito, 2010).

O principal fator que afeta a deterioração e a longevidade das sementes é a umidade relativa que irá determinar o teor de água das mesmas. Juntamente com a umidade as altas temperaturas afetam negativamente a longevidade das sementes armazenadas (Capelaro, 2014), que é determinada por características genéticas e determinada pela relação entre os fatores genéticos e ambientais (Benedito, 2010). As sementes ortodoxas apresentam uma maior longevidade, viabilidade e vigor através da conservação em condições de baixos teores de água e temperatura ambiente (Costa, 2009). Já as sementes recalcitrantes apresentam uma dificuldade para sua conservação por períodos prolongados (Fonseca & Freire, 2003). Além da temperatura e umidade existem outros fatores que influenciam a viabilidade e o tempo de

armazenamento das sementes, como luminosidade e umidade do ambiente, ação de patógenos, quantidade de substâncias de reserva, deterioração do DNA embrionário, presença e teor de óleo nas sementes (Cabral *et al.*, 2003; Floriano, 2004).

O tempo de armazenamento das sementes reflete no desenvolvimento inicial. O aumento no tempo de armazenamento pode levar a uma redução da porcentagem de emergência e aumentar o tempo médio de emergência das plântulas (Andrade *et al.*, 2000), devido as alterações fisiológicas e à degradação das reservas nutritivas que comprometem o crescimento das plântulas (Oliveira *et al.*, 2011).

Espécie estudada

O pereiro (*Aspidosperma pyriformium*) possui porte arbustivo-arbóreo, caule ereto com casca lisa, acinzentada com lenticelas brancas, suas folhas são simples, alternas, ovais, glabras ou pilosas, coriáceas com tamanho variando de 4 a 9 centímetros (Maia-Silva *et al.*, 2012). De acordo com Sousa *et al.* (2014), o pereiro apresenta ainda uma peculiaridade que o fato dessa espécie ser uma das poucas indicadas para a recuperação de áreas em processo de desertificação, por sua importância ecológica e adaptação às mais severas condições de seca e solos rasos ou pedregosos.

Aspidosperma pyriformium é uma árvore que pode atingir até 5 metros de altura (Braga, 1976), conhecida popularmente como pereiro, pau-de-coaru e pequiá-da-mata. No Brasil o pereiro ocorre principalmente na Caatinga (Correa, 1978). A floração desta espécie ocorre nas primeiras chuvas, com a folha ainda em desenvolvimento. As flores do pereiro são aglomeradas em pequenas cimeiras terminais com uma média de 10 a 15 flores alvas (Gomes & Cavalcante, 2001). O fruto é do tipo folículo quando maduro apresenta tamanhos que variam entre 5 a 7 cm, de cor castanho claro e formações verrugosas de cor cinza. As

sementes, que são encontradas em grande quantidade no fruto, são aladas, papiráceas, de placentação marginal e apresentam dispersão do tipo anemocórica (Lima, 1989).

A semente do pereiro apresenta forma arredondada ou cordiforme, discóide, lenticular, com tegumento de textura cartácea, de coloração marrom e seus vários tons, áspero e sulcado (Ferreira *et al.*, 2000). Além disso, apresentam certa dificuldade para serem coletadas, já que após a deiscência do fruto, as mesmas se desprendem e são carregadas pelo vento. Sendo assim, o ideal é a coleta dos frutos quando estão no início da deiscência, para que as sementes não sejam perdidas (Azevedo *et al.*, 2011). O sucesso de dispersão da espécie se deve as alas e o formato das sementes permitindo com que estas se espalhem por longas distâncias (Silva *et al.*, 2004; Leal *et al.*, 2003).

A distribuição geográfica de *A. pyrifolium* é ampla e apresenta maior ocorrência no bioma Caatinga. Apesar das publicações de trabalhos referentes a aspectos morfológicos (Lustosa, 2015; Medeiros *et al.*, 2017), eficiência quântica (Costa Júnior, 2014) e germinação (Guollo, 2016), estudos envolvendo a fisiologia e crescimento inicial da *A. pyrifolium* são escassos. Embora os efeitos negativos do déficit hídrico sobre as plantas sejam bastante conhecidos (Silva *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2011), acredita-se que os mecanismos utilizados por muitas espécies da Caatinga ocorrem com intensidades variáveis e ainda são pouco estudados.

A germinação do pereiro é do tipo epígea fanerocotiledonar, com emissão de radícula três dias após a semente e se dá com o rompimento do tegumento na base da semente; emissão da radícula de coloração branca, com superfície lisa e pelos simples no ápice. Os cotilédones são de cor amarelo-creme, com a mesma forma da semente. Já o pecíolo apresenta pelos simples de coloração branca. Entre os cotilédones começa a se evidenciar a plúmula, no início do seu desenvolvimento (Pereira & Cunha, 2000).

CAPÍTULO I

INFLUÊNCIA DA HIDRATAÇÃO DESCONTINUA EM SEMENTES

ARMAZENADAS E NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Aspidosperma pyriforme*

Mart. Zucc. (APOCYNACEAE)

RESUMO

Aspidosperma pyriforme Mart. Zucc. é uma espécie arbórea da família Apocynaceae com ampla distribuição na Caatinga, popularmente conhecida como pereiro. Devido aos eventos irregulares e esparsos de precipitação na Caatinga, as sementes podem ser naturalmente submetidas a uma hidratação descontínua antes de conseguirem germinar e se estabelecer. O objetivo do presente estudo foi avaliar ciclos de hidratação e desidratação (HD) e a ocorrência de memória hídrica, na germinação em sementes armazenadas de *A. pyriforme* e no desenvolvimento inicial de suas. Foram utilizados cinco lotes de sementes coletados nos anos de 2012, 2013, 2015, 2016 e 2017 armazenadas em câmara fria a 10 °C desde o momento da coleta até o momento da realização do experimento. Inicialmente foi realizada a avaliação das curvas de embebição de sementes de cada lote e determinados os tempos necessários para atingir $\frac{1}{2}$ da fase I, $\frac{1}{4}$ da fase II e $\frac{3}{4}$ da fase II do processo de embebição. Em seguida as sementes foram submetidas a 1, 2 e 3 ciclos de HD nos tempos obtidos anteriormente. Os dados foram processados com subsídio do software STATISTICA realizando uma ANOVA Fatorial com três fatores (lote, tempo de hidratação e ciclos de HD). Após os pré-tratamentos, as sementes foram divididas em 4 repetições de 20 sementes, em seguida semeadas em papel toalha para germinação e mantidas em câmaras de germinação do tipo B.O.D., a 30°C, fotoperíodo de 12 h. As curvas de embebição foram semelhantes para todos os lotes estudados, obedecendo ao padrão trifásico. Independentemente do tempo de hidratação e dos ciclos, a germinação diminuiu gradativamente com o tempo de armazenamento. A

germinação dos lotes mais recentes (2015, 2016 e 2017) foi prejudicada pela hidratação descontínua. As sementes que foram submetidas a 2 e 3 ciclos de hidratação e secagem no menor tempo de armazenamento (2017) apresentaram uma menor formação de plântulas normais.

Palavras-chave: Hidrocondicionamento, germinação, memória hídrica, pereiro.

**INFLUENCE OF DISCONTINUOUS HYDRATION IN SEEDS STORED AND IN
THE INITIAL DEVELOPMENT OF *Aspidosperma pyrifolium* Mart. Zucc.
(APOCYNACEAE)**

ABSTRACT

Aspidosperma pyrifolium Mart. Zucc. is a tree species of the Apocynaceae family with wide distribution in the Caatinga, popularly known as pereiro. Due to irregular and sparse precipitation events in the Caatinga, the seeds can naturally be subjected to a discontinuous hydration before they can germinate and establish themselves. The aim of the present study was to evaluate hydration and dehydration cycles (HD) and the occurrence of water memory, in the germination in stored seeds of *A. pyrifolium* and in the initial development of theirs. Five batches of seeds collected in the years 2012, 2013, 2015, 2016 and 2017 were used and stored in a cold chamber at 10 ° C from the time of collection until the time of the experiment. Initially, the evaluation of the seed imbibition curves of each batch was carried out and the times necessary to reach ½ phase I, ¼ phase II and ¾ phase II of the imbibition process were determined. Then the seeds were submitted to 1, 2 and 3 cycles of HD in the times obtained previously. The data were processed with support from the STATISTICA software, performing a Factorial ANOVA with three factors (batch, hydration time and HD cycles). After pre-treatments, the seeds were divided into 4 repetitions of 20 seeds, then sown on paper towels for germination and kept in B.O.D. germination chambers at 30 ° C, 12 h photoperiod. Imbibition curves were similar for all studied lots, obeying the three-phase pattern. Regardless of the hydration time and cycles, germination decreased gradually with the storage time. The germination of the most recent lots (2015, 2016 and 2017) was hampered by discontinuous

hydration. The seeds that were submitted to 2 and 3 cycles of hydration and drying in the shortest storage time (2017) showed a lower formation of normal seedlings

.Key words: Hydrocondicionamento, germination, water memory.

INTRODUÇÃO

O processo de germinação é provocado por uma diversidade de condições intrínsecas e extrínsecas à semente, como umidade, temperatura e oxigênio, contudo, o conjunto é indispensável para que o evento se realize normalmente, e a ausência de um desses fatores ambientais impede a germinação da semente (Nonogaki *et al.*, 2010).

A absorção da água do solo, que possibilita a germinação das sementes, pode ser suspensa pela escassez de água e, quando isso acontece, as sementes cessam o processo germinativo e assim começam a perder a água absorvida para o solo seco. Este processo de ganho e perda de água acontece naturalmente com maior regularidade nas regiões áridas e semiáridas do planeta (Kigel, 1995).

A Caatinga é caracterizada pela escassez e irregularidade das chuvas associadas às altas temperaturas durante boa parte do ano, com uma vegetação que apresenta florística e fisionomia próprias (Queiroz *et al.*, 2006; Queiroz, 2009). Desse modo, a embebição de água pelas sementes nesse ecossistema pode não ser constante, havendo ciclos de hidratação e desidratação (HD) (Meiado, 2013). Os ciclos de HD proporcionam às sementes maior resistência no decorrer da dessecação, determinando uma memória hídrica às sementes, promovida pelo processo de embebição e secagem. A memória hídrica conserva as características consequentes da hidratação prévia e ativa genes característicos da planta à tolerância aos estresses ambientais (Dubrovsky, 1996; 1998; Meiado, 2013).

A redução do potencial osmótico (osmocondicionamento) das sementes é uma das estratégias utilizadas para mitigar os efeitos adversos de estresse ambientais, como o hídrico e salino. Além disso, é uma técnica econômica e eficiente para melhorar a taxa e uniformidade de germinação (Singh *et al.*, 2015; Matias *et al.*, 2018) As reações das sementes ao condicionamento osmótico ou hídrico são influenciadas por algumas condições como o lote, a

velocidade de absorção de água, a temperatura, o grau de deterioração, o material ou a metodologia utilizada e o método de secagem e armazenamento após o tratamento (Peixoto *et al.*, 2002). O uso de procedimentos pré-germinativos, como os ciclos de HD, geralmente propiciam melhor porcentagem, velocidade e uniformidade de germinação, além de uma maior resistência das sementes às condições adversas, como a baixa disponibilidade de água, altos níveis de salinidade e temperaturas sub e supra ótimas (Dubrovsky, 1996; 1998; Jeller & Perez, 2003; Peixoto *et al.*, 2002).

O armazenamento de sementes é uma atividade que consiste em tentar manter a máxima qualidade no maior espaço de tempo. Ao decorrer do armazenamento, deve-se evitar que ocorra a deterioração das sementes por este ser um processo irreversível, no entanto, o que pode ser feito é diminuir a velocidade desse processo, buscando mecanismos pertinentes durante todo o manuseio das sementes até a chegada do momento do armazenamento (Medeiros, 2001; Villela & Peres, 2004; Marcos Filho, 2005; Sena, 2008).

Diante disso, o objetivo deste estudo é avaliar o efeito da HD na germinação e desenvolvimento inicial das sementes e assim determinar a ocorrência da memória hídrica na espécie *Aspidosperma pyrifolium* Mart. Zucc. de lotes coletados em 2008, 2009, 2012, 2013, 2015, 2016 e 2017.

