



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL - PPGBV**

Campo Grande - MS  
Julho - 2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL - UFMS  
*Campus* de CAMPO GRANDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL  
MESTRADO



WENDILLY LORRAINE CAMPOS TABOSA DE AZEVEDO

## **SEMENTES DE ESPÉCIE DO CHACO POSSUEM MEMÓRIA HÍDRICA COMO ADAPTAÇÃO AO ESTRESSE**

Campo Grande – MS  
Julho – 2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL - UFMS  
*Campus de CAMPO GRANDE*  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL  
MESTRADO



WENDILLY LORRAINE CAMPOS TABOSA DE AZEVEDO

## **SEMENTES DE ESPÉCIE DO CHACO POSSUEM MEMÓRIA HÍDRICA COMO ADAPTAÇÃO AO ESTRESSE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal (PPGBV) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Biologia Vegetal.

Orientador: Arnildo Pott

Coorientadora: Liana Baptista de Lima

Campo Grande – MS  
Julho – 2020

## **Ficha Catalográfica**

Azevedo, Wendilly Lorraine Campos Tabosa de  
Sementes de espécie do Chaco possuem memória hídrica como adaptação ao estresse.  
38p.

Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências da Universidade Federal de Mato  
Grosso do Sul.

1. Sementes nativas, 2. Ecofisiologia vegetal, 3. Estresse hídrico, 4. Fabaceae

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Instituto de Biociências

## **Comissão Julgadora**

---

Prof. (a). Dr. (a). Aurora Maria Rosa de  
Oliveira  
Instituição: Faculdade Novoeste

---

Prof. (a). Dr. Victor Augusto Forti  
Instituição: Universidade Federal  
de São Carlos

---

Prof. (a). Dr. (a). Bárbara França Dantas  
Instituição: Embrapa Semiárido

---

Prof. (a). Dr. (a). Aparecida  
Leonir da Silva  
Instituição: Universidade de São  
Paulo (USP/ESALQ)

---

Prof. Dr. Arnildo Pott  
Orientador

---

Prof. Dra. Liana Baptista de Lima  
Co – Orientador

*Dedico este trabalho ao meu  
marido Willian Azevedo.*

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus, o Soberano Criador que por amor entregou Seu filho para que hoje pudéssemos ter a paz que excede o entendimento, a esperança de um futuro melhor e o consolo bem presente na hora da angústia.

Aos meus pais Dayane e Maycon que se esforçaram uma vida para que os meus sonhos fossem realizados.

Aos avós mais incentivadores do universo José Carlos (meu patrocinador e auxiliar de campo desde a primeira coleta de sementes), Irani (pelo sorriso mais doce que suas guloseimas) e Rosemar (a professora mais guerreira que já me inspirei).

À minha irmã e melhor amiga Clícy e seu marido D’Willian Romeiro pelas longas conversas que me ensinaram a olhar as situações por todos os ângulos.

Ao meu eterno namorado e fiel escudeiro Willian Azevedo pelos seus abraços que me acalmaram a cada crise, pelas muitas horas fazendo os experimentos, por me entender e me motivar e por ser meu suporte.

À FIBRACON, empresa que me adotou como filha e me apoio durante todo o mestrado, aos meus “coorientadores em horas vagas” José Carlos Chaves dos Santos e José Milton Longo, aos colegas de trabalho biólogos consultores Ana Luiza, Daniele Louise, Thiago, Mariana, Giovane e os agregados Eng. Amb. Guilherme, Arq. Carolina, Adm. Eliane e Adm. Marizane.

Aos amigos Levi, Isabela, Aline, Joel, Leandro, Hada (psicóloga), Marizane; pastores Ludio e Izabella Marcondes e apóstolos Lucas e Marcia Marcondes.

Agradeço imensamente a minha instituição do coração UFMS, que marcou a história da minha família, através da realização de um sonho, o meu. Por subsidiar todo o meu caminho dentro da academia.

E por último, mas, não menos importantes meus amados e zelosos orientadores Liana Baptista de Lima, uma mãe que me gerou na área das sementes; e Arnildo Pott. Sim! O Pott! (risos) este em especial, por ser um ícone para comunidade acadêmica e por me dar a honra de suas sábias história, identificações e sugestões.

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil”;

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## SUMÁRIO

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| <b>Agradecimentos .....</b>   | <b>iv</b> |
| <b>Resumo .....</b>           | <b>1</b>  |
| <b>Abstract .....</b>         | <b>2</b>  |
| <b>Introdução Geral .....</b> | <b>3</b>  |
| <b>Objetivos.....</b>         | <b>5</b>  |
| <b>Referencias .....</b>      | <b>6</b>  |
| <b>Artigo .....</b>           | <b>11</b> |

## Resumo