MATERIAL E MÉTODOS

Espécie estudada e área de coleta

Para a realização deste trabalho foi selecionada uma espécie arbórea da família Apocynaceae com ampla distribuição na Caatinga, *A. pyrifolium* Mart.. Foram selecionados sete lotes de sementes coletadas da mesma população nos anos de 2008, 2009, 2012, 2013, 2015, 2016 e 2017, em Jutaí, município de Lagoa Grande, Pernambuco (8°34'01.00"S,

40°12'32.00" W e 409 metros de altitude). Estes lotes foram beneficiados e armazenados no Laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Semiárido (LASESA), em Petrolina-PE em câmara fria e seca ($10\pm 1^{\circ}\text{C}/45\pm 5\%$ RU) acondicionadas em sacos de pano e até o início do experimento em Setembro de 2017.

Experimento

a. Testes de germinação

Para realização do experimento, inicialmente foram retiradas as alas das sementes e em seguida tratadas com o fungicida Dithane (Alquilenobis, ditiocarbamato), na proporção de 5 g de fungicida por 1000g de sementes. Após o tratamento, as sementes de cada lote foram separadas em quatro repetições com 50 sementes cada, colocadas para germinar em folhas de papel germitest, umedecidos com 2x o peso do papel em volume de água destilada, mantidas em B.O.D a 30°C, por ser considerada a temperatura ótima para essa espécie e a avaliadas com 7, 14 e 21 dias (Brasil, 2009).

b. Teor de água

O teor de água de cada lote das sementes foi determinado através de duas repetições de 50 sementes secadas por um período de 24 horas a 105°C em estufa (Brasil, 2009), com quatro repetições de 50 sementes, que foram separadas, dessa forma os resultados foram expressos em porcentagem (%) de b. u. (base úmida – que é a relação entre a massa de água existente na semente e a massa completa da semente) do teor de água.

c. *Curva de embebição*

Para caracterização da curva de embebição foram selecionadas 100 sementes de cada lote, divididas em quatro repetições de 25 sementes. Cada repetição foi pesada antes da embebição, em seguida semeadas em papel germitest (38 x 28 cm) e mantidas em temperatura ambiente, com média de 28 °C, em bandejas de plástico. Após o início da embebição, cada repetição foi pesada em intervalos de uma hora durante as vinte e duas primeiras horas, e em intervalos de duas horas até chegar às 30 horas, e em intervalos de quatro horas até o início da fase III às 50 horas (onde foi possível visualizar a radícula). Antes de cada pesagem, o excesso de umidade da superfície das sementes foi retirado com papel absorvente. Após a pesagem, as sementes foram recolocadas no substrato e mantidas nas mesmas condições em que se encontravam antes da pesagem. A embebição foi estimada por meio da variação da massa das sementes ao longo do tempo (Dantas *et al.*, 2008).

Após o estabelecimento da curva de embebição foram determinados três pontos na curva, sendo eles metade da fase I ($\frac{1}{2}$ FI), um quarto da fase II ($\frac{1}{4}$ FII) e três quartos da fase II ($\frac{3}{4}$ FII) do processo de embebição (Lima *et al.*, 2018). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x4, 5 anos e com 4 repetições de 25 sementes para avaliações da curva de embebição.

d. *Ciclos de hidratação (ciclos de HD)*

Após definição dos três pontos da curva de embebição ($\frac{1}{2}$ FI, $\frac{1}{4}$ FII, $\frac{3}{4}$ FII), foram retiradas as alas das sementes de *A. pyrifolium* para então serem submetidas ao tratamento pré-germinativo 0, 1, 2 e 3 ciclos de HD nos tempos ($\frac{1}{2}$ FI, $\frac{1}{4}$ FII, $\frac{3}{4}$ FII), após esse tratamento pré-germinativo, as sementes foram tratadas com o fungicida Dithane na proporção de 5 g de fungicida por 1000g de sementes e divididas em 4 repetições de 20 sementes, em seguida

semeadas em papel germitest (38x28 cm) umedecidos com 2x o peso do papel em volume de água destilada e mantidas em câmaras de germinação do tipo B.O.D., em temperatura constante de 30°C, fotoperíodo de 12 h e avaliadas com 7, 14 e 21 dias. Os dados foram realizados com o auxílio do software STATISTICA, realizando uma ANOVA Fatorial com três fatores (lote, tempo de hidratação e ciclos de HD).

RESULTADOS

A germinação do lote correspondente ao ano de coleta 2008 e 2009 foi de 0% 2012 - 7%, 2013- 14%, 2015-73%, 2016-85% e 2017-96%. O teor de água dos lotes para cada ano de coleta foi: 2012 - 6,94%; 2013 - 8,05%; 2015 - 6,06%; 2016 - 5,41% e 2017 - 6,53 %. As curvas de embebição dos lotes estudados (2012, 2013, 2015, 2016 e 2017) foram bastante semelhantes, mantendo o padrão trifásico. A protrusão da radícula ocorreu após 50 horas, e foram pesadas e analisadas até às 96 horas. A FI compreendeu o intervalo das primeiras 18 horas de embebição e a FII apresentou 32 horas de embebição. Os pontos $\frac{1}{2}$ FI, $\frac{1}{4}$ FII e $\frac{3}{4}$ FII do processo de embebição corresponderam 9, 29 e 40 horas, respectivamente.

As curvas de embebição e os tempos $\frac{1}{2}$ FI, $\frac{1}{4}$ FII e $\frac{3}{4}$ FII dos cinco lotes estudados tiveram tempos similares. Os lotes dos anos 2008 e 2009 foram retirados do experimento após os testes de germinação e teor de água, pois sua germinação foi zero para ambos os lotes. Embora os lotes de sementes avaliados tenham apresentado diferentes porcentagens finais de embebição (Figura 1), essa diferença não foi significativa ($F = 2,8071$; $gl = 3$; $p = 0,0843$), indicando que a embebição ocorre de forma similar entre os anos, independente do tempo de armazenamento

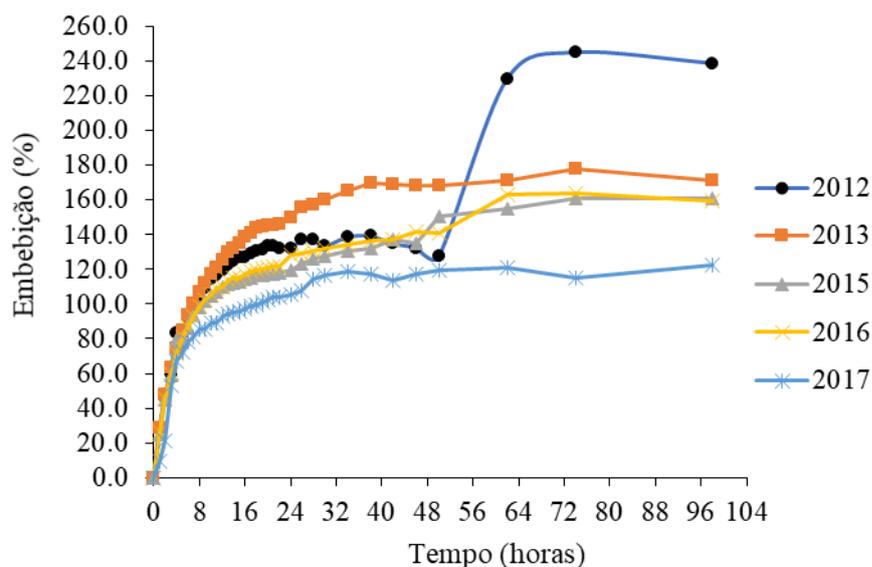


Figura 1. Curvas de embebição de sementes de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc. (Apocynaceae) em diferentes tempos de armazenamento.

O tempo de armazenamento, tempo de hidratação e os ciclos de HD reduziram a germinação das sementes (Tabela 1). Os lotes de 2016 e 2017 (sementes recém-colhidas) apresentaram as maiores germinações. O lote de 2015 apresentou redução significativa da germinação quando comparado ao lote de 2017, porém com germinação estatisticamente igual ao lote de 2016. Por sua vez, no lote de 2013 foi observada uma redução de cerca de 60% da germinação quando comparada com o lote de 2017, indicando uma perda significativa de viabilidade nas sementes armazenadas por cerca de quatro anos. Por fim, no lote de 2012 a germinação foi muito baixa (7%), o que indica a longevidade máxima de 5 anos das sementes armazenadas em câmara fria a 10 °C, para a espécie estudada.

Tabela 1. Resultados estatísticos da ANOVA Fatorial realizada para analisar a influência do lote, do tempo de hidratação e dos ciclos de HD na germinação (%) de sementes de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc. (Apocynaceae).

Fatores	F	GI	P
Lote	1161,68	4	< 0,0001
Tempo	10,37	2	< 0,0001
Ciclo	37,56	3	< 0,0001
Lote * Tempo	6,20	8	< 0,0001
Lote * Ciclo	4,20	12	< 0,0001
Tempo * Ciclo	1,87	6	0,0878
Lote * Tempo * Ciclo	3,49	24	< 0,0001

O aumento do tempo de hidratação nos ciclos de HD proporcionou uma redução significativa na germinação das sementes da espécie avaliada, indicando que, independentemente do lote e do número de ciclos, o melhor tempo de hidratação é o X (Figura 2). Os ciclos de HD reduzem significativamente a germinação das sementes da espécie estudada. De fato, essa influência só é significativa nos lotes mais recentes (2016 e 2017). Nos lotes de sementes de *A. pyrifolium* coletados antes de 2016 não foi observada uma diferença significativa na germinação das sementes submetidas aos diferentes tempos de hidratação (Figura 2).

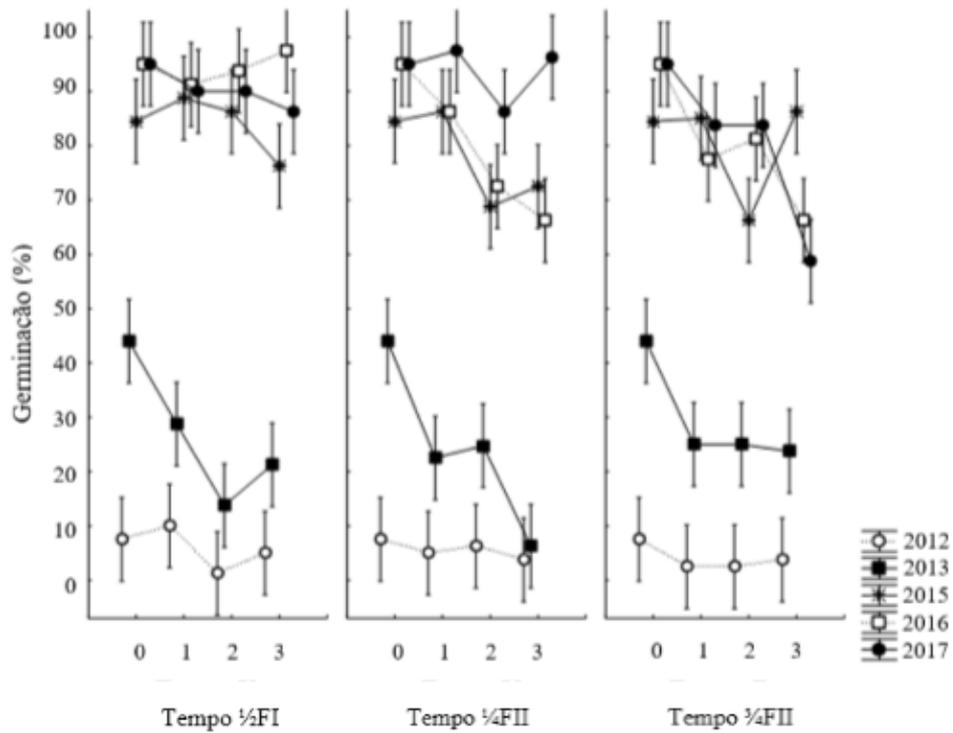


Figura 2. Germinação de lotes de sementes de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc. (Apocynaceae) submetidas a 0, 1, 2 e 3 ciclos de HD em diferentes tempos de hidratação ($\frac{1}{2}$ FI, $\frac{1}{4}$ FII e $\frac{3}{4}$ FII). Dados expressos em média \pm intervalo de confiança.

Em relação aos anos de coleta (ou seja, ao tempo de armazenamento), é possível observar que os lotes mais recentes (2015, 2016 e 2017) foram mais prejudicados pela hidratação descontínua, principalmente quando os ciclos de HD foram simulados com maiores tempos de hidratação (tempos $\frac{1}{4}$ FII, $\frac{3}{4}$ FII). No lote mais antigo (2012), essa redução ocasionada pela hidratação descontínua não foi observada, porque as sementes apresentavam baixa viabilidade devido ao tempo de armazenamento (Figura 2).

Na formação de plântulas normais houve diferença significativa nos tempos de hidratação entre os anos de 2015, 2016 e 2017 ($F=299,214$, $gl = 2$; $p < 0,001$) (Figura 3). As sementes que foram submetidas a longos ciclos de hidratação e secagem no menor tempo de armazenamento apresentaram uma menor formação de plântulas normais. No tempo de 29 horas de hidratação e desidratação do ano de 2016 e 2017 a formação de plântulas foi menor

quando comparado ao ano de 2015. Já nesse mesmo ano e em 2017 no tempo de hidratação de $\frac{3}{4}$ FII horas não houve formação de plântulas ($F=17,715$; $gl=6$; $p<0,001$).

Uma redução significativa na formação de plântulas normais foi observada no ano de 2017 havendo diferença entre tempos e ciclos avaliados ($F=4,54$; $gl=12$; $p<0,001$). A HD no tempo $\frac{1}{2}$ FI levou a uma redução na formação de plântulas normais a partir de 2C de hidratação e desidratação. No tempo $\frac{3}{4}$ FII de HD não houve formação de plântula quando as sementes foram previamente submetidas aos ciclos de HD.

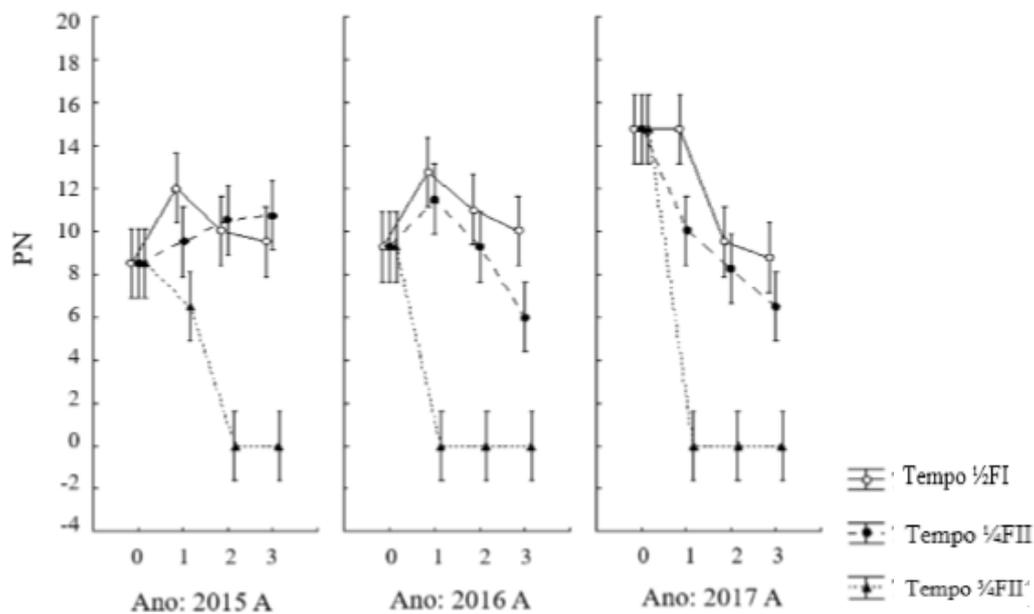


Figura 3. Formação de plântulas normais de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc. (Apocynaceae) submetidas a 0, 1, 2 e 3 ciclos nos anos de 2015, 2016 e 2017.

A maior formação de plântulas anormais foi observada as sementes colhidas em 2015 tempo $\frac{1}{4}$ FII quando submetido a ciclos, os outros anos não tiveram diferença ($F=2,8418$; $gl=6$, $p=0,013127$). No tempo $\frac{3}{4}$ FII em todos os anos avaliados, não houve formação de plântulas quando as sementes foram submetidas a ciclos de hidratação e secagem (Figura 4).

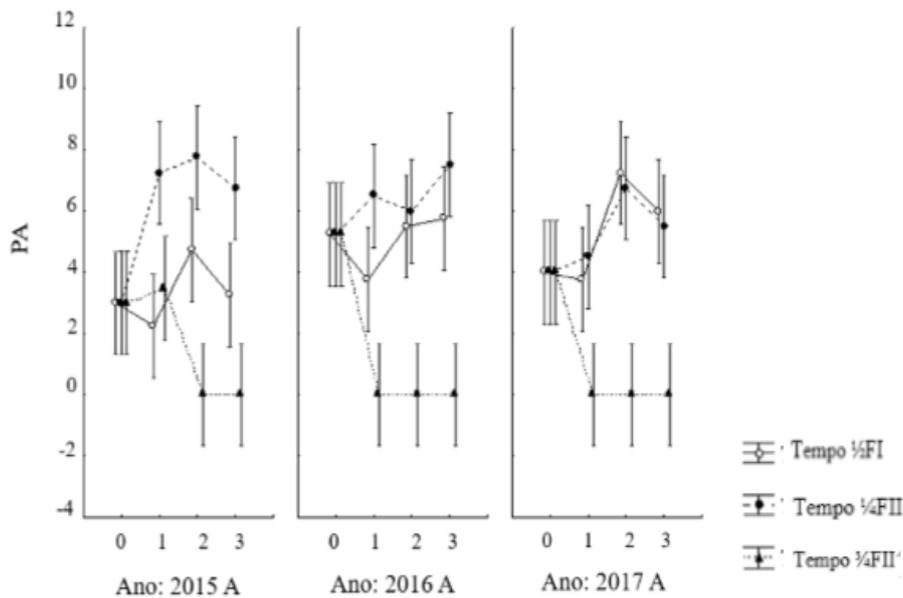


Figura 4. Formação de plântulas anormais de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc. (Apocynaceae) submetidas a 0, 1, 2 e 3 ciclos nos anos de 2012, 2013, 2015, 2016 e 2017.

As sementes que foram coletadas no ano de 2015 no tempo $\frac{1}{4}$ FII 2C foi o que apresentou maior comprimento de parte área para este ano, quando comparado ao controle, no tempo $\frac{3}{4}$ FII houve diferença apenas no 1C. As sementes que foram coletadas no ano de 2016 para o tempo $\frac{1}{2}$ FI o maior comprimento foi observado no 3C, já no tempo $\frac{1}{4}$ FII para o 1C e 2C diferiram do controle (0C) ($F=8,391005$; $gl=12$; $p<0,001$), no tempo $\frac{3}{4}$ FII não houve

formação de plântulas. As sementes que foram coletadas no ano de 2017 os tempos diferiram do controle (Figura 5).

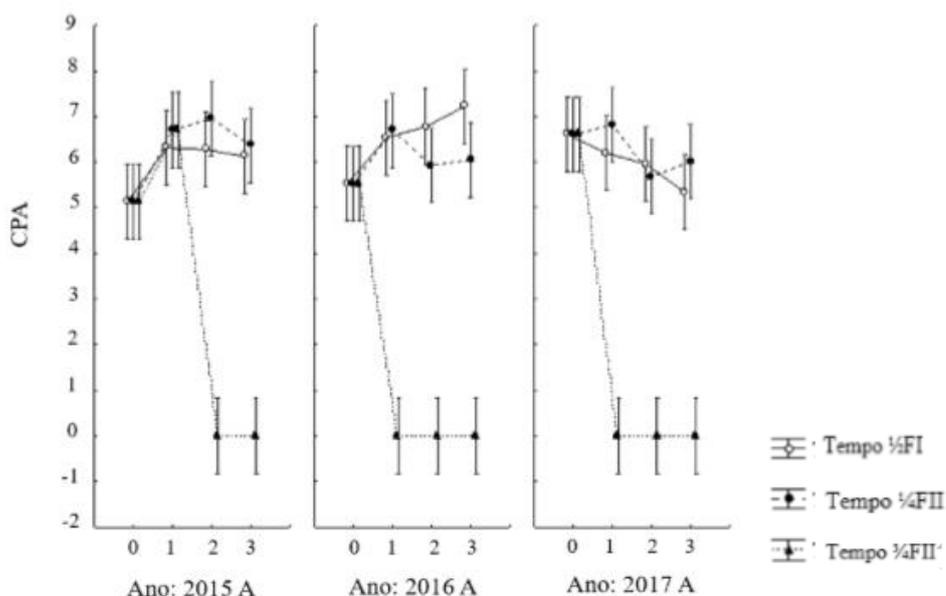


Figura 5. Comprimento da parte aérea de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc. (Apocynaceae) submetidas a 0, 1, 2 e 3 ciclos nos anos de 2015, 2016 e 2017.

As sementes que foram coletadas no ano de 2015 o tempo de hidratação que promoveu maior crescimento da raiz foi o 1/2FI, no 1/4FII desse mesmo ano o maior crescimento foi quando as sementes foram submetidas a 1C e 2C de HD, sendo que no 3C houve uma redução quando comparado aos dois antecedentes ($F=6,711$; $gl=12$; $p<0,001$). No tempo de hidratação e secagem de 3/4FII 1C das sementes coletadas no ano de 2015 não houve formação de plântulas. O crescimento da raiz das sementes que foram coletadas no ano de 2016 no tempo 1/2FI houve maior crescimento, quando comparado ao controle, sendo que estaticamente é igual ao 1C desse tempo. Para o tempo 1/4FII o maior crescimento apresentado foi quando este foi submetido aos 1C e 2C ($F=6,711$; $gl=12$; $p<0,001$). No tempo Z desse ano não houve formação de raiz para nenhum ciclo. No ano de 2017 não houve diferenças (Figura 6).

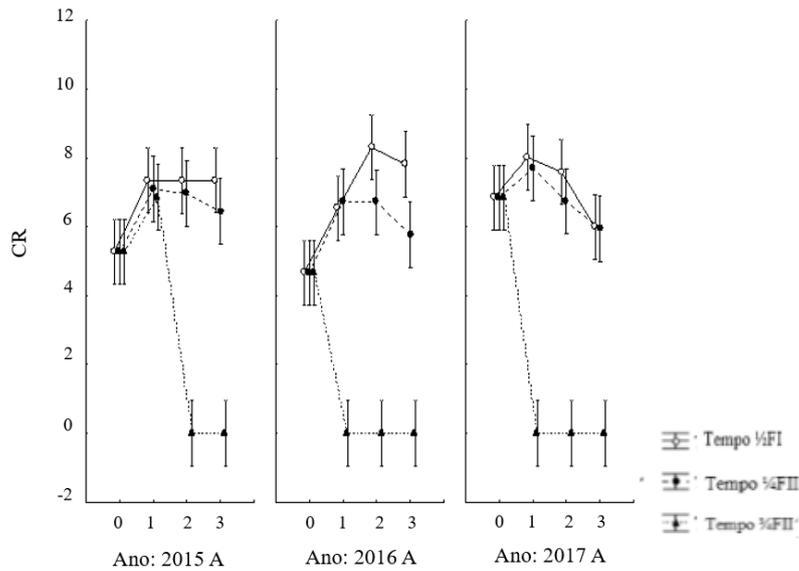


Figura 6. Comprimento da raiz de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc. (Apocynaceae) submetidas a 0, 1, 2 e 3 ciclos nos anos de 2015, 2016 e 2017.

Os ciclos reduziram o peso da massa seca da raiz em todos os anos avaliados quando comparados ao controle ($F=756,76$; $gl=12$; $p<0,001$). Não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados no peso da matéria seca da parte aérea (Figuras 7 e 8).

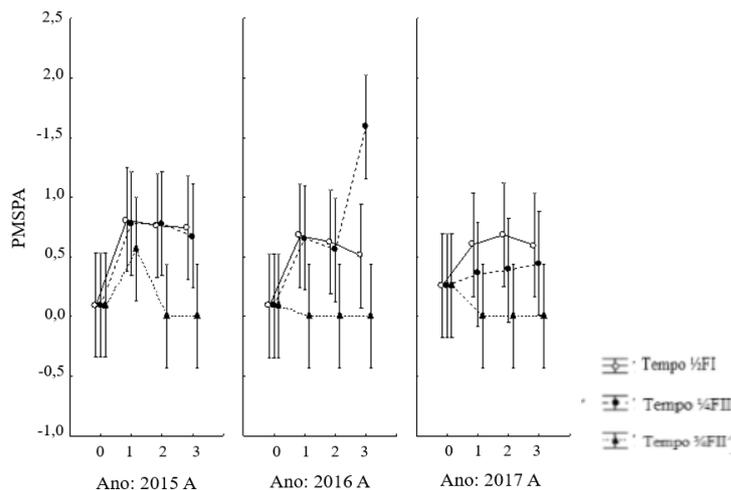


Figura 7. Peso matéria seca da parte aérea de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc. (Apocynaceae) submetidas a 0, 1, 2 e 3 ciclos nos anos de 2015, 2016 e 2017.

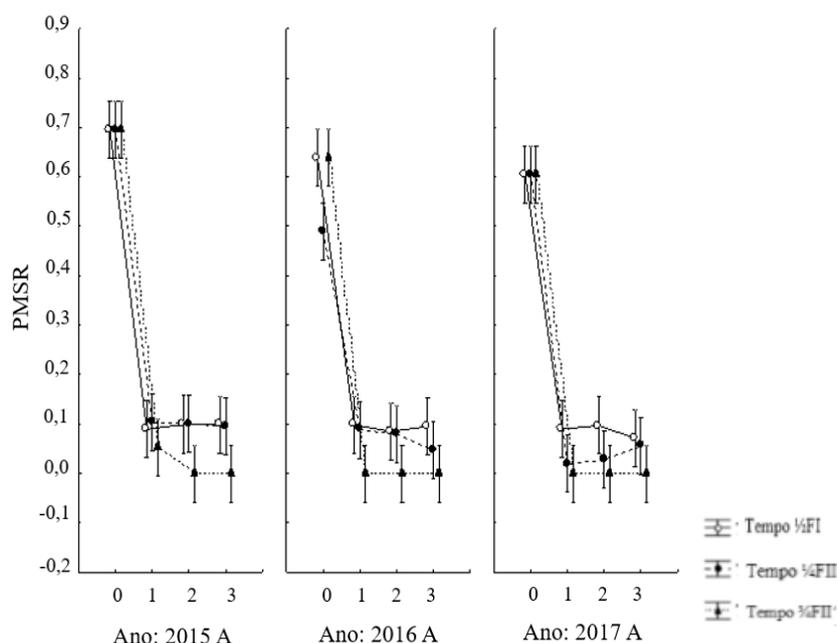


Figura 8. Peso matéria seca da parte subterrânea de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc. (Apocynaceae) submetidas a 0, 1, 2 e 3 ciclos nos anos de 2015, 2016 e 2017.

DISCUSSÃO

Nas curvas de embebição do presente estudo foi possível analisar o padrão trifásico da curva proposto por Bewley e Black (1994). O tempo de duração e velocidade da curva de embebição varia de espécie para espécie. Sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altschu, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell) Morong, *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & R.W. Jobson e *Pterogyne nitens* (Tul), espécies de leguminosas nativas da Caatinga, apresentaram curvas de embebição mais rápidas comparadas à de *A. pyrifolium* (Nascimento, 2016).

O processo de embebição geralmente é trifásico quando em condições de água disponível e ausência de algum tipo de dormência (Rajjou *et al.*, 2012). Esse padrão também é observado em outras espécies nativas da Caatinga, como *Senna spectabilis* (DC.) HS Irwin & Barneby var. *excelsa* (Schrad.) HS Irwin & Barneby (Fabaceae) (Lima *et al.*, 2018).

As vantagens da hidratação descontínua estão relacionadas com a reparação do metabolismo germinativo (Yan, 2017). Outros trabalhos com ciclos de hidratação já foram feitos (Rito *et al.*, 2009), que testou em sementes de uma cactácea nativa da Caatinga o *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru*, em que esse tratamento pré-germinativo teve influência positiva na germinação. Lima e Meiado (2017) também realizaram trabalhos de hidratação descontínua com duas populações de cactáceas *Pilosocereus cattingicola* (Gürke) Byles & Rowley subsp. *salvadorensis*, uma da caatinga e outra da restinga, onde teve sua germinação favorecida, sendo confirmada presença de memória hídrica.

Nas sementes de *Senna spectabilis* (DC.) H.S. Irwin & Barneby var. *excelsa* (Schrad.) H.S. Irwin & Barneby (Fabaceae) foi registrado presença de memória hídrica através dos ciclos e hidratação e desidratação (Lima, 2017). No entanto, para a espécie estudada, *A. pyriformis*, os ciclos não tiveram interferência na germinação. Em sementes de *Macroptilium atropurpureum*, os ciclos de hidratação e secagem tiveram uma resposta negativa na hidratação e secagem em relação à germinação, diminuindo a porcentagem para todos os tempos (Lima *et al.*, 2018).

A hidratação dos tecidos resulta na ativação do metabolismo, dependendo do estágio de embebição as sementes podem alcançar um ponto em que não suportam mais a dessecação, o que pode ocasionar a morte do embrião quando as sementes submetidas a longos ciclos de hidratação e desidratação (Schopfer & Plachy, 1984). Geralmente a hidratação descontínua promove a formação de plântulas vigorosas (Meiado, 2013; Hora & Meiado, 2016; Lima & Meiado, 2017), no entanto, o tempo de armazenamento e os ciclos longos de HD não favoreceram a produção de plântulas normais na espécie estudada.

O tempo de armazenamento pode influenciar a resposta à germinação em algumas espécies como o *Ziziphus jozeiro* (Diógenes *et al.*, 2010). A formação de plântulas de normais sofre uma queda quando estas permanecem mais tempo armazenadas devido à redução do

vigor que é resultante da deterioração das sementes (Batista *et al.*, 2011). No entanto, como observado no presente trabalho a redução na formação de plântulas normais ocorreu no menor tempo de armazenamento.

A redução da qualidade das sementes leva a um decréscimo na germinabilidade, redução do vigor e aumento da formação de plântulas anormais (Toledo *et al.*, 2009). Mudanças bioquímicas e fisiológicas graduais ocasionam a deterioração e perda gradativa de vigor das sementes (Carvalho & Nakagawa, 2000). O processo de deterioração das sementes resulta na diminuição do crescimento das plântulas e no desempenho do desenvolvimento das mesmas (Cardoso *et al.*, 2012).

A hidratação descontínua é uma técnica usada visando o melhoramento de sementes e plântulas sobre condição de estresse (Meiado, 2013). Em plântulas de *Amburana cearenses* não tiveram influência nos parâmetros de crescimento quando foram submetidas à hidratação descontínua (Santos & Meiado, 2017). O mesmo foi observado por Rito *et al.* (2009) ao serem avaliadas plântulas de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* submetidas aos ciclos de hidratação e desidratação. Já no presente trabalho a hidratação descontínua proporcionou um aumento do crescimento da raiz e da parte aérea. No entanto, houve uma redução do peso seco da raiz e da parte aérea, que deve estar relacionada à utilização da biomassa para o crescimento.

CONCLUSÃO

A germinação de *A. pyriformis* diminuiu gradativamente com o tempo de armazenamento. Além disso, que o aumento da quantidade de ciclos e tempo de armazenamento que as sementes são submetidas, reduzem a sua germinação. Apesar, da hidratação descontínua ter favorecido parâmetros como o crescimento da parte aérea e da raiz, os ciclos de forma geral desfavoreceram o desenvolvimento inicial das plântulas de *A. pyriformis* principalmente em lotes mais recentes.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J.J.A. *Caatinga do cariri paraibano*. Geonomos, v. 17, n. 1, p. 19-25, 2009.
- ANDRADE, R.N.B.; FERREIRA, A.G. Germinação e armazenamento de sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis* Camb.) - Myrtaceae. Revista Brasileira de Sementes, v.22, n.2, p.118-125, 2000.
- ARAGÃO, A.G; Estabelecimento de espécies florestais nativas, em área de restauração ciliar no baixo São Francisco. 2009. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe, Sergipe. 2009.
- AZEVEDO, C. F.; SILVA, K. R. G.; BRUNO, R. L. A. Reconhecimento de plantas medicinais nativas da caatinga através da identificação de frutos e sementes. Educação ambiental: Responsabilidade para a conservação da sociobiodiversidade. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, v.1, p. 209-216, 2011.
- BASKIN C.C.; BASKIN J.M. *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. San Diego: Academic Press, 2014. 666p.
- BATISTA, I.M.P.; FIGUEIREDO, A.F.; SILVA, A.M.; SILVA, T.A.F. Efeito de embalagens, ambientes e períodos de armazenamento na germinação e no vigor das sementes de cedro (*Cedrela odorata*) em Manaus – AM. *Revista Floresta*, v. 41, n. 4, p. 809 - 818, 2011.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. Seed: physiology of development and germination. New York: Plenum, 1994. 445p.

CARDOSO, R.B.; BINOTTI, F.F.S.; CARDOSO, E.D. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. *Pesq. Agropec. Top*, v. 42, p. 272-278, 2012.

CARDOSO, V.J.M. Dormência: estabelecimento do processo. In: Ferreira, A.G. & Borghetti, F. (Orgs.). *Germinação: do básico ao aplicado*. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, p. 95-134.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 588 p.

CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A.G. & BORGHETTI, F. (Orgs.). *Germinação: do básico ao aplicado*. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004a. cap. 3, p. 69-92.

DIÓGENES, F.E.P.; OLIVEIRA, A.K.; COELHO, M.F.B.; MAIA, S.S.S.; AZEVEDO, R.A.B. Pré-tratamento com ácido sulfúrico na germinação de sementes de *Ziziphus joazeiro* Mart. – Rhamnaceae. *Revista Brasileira Pl. Med.*, v.12, p.188-194, 2010.

DUBROVSKY, J.G. Discontinuous Hydration as a Facultative Requirement for Seed Germination in Two Cactus Species of the Sonoran Desert. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, v.125, n.1, p.33-39, 1998.

DUBROVSKY, J.G. Seed Hydration Memory in Sonoran Desert Cacti and Its Ecological Implication. *American Journal of Botany*, v.83, n.5, p.624- 632, 1996.

DUBROVSKY, J.G. Seed hydration memory in Sonoran Desert cacti and its ecological implication. *American Journal of Botany*, v.83, p.624-632, 1996.

E. L. Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de Caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. *Iheringia, Série Botânica*, Porto Alegre, v. 59. n. 2. p. 201-205, Brasil Cidadão, Fortaleza, 2012.

FAGUNDES, M.; CAMARGOS, M. G.; COSTA, F. V. A qualidade do solo afeta a germinação das sementes e o desenvolvimento das plântulas de *Dimorphandra mollis* Benth. (Leguminosae: Mimosoideae). *Acta Botânica Brasilica*, Belo Horizonte, v. 25, n. 4, p. 908-915, 2011.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004.

FERREIRA, R. A.; CUNHA, M. C. L. Aspectos morfológicos de sementes, plântulas e desenvolvimento da muda de craibeira (*Tabebuia aurea* (Mart.) Bur.) - Bignoniaceae e pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.) – Apocynaceae. *Revista Brasileira de Sementes*, v.22, n.1, p.134-143, 2000.

GONÇALVES, J. F. C.; BARRETO, D.C.S.; JUNIOR, U.M.S.; FERNANDES, A.V.; SAMPAIO, P.T.B.; BUCKERIDGE, M.S. Growth, photosynthesis and stress indicators in young rosewood plants (*Aniba rosaeodora* Ducke) under different light intensities. *Brazilian Journal of plant physiology*, v. 17, p. 325-334, 2005.

KRASENSKY, J.; JONAK, C. Drought, salt, and temperature stress-induced metabolic rearrangements and regulatory networks. *Journal of Experimental Botany*, v.63, n.4, p. 1593-1608, 2012. doi: 10.1093/jxb/err460. Epub 2012 Jan 30.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife: UFPE, 2003. 804 p.

LIMA, A.T.; MEIADO, M.V. Discontinuous Hydration Alters Seed Germination under Stress of Two Populations of Cactus that Occur in Different Ecosystems in Northeast Brazil. *Seed Science Research*, v.27, n.4, p.292-302, 2017.

LIMA, A.T.; MEIADO, M.V. Effect of Hydration and Dehydration Cycles on *Mimosa tenuiflora*. *South African Journal of Botany*, v.116, n.1, p.164-167, 2018a.

LIMA, A.T.; MEIADO, M.V. Effects of Seed Hydration Memory on Initial Growth under Water Deficit of Cactus from Two Populations that Occur in Different Ecosystems in Northeast Brazil. *Plant Species Biology*, v.33, p.1-10, 2018b.

LORENZI, H. 2002. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de espécies arbóreas nativas do Brasil. v. 2. 3 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 384p.

MAIA, G. N. Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades. São Paulo: D e Z computação gráfica e editora, 2004.

MAIA-SILVA, Camila et al. Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga. Fundação

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

MATIAS, J. R.; TORRES, S. B.; LEAL, C. C. P.; LEITE, M. S.; CARVALHO, S. M. C. Hydropriming as inducer of salinity tolerance in sunflower seeds. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.22, n.4, p.255-260, 2018.

MEIADO, M. V. 2013. Evidências de memória hídrica em sementes da Caatinga. In: Stelmann J. R.; Isaias, R. M. S., Modolo LV, Vale FHA e Salino A. (Orgs), Anais do 64º Congresso Nacional de Botânica: Botânica sempre viva. Belo Horizonte: Sociedade Botânica do Brasil, p. 89-94.

MEIADO, M.V. Diásporos da Caatinga: uma revisão. In: SIQUEIRA FILHO, J.A.(Org.). Flora das Caatingas do Rio São Francisco – História Natural e Conservação. Rio do Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio Editorial, 2012. cap. 9, p. 306-365.

MEIADO, M.V. Evidências de memória hídrica em sementes da Caatinga. Pp. 89-94. In: Stelmann, J.R.; Isaias, R.M.S.; Modolo, L.V.; Vale, F.H.A. & Salino, A. (Orgs.). Anais do 64º Congresso Nacional de Botânica: botânica sempre viva. Belo Horizonte, Sociedade Botânica do Brasil, 2013.

NASCIMENTO, J.P.B. Hidratação descontínua de sementes como nova alternativa para a produção de mudas destinadas à recuperação de ambientes degradados na caatinga, p. 36-37, 2016.

OLIVEIRA, L.M.; SILVA, E.O.; BRUNO, R.L.A.; ALVES, E.U. Períodos e ambientes de secagem na qualidade de sementes de *Genipa americana* L. *Semina: Ciências Agrárias*, v.32, n.2, p.495-502, 2011.

R.A. FERREIRA & M.C.L. CUNHA ASPECTOS MORFOLÓGICOS DE SEMENTES, PLÂNTULAS E DESENVOLVIMENTO DA MUDA DE CRAIBEIRA (*Tabebuia caraiba* (Mart.) Bur.) - BIGNONIACEAE EPEREIRO (*Aspidosperma pyriforme* Mart.) – APOCYNACEAE. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 22, nº 1, p.134-143, 2000

RITO, K.F. ROCHA, E.A.; LEAL, I.; MEIADO, M.V. As sementes de mandacaru tem memória hídrica? *Boletín de La Sociedad Latino americana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas*. v.6, p. 26-31, 2009.

SANTOS, A.P.; MEIADO, M.V. Influência da hidratação descontínua na germinação de sementes e no crescimento inicial de plântulas de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Sm. (Fabaceae). *Gaia scientia*, v.11, p.19-25, 2017.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; AZEVEDO NETO, A. D.; BRITO, J. Z.; CABRAL,

SILVA, F.F.S. DA; DANTAS, B.F. Quantification of storage proteins during seed imbibition of native species from the Brazilian Caatinga vegetation. *Semina. Ciências Agrárias*, v. 37, p. 1733-1744, 2016.

SINGH, S.; SENGAR, R. S.; KULSHRESHTHA, N.; DATTA, D. Assessment of multiple tolerance indices for salinity stress in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agricultural Science*, v.7, n.3, p.49-57, 2015.

STEFANELLO, R. GARCIA, D.C.; MENEZES, M.L.; WRASSE, C.S. Influência da luz, temperatura e estresse hídrico na germinação e no vigor de sementes de anis. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 12, p. 45-50, 2006.

TAIZ L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 4.ed. Porto Alegre: Artmed Editora S.A. 2009.

TROVÃO, D.M.B.M.; FERNANDES, P.D.; ANDRADE, L.A.; NETO, J.D. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.11, p. 307-311, 2007.

CAPÍTULO II

TOLERÂNCIA DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Aspidosperma pyrifolium* MART. & ZUCC AOS ESTRESSES HÍDRICO, SALINO E TÉRMICO SOBRE A INFLUÊNCIA DOS CICLOS DE HIDRATAÇÃO E SECAGEM

RESUMO

O objetivo deste trabalho é avaliar a influência dos estresses ambientais nas sementes e mudas de pereiro, que tiveram ou não passagem por ciclo de hidratação. Sementes de pereiro coletadas no município Lagoa Grande, Pernambuco, foram submetidas a um ciclo de hidratação com duração de 29 horas e um ciclo de secagem com duração de 29 horas. Logo após serem tratadas com fungicida e submetidas a estresse hídrico, salino e térmico. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. O estresse hídrico foi simulado utilizando solução comercial de polietileno glicol (PEG 6000) em seis concentrações (0,0 ;0,2; 0,3 0,4; 0,5; 0,6 e 0,7 MPa). No estresse salino foi utilizada solução comercial de cloreto de sódio PA nas concentrações (0,2; 0,3 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8 e 0,9 MPa) e o tratamento controle (0,0). Além disso, as sementes foram colocadas para germinar sob fotoperíodo de 12 h e em tratamentos de temperatura constante e extremas (5,10,15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 e 20/40°C). Em cada tratamento as sementes separadas em quatro repetições com 20 sementes que foram colocadas para germinar entre folhas de papel germitest umedecidas com 2 vezes o peso do papel em volume de água destilada e mantidas em B.O.D a e a avaliadas com 7, 14 e 21 dias. As sementes de pereiro são sensíveis ao estresse hídrico e salino. No estresse térmico as temperaturas abaixo e acima da faixa ideal promovem redução na germinação da espécie estudada. Os ciclos de hidratação e desidratação não aliviaram os estresses anteriormente mencionados.

Palavras-chaves: Estresses, ciclos e pereiro.

**SEED AND SEEDLING TOLERANCE OF *Aspidosperma pyriformis* MART. & ZUCC
WHEN SUBMITTED TO WATER, SALINE AND THERMAL STRESS ON THE
INFLUENCE OF HYDRATION AND DRYING CYCLES**

ABSTRACT

The objective of this work is to evaluate the influence of environmental stresses on seeds and seedlings of pear, which had or did not pass through the hydration cycle. Pear seeds collected in Lagoa Grande, Pernambuco, were submitted to a 29-hour hydration cycle and a 29-hour drying cycle. Soon after being treated with fungicide and subjected to water, saline and thermal stress. Water stress was simulated using commercial polyethylene glycol solution (PEG 6000) in six concentrations (0.0, 0.2, 0.3 0.4, 0.5, 0.6 and 0.7 MPa). In saline stress was used commercial solution of sodium chloride PA in concentrations (0.2, 0.3 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 and 0.9 MPa) and the treatment control (0.0). Finally, the seeds were placed to germinate under 12h photoperiod and at constant and extreme temperature treatments (5,10,15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 and 20/40 ° C). In each treatment the seeds separated into four replications with 20 seeds that were placed to germinate between germitest paper sheets moistened with 2 times the paper weight in volume of distilled water and kept in B.O.D and evaluated at 7, 14 and 21 days. Pear seeds are sensitive to water and saline stress. In thermal stress temperatures below and above the ideal range promote reduction in germination of the studied species. The hydration and dehydration cycles did not promote an increase in germination in the previously mentioned stresses.

Keywords: Stress, cycles, pereiro.

INTRODUÇÃO

A resposta das sementes aos estresses ambientais depende de várias condições, como a qualidade do lote do qual a semente foi proveniente, a velocidade de entrada de água e da temperatura do ambiente (Peixoto *et al.*, 2002).

A água é de fundamental importância para o desenvolvimento da planta, principalmente nos estágios iniciais, como no processo de embebição de sementes, durante o processo germinativo (Stefanello *et al.*, 2006). Reidratar os tecidos das sementes que foram desidratados durante a sua formação (Baskin & Baskin, 2014), e começar os processos iniciando pela embebição.

Um fator estressante para as sementes e plantas são as altas concentrações de sais, proporcionando às mesmas a diminuição da disponibilidade de água. Essas características são obstáculos para as sementes da Caatinga conseguir germinar e se estabelecer no ambiente. Quando há muita disponibilidade de sais no ambiente, a água é capturada por esses sais (Ribeiro *et al.*, 2001).

Um fator abiótico importante que influencia a ocorrência de plantas nos ecossistemas áridos e semiáridos em todo mundo é disponibilidade de água no ambiente. As sementes após a dispersão são submetidas a ciclos de hidratação e desidratação que ocorrem naturalmente no ambiente (Meiado *et al.*, 2012). A capacidade que a planta possui de armazenar modificações bioquímicas e fisiológicas provenientes de hidratações prévias é conhecida como memória hídrica. A hidratação e secagem pode promover às sementes um elevado grau de sobrevivência ao longo da dessecação, determinando que estas sementes podem manifestar uma memória hídrica, provocada pelo processo de embebição (Dubrovsky, 1996; 1998).

Os objetivos do presente estudo são avaliar a tolerância das sementes de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc. (Apocynaceae) aos estresses hídrico, salino e térmico em sementes submetidas a um ciclo de 29 horas. Avaliar os estresses hídrico, salino e térmico

em sementes que não receberam o tratamento pré-germinativo de hidratação e secagem. Avaliar o desenvolvimento inicial das plântulas de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc. (Apocynaceae) em sementes que foram submetidas aos estresses hídrico, salino e térmico, tendo o tratamento pré-germinativo de hidratação e secagem, e em sementes que não passaram por esse tratamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, foi selecionado um lote de sementes coletadas da mesma população no ano de 2015, em Jutuí, município de Lagoa Grande, Pernambuco (8°34'01.00"S, 40°12'32.00" W e 409 metros de altitude). Este lote foi beneficiado (por meio da secagem e limpeza) e armazenados no Laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Semiárido (LASESA), em Petrolina-PE, em câmara fria e seca ($\pm 10^{\circ}\text{C}/45\%$ RU) acondicionadas em sacos de pano e até o início do experimento.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 6x3 (estresse hídrico), 8x3 (estresse salino) e 10x3 (estresse térmico) com 4 repetições de 20 sementes para avaliações de germinação e desenvolvimento inicial. Os dados foram submetidos à análise estatística.

Para realização dos experimentos, inicialmente foram retiradas as alas das sementes e em seguida uma parte das sementes foi submetida a um ciclo de hidratação com duração de 29 horas e um ciclo de secagem com duração de 29 horas. O Tempo que foi estabelecido a partir da curva de embebição (um terço da fase 2 (FII)). A curva de embebição é dividida em três fases, para realização do experimento foi usada sementes que já estavam no processo de embebição, e essa embebição foi interrompida quando estava passando pela fase dois para que

assim serem realizados o ciclo de hidratação e secagem, uma parte das sementes não foram submetidas a esse tratamento prévio de hidratação e secagem.

Todas as sementes foram tratadas com o fungicida ditiocarbamato, na proporção de cinco gramas do fungicida para cada quilo de semente, aplicando diretamente nas sementes. Em seguida as sementes foram separadas em quatro repetições com 20 sementes se colocadas para germinar entre folhas de papel germitest umedecidas com 2x o peso do papel em volume de água destilada e mantidas em B.O.D a dez 10 °C e a avaliadas com 7, 14 e 21 dias (Brasil, 2009).

Estresse Hídrico

Para simular e avaliar o efeito da indisponibilidade de água nas sementes de pereiro foram utilizadas a solução comercial polietileno glicol (PEG 6000) (Villela et al. 1991), em seis concentrações (0,2; 0,3 0,4; 0,5; 0,6 e 0,7 MPa) e o tratamento controle (0,0) este foi umedecido apenas com água destilada.

Estresse Salino

Para simular e avaliar o estresse salino nas sementes de pereiro foram utilizadas a solução comercial de cloreto de sódio PA (Braccini *et al.* 1996), em oito concentrações (0,2; 0,3 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8 e 0,9 MPa) e o tratamento controle (0,0) este foi umedecido apenas com água destilada.

Estresse Térmico

Para simular e avaliar o efeito das temperaturas na germinação da espécie estudada, as sementes foram colocadas para germinar sob fotoperíodo de 12 h e em quatro tratamentos de temperatura constante e extremas (5,10,15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 e 20/40°C). Para cada

tratamento foram utilizadas 80 sementes divididas em quatro repetições de vinte sementes. Os tratamentos foram avaliados diariamente até o décimo quarto dia após a semeadura e depois a avaliação final com vinte e um dia que as sementes foram semeadas.

Ao final do experimento com 21 dias foram avaliadas: porcentagem de germinação (G%), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), cada um desses foram analisados separadamente por repetição, sendo que os dois últimos foram colocados em estufa a 105°C por 72 horas, e posteriormente foram aferidos o peso da massa seca da parte subterrânea (PMSPA) e o peso da massa seca da raiz (PMSR), esses analisados por tratamento.

RESULTADOS

Independentemente do ciclo de HD, foi observada uma redução na germinação das sementes de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc.com o aumento do potencial hídrico, ocorrendo germinação até o potencial de -0.6 MPa ($F = 140,301$; $gl = 6$; $p < 0.0001$). O ciclo de HD não proporcionou aumento de tolerância ao déficit hídrico nas sementes da espécie estudada ($F = 0.8340$; $gl = 1$; $p = 0,3661$).

Não foi observada uma interação significativa entre os fatores ciclo de HD e potencial hídrico ($F = 1,414$; $gl = 6$; $p = 0.2320$), indicando que a germinação das sementes de pereiro ocorreu de forma similar entre as sementes que passaram pelo ciclo e as do controle quando estas foram submetidas ao déficit hídrico.

Ao passarem por um ciclo de hidratação e desidratação as sementes submetidas à estresse hídrico nos potenciais 0.0 e - 0.2 MPa sofreram uma redução do T_{50} quando comparados ao controle (Tabela 1). No estresse salino uma redução significativa do T_{50} foi observada nos potenciais -0,2, -0,3, -0,4 e -0,5 MPa, para as sementes que passaram pela

hidratação descontínua quando comparadas às que não passaram pelo ciclo ($F=19,50$; $gl= 6$; $p < 0,001$) (Tabela 1).

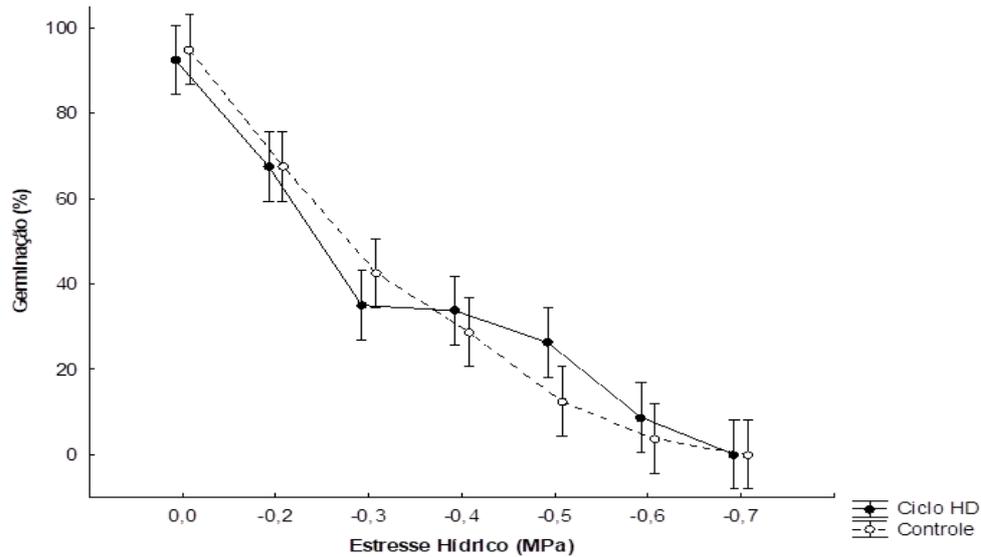


Figura 1. Germinação de sementes de *Aspidosperma pyriformium* Mart. & Zucc. (Apocynaceae) submetidas a diferentes potenciais osmóticos (PEG) com e sem hidratação descontínua.

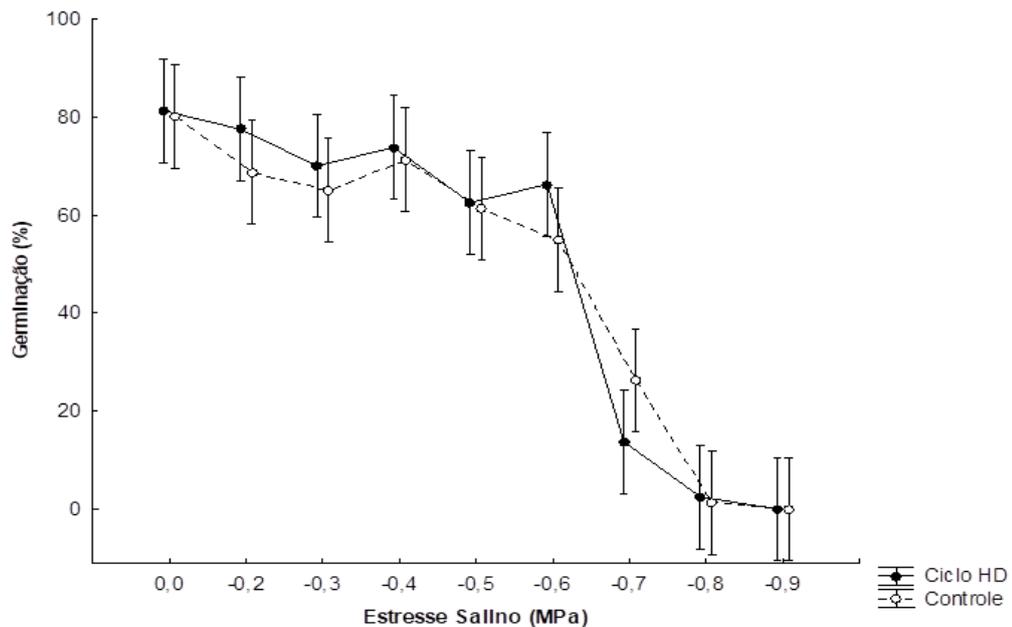


Figura 2. Germinação de sementes de *Aspidosperma pyriformium* Mart. & Zucc. (Apocynaceae) submetidas a diferentes potenciais osmóticos (NaCl) com e sem hidratação descontínua.

Tabela 1. Valores de média e desvio padrão do T₅₀ das sementes submetidas à estresse hídrico e salino.

T ₅₀		
Estresse Hídrico		
Potencial (MPa)	Controle	Ciclo HD
0,0	10,85 ± 4,63	0,88 ± 0,10
- 0,2	8,95 ± 3,42	1,62 ± 0,55
- 0,3	7,68 ± 2,78	8,42 ± 1,08
- 0,4	4,72 ± 0,23	8,40 ± 1,13
- 0,5	8,10 ± 1,05	8,26 ± 1,10
- 0,6	6,04 ± 1,13	7,97 ± 1,04
- 0,7	–	–
Estresse Salino		
Potencial (MPa)	Controle	Ciclo HD
0,0	1,39 ± 0,12	10,58 ± 1,48
- 0,2	9,00 ± 1,41	1,50 ± 0,05
- 0,3	10,58 ± 1,39	1,99 ± 0,27
- 0,4	10,36 ± 1,38	2,59 ± 0,33
- 0,5	8,10 ± 1,05	3,65 ± 0,64
- 0,6	1,32 ± 0,02	3,58 ± 0,77
- 0,7	1,63 ± 0,48	0,50 ± 0,11

Independentemente do ciclo de HD, foi observada uma redução na germinação das sementes de pereiro com o aumento salinidade, ocorrendo germinação até o potencial de -0.8

MPa ($F = 74,2320$; $gl = 6$; $p < 0,0001$). O ciclo de HD não proporcionou aquisição de tolerância ao estresse salino nas sementes da espécie estudada ($F = 0,7040$; $gl = 1$; $p = 0,4051$).

Não foi observada uma interação significativa entre os fatores ciclo de HD e salinidade ($F = 0,8020$; $gl = 1$; $p = 0,6031$), indicando que ao efeito negativo da salinidade foi similar entre as sementes que submetidas ao ciclo e as sementes do tratamento controle.

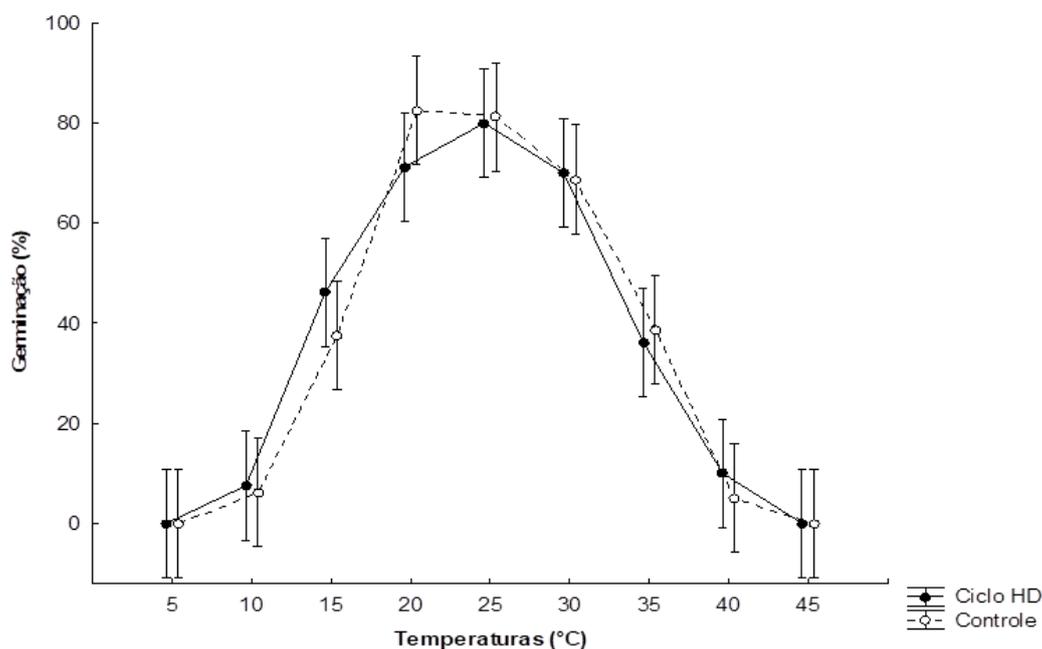


Figura 3. Germinação de sementes de *Aspidosperma pyriformium* Mart. & Zucc. (Apocynaceae) submetidas a diferentes temperaturas com e sem hidratação descontínua.

Com base na porcentagem final de germinação, a faixa de temperatura ideal de germinação da espécie estudada ficou entre 20 e 30°C (Figura 3). As temperaturas avaliadas influenciam significativamente a germinação das sementes de pereiro ($F = 77,6150$; $gl = 8$; $p < 0,0001$).

Independentemente do ciclo de HD, foi observada uma redução significativa na germinação das sementes nas temperaturas avaliadas inferiores a 20°C e superiores a 30°C.

Não foi observada uma interação significativa entre os fatores temperatura e ciclo de HD ($F = 0,5114$; $gl = 8$; $p = 0,8425$), indicando que sementes que passaram ou não pela hidratação descontínua apresentaram o mesmo padrão de resposta germinativa quando submetidas as temperaturas constantes avaliadas.

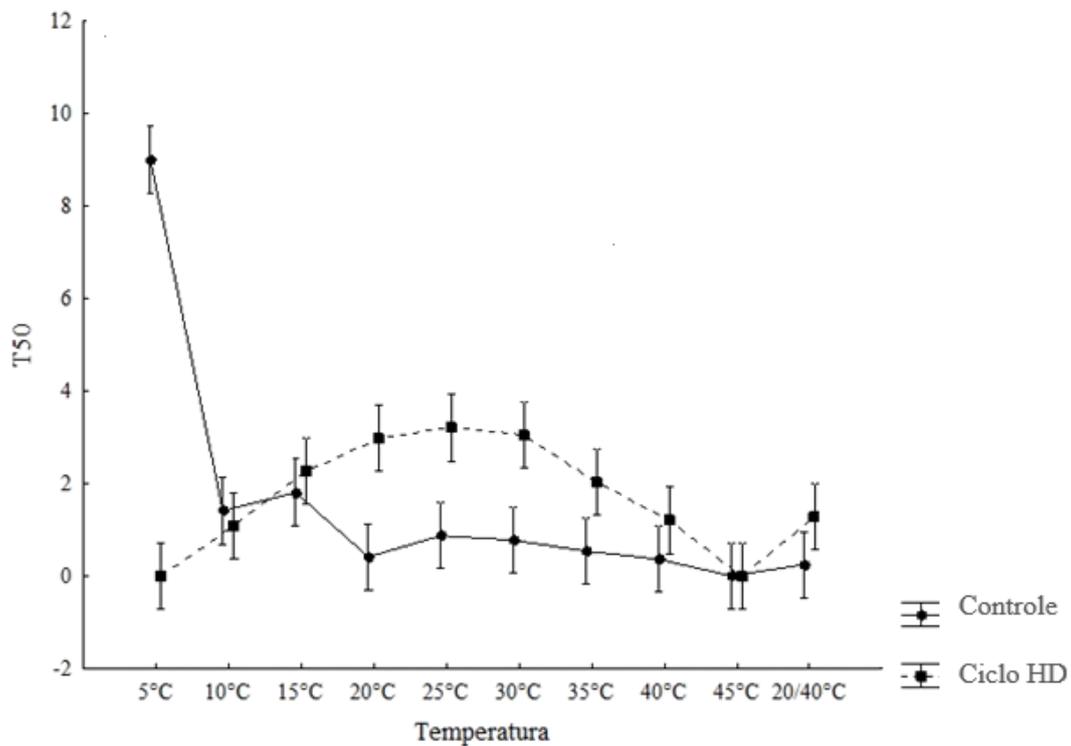


Figura 4. Valores de T₅₀ das sementes submetidas à estresse térmico.

O ciclo de HD não proporcionou aquisição de tolerância ao estresse térmico às sementes da espécie estudada ($F = 0,0030$; $gl = 1$; $p = 0,9567$) (Figura 3). As sementes submetidas à hidratação descontínua apresentaram um aumento do T₅₀ nas temperaturas de 20, 30 e 35°C quando comparadas as do controle ($F = 44,15$, $gl = 9$; $p < 0,001$) (Figura 4).

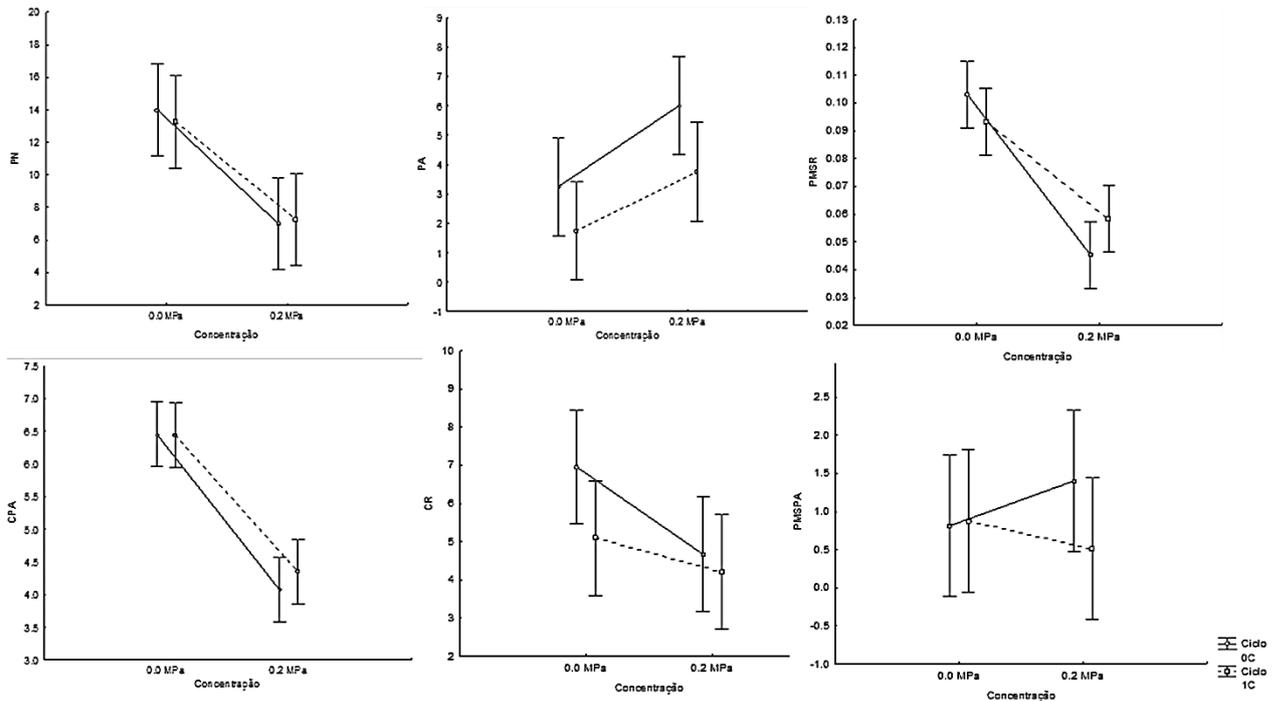


Figura 5: Formação de plântulas normais (PN) e anormais (PA), comprimento da parte aérea (CPA) e raiz (CR) e peso da matéria seca da raiz (PMSR) e da parte aérea (PMSPA) de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc. (Apocynaceae) submetidas a estresse hídrico sob as concentrações 0,0 e 0,2; com e sem ciclo.

As sementes que foram submetidas ao estresse hídrico houve influência quando passaram pela hidratação descontínua nos tratamentos avaliados. Não houve diferença entre a formação de plântulas normais que foram formadas por sementes que passaram por um ciclo quando comparados com o controle. No entanto, dentro do mesmo ciclo houve uma diminuição na formação de plântulas normais quando as sementes foram submetidas a condição de estresse 0,2 MPA ($F = 24,8834$; $gl = 1$; $p = 0,000315$).

Na formação de plântulas anormais não houve diferença das sementes que passaram por um ciclo quando comparados com o controle. No entanto, dentro do mesmo ciclo houve um aumento na formação de plântulas anormais quando as sementes foram submetidas a condição de estresse 0,2 MPA ($F = 9,58407$; $gl = 1$; $p = 0,009262$).

O comprimento da raiz não diferiu entre os ciclos avaliados, no entanto houve uma redução quando as sementes foram submetidas a 0,2 MPA tanto no controle, quando os que

passaram por um ciclo no tempo de 29 horas ($F = 5,3161$; $gl=1$; $p = 0,039787$). Já o comprimento da parte aérea não diferiu entre os ciclos, no entanto houve uma redução significativa na concentração de 0,2 MPA nas plântulas do controle e nas que passaram por um ciclo no tempo de 29 horas ($F= 10,510$, $gl=1$; $p=007049356$).

O peso da matéria da parte aérea não diferiu nos ciclos e concentrações avaliados. O peso da matéria seca da raiz não diferiu entre os ciclos avaliados, contudo houve uma redução nas plântulas das sementes que foram submetidas a 0,2 MPA ($F=70,9477$; $gl=1$; $p=0,000002$).

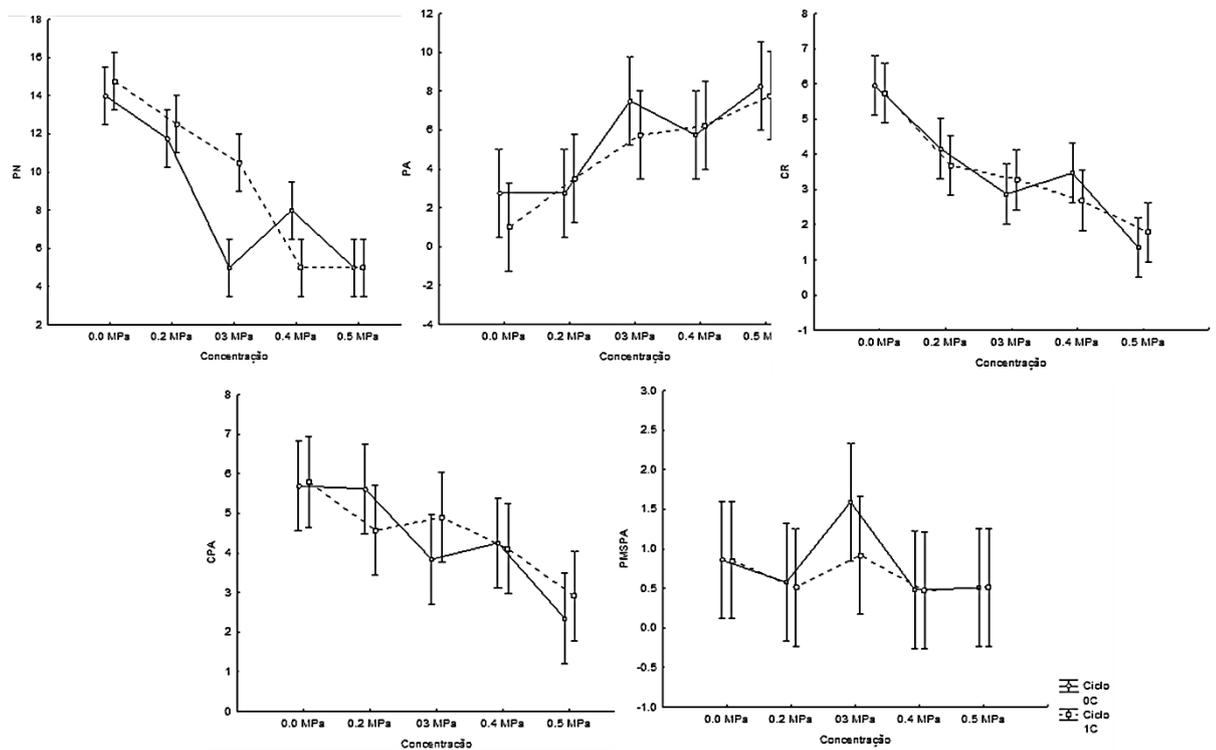


Figura 6. Formação de plântulas normais (PN) e anormais (PA), comprimento da parte aérea (CPA) e raiz (CR) e peso da matéria seca da raiz (PMSR) e da parte aérea (PMSPA) de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc. (Apocynaceae) submetidas a estresse salino sob as concentrações 0,0; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8 e 0,9 com e sem ciclo.

Houve uma redução significativa na formação de plântulas normais com o aumento das concentrações osmóticas utilizadas sendo que as concentrações 0,3 e 0,4 MPA diferiram quando submetidas a um ciclo de HD ($F=57,120$, $gl=1$; $p < 0,0001$). A formação de plântulas anormais apresentou um aumento progressivo à medida que as concentrações osmóticas aumentavam nos ciclos avaliados ($F=10,5306$, $gl=1$; $p= 0,000019$).

O comprimento da raiz apresentou redução significativa com o aumento da concentração, tanto no controle quanto no tratamento de um ciclo no tempo de 29 horas ($F = 28,1014$; $gl=1$; $p < 0,001$). No controle houve uma redução significativa no comprimento da parte aérea a partir da concentração de 0,3 MPa, já nas sementes que foram submetidas ao ciclo o CPA apresentou redução a partir da concentração de 0,2 MPa ($F=8,8334$; $gl=1$; $p=0,000078$).

Não houve diferença significativa tanto para o ciclo avaliado quanto para as concentrações no peso da matéria seca da parte aérea e da raiz. Uma maior tolerância ao estresse salino foi observada em sementes que foram submetidas à hidratação a contínua (Nascimento, 2017).

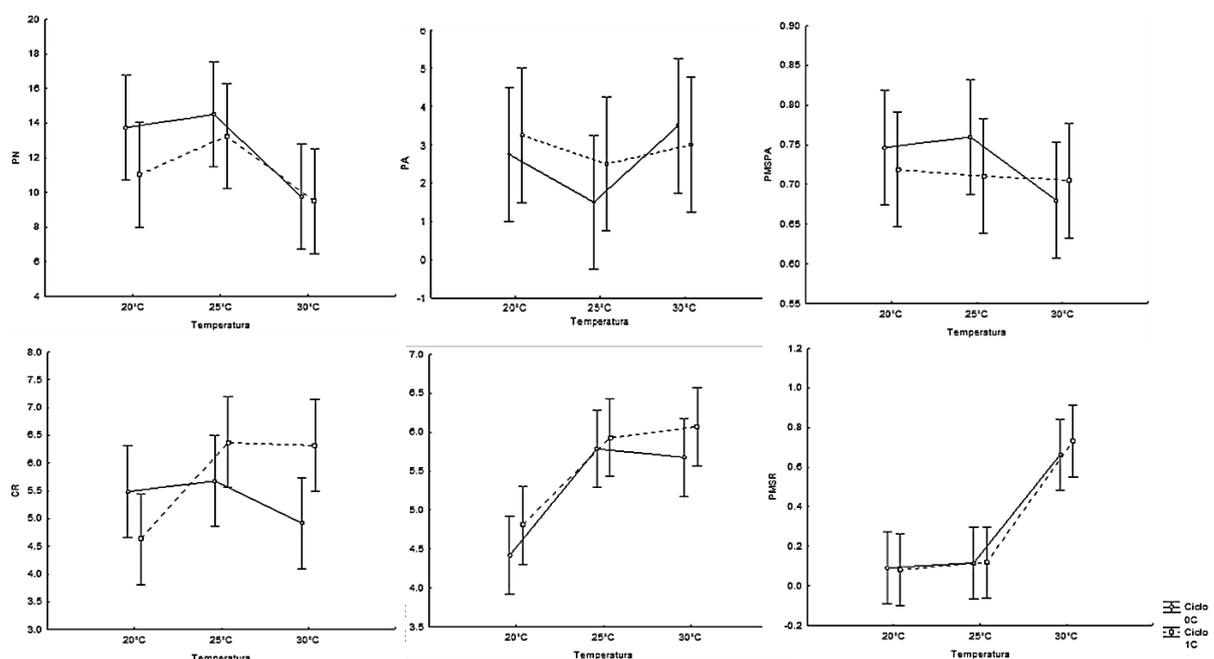


Figura 7. Formação de plântulas normais (PN) e anormais (PA), comprimento da parte aérea (CPA) e raiz (CR) e peso da matéria seca da raiz (PMSR) e da parte aérea (PMSPA) de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc. (Apocynaceae) submetidas a estresse térmico sob as temperaturas; 20°C; 25°C e 30°C com e sem ciclo.

A formação de plântulas normais não diferiu entre o ciclo e o controle nos tratamentos avaliados, no entanto no controle e no tratamento de um ciclo houve uma redução na formação de plântulas normais na temperatura de 30°C ($F=4,4526$; $gl=1$; $p=0,026849$). Na formação de plântulas anormais não houve diferença significativa nos ciclos e temperaturas avaliados.

No comprimento da raiz houve uma diferença significativa entre os ciclos e temperaturas avaliados, foi observado um aumento no comprimento da raiz quando as sementes de um ciclo no tempo de 29 horas foram submetidas a temperatura de 25 e 30°C. Já as sementes do controle apresentaram uma redução da temperatura de 30°C ($F=4,394$; $gl=1$; $p=0,027931$). Não houve diferença no comprimento da parte da PA entre os ciclos avaliados. Sendo observado um aumento significativo desse parâmetro nas temperaturas de 25 e 30°C quando comparados a temperatura de 20°C ($F=18,591$; $gl=1$; $p=0,000042$). O peso da matéria seca da parte aérea não diferiu entre os ciclos e temperaturas e ciclos avaliados. Já o peso da matéria seca da raiz aumentou significativamente quando as sementes foram submetidas a temperatura de 30°C tanto do controle quanto no ciclo de HD avaliado ($F=32,05106$, $gl=1$; $p=0,000001$).

DISCUSSÃO

A hidratação descontínua proporcionou uma maior tolerância ao déficit hídrico nas sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altschul, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, (3) *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & R.W. Jobson (Nascimento, 2017). Os benefícios do condicionamento osmótico podem se perpetuar em outras fases do desenvolvimento das plantas, como observado no

aumento da sobrevivência das plântulas formadas a partir de sementes que passaram por ciclos de hidratação e desidratação (Meiado, 2013). No entanto, a passagem das sementes da espécie estudada pela hidratação descontínua não proporcionou um aumento da tolerância ao estresse, já que o maior número de plântulas anormais e uma redução do crescimento foram observados tanto no controle quanto no tratamento de hidratação descontínua avaliada.

Uma redução na formação de plântulas normais está relacionada aos potenciais osmóticos mais negativos de NaCl como também foi observado um aumento da porcentagem de plântulas anormais em potenciais de $-0,4$ MPa na espécie *Toona ciliata* var. *australis*. O crescimento das plântulas de *T. ciliata* foi consideravelmente afetado pelo estresse salino (Lucchese *et al.*, 2018). Essa redução no crescimento devido ao estresse salino foi observada no presente trabalho mesmo nas plântulas provenientes de sementes que passaram por um ciclo.

O condicionamento osmótico em sementes de *S. spectabilis* var. *excelsa* tem conferido uma maior tolerância as temperaturas sub ótimas e na supra ótima (Jeller & Perez, 2003). Resultados parecidos foram encontrados por Nascimento (2016) com a técnica da hidratação descontínua em algumas espécies como *P. moniliformis* e *P. nitens* que conferiu maior tolerância ao estresse térmico. Um dos parâmetros de crescimento que foi influenciado pela hidratação descontínua foi o comprimento da raiz e o peso da matéria seca tem um aumento mesmo na maior temperatura.

CONCLUSÃO

A hidratação descontínua não ocasionou um aumento na tolerância aos estresses hídrico, salino e térmico na espécie estudada. As sementes que não foram submetidas ao tratamento pré-germinativo também não possuem tolerância aos estresses ambientais. Em relação ao desenvolvimento inicial, os estresses proporcionaram uma formação de maior número de

plântulas anormais e uma redução do crescimento. Sendo assim é possível afirmar a ausência de memória hídrica em sementes de *A. pyrifolium*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho contribui para os estudos sobre os benefícios da memória hídrica, já que é um trabalho inédito que propôs investigar a relação entre a hidratação descontínua e tempo de armazenamento de sementes. Apesar da espécie não apresentar memória hídrica, os resultados podem colaborar com futuros projetos de restauração da Caatinga, pois demonstra a tolerância da mesma aos estresses ambientais durante a germinação e o desenvolvimento inicial. Além disso, cria perspectiva para o desenvolvimento de outros trabalhos que darão continuidade a este com outras espécies que são beneficiadas pela hidratação descontínua.

A espécie estudada apresenta uma baixa tolerância aos ciclos de hidratação e desidratação, sendo assim a técnica da hidratação descontínua não é a mais indicada para melhoria da tolerância das sementes de *A. pyrifolium* aos estresses ambientais. Além disso, pode-se perceber que a espécie é sensível aos estresses aos quais foram submetidas neste estudo tanto na fase de germinação quanto no desenvolvimento inicial. O entendimento sobre a sensibilidade da espécie aos estresses ambientais em futuros estudos pode colaborar para o desenvolvimento de protocolos de germinação que contribuem para a propagação das espécies.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: Mapa/ACS, 399 p, 2009.

- DANTAS, B. F.; CORREIA, J. DE S.; MARINHO, L. B.; ARAGÃO, C. A. Alterações bioquímicas durante a embebição de sementes de catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.). Revista Brasileira de Sementes, v. 30, p. 221-227, 2008.
- DUBROVSKY, J.G. Discontinuous hydration as a facultative requirement for seed germination in two cactus species of the Sonoran Desert. Journal of the Torrey Botanical Society, v. 125. p. 33-39, 1998.
- DUBROVSKY, J.G. Seed hydration memory in Sonoran Desert cacti and its ecological implication. American Journal of Botany, v.83, p.624-632, 1996.
- JELLER, H.; PEREZ, S.C.J.G.A. Condicionamento osmótico na germinação de sementes de cássia-do-nordeste sob estresse hídrico, térmico e salino. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.38, p.1025-1034, 2003.
- KIGEL, J. (1995) Seed germination in arid and semiarid regions. In: Kigel J, Galili G (eds) Seed development and germination. New York: Marcel Dekker, Inc., 1995, p. 645-699.
- LARCHER, W. Ecofisiologia Vegetal. São Carlos, RIMA, 2006, 531 p.
- LIMA A.T.; MEIADO M.V. Effect of hydration and dehydration cycles on *Mimosa tenuiflora* seeds during germination and initial development. South African Journal of Botany, v.116, p.164 – 167, 2018.
- LIMA, A. T; OLIVEIRA; D. M. MEIADO, M. V. (2018) Effect of hydration and dehydration cycles on *Macroptilium atropurpureum* seeds germination under water deficit conditions. Communications in Plant Sciences, v.8, p. 55-61, 2018.
- LIMA, A.T. CUNHA, P.H.J.; DANTAS, B.F.; MEIADO, M.V. (2017) 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? J. Seed Sci. v.40, p.36-43, 2018.

- LUCCHESI, J.R.; BOVOLINI, M.P.; HILGERT, M.A.; BROSE, C.B.; AVRELLA, E.D.; LAZAROTTO, M. Estresse salino e hídrico na germinação e crescimento inicial de plântulas de *Toona ciliata* M. ROEM. var. *australis*. *Ciência Florestal*, v.28, 2018.
- MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- MEDEIROS, A.C.S. Armazenamento de Sementes de Espécies Florestais. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 24p.
- NONOGAKI, H.; BASSEL, G. W.; Bewley, J. D. Germination-Still a mystery. *Plant Science*, v. 179, n. 6, p. 574-581, 2010.
- PEIXOTO, A.M. Enciclopédia agrícola brasileira. São Paulo: Editora da Universidade Federal de São Paulo, 2002, 632p.
- QUEIROZ, L.P. Leguminosas da Caatinga. Feira de Santana, Universidade Estadual de Feira de Santana, 2009.
- RITO, K. F.; ROCHA, E. A.; LEAL, I. R.; MEIADO, M. V. As sementes de mandacaru têm memória hídrica? *Bol. Soc. Latin*, v. 6, p. 27-31, 2009.
- SENA, C.M. Sementes Florestais: colheita, beneficiamento e armazenamento. Unidade de Apoio do PNF no Nordeste. Natal: MMA, 2008. 28p.
- VILLELA, F.A.; PERES, W.B. Coleta, beneficiamento e armazenamento. In: Ferreira, A.G.; Borghetti, F. (Ed.). *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.149-162.
- YAN, M. A armazenagem prolongada reduziu o efeito positivo de hidrocondicionamento em sementes de couve Chinesa armazenadas a diferentes temperaturas. *Sul Jornal Africano de Botânica*, v.111, p. 313-315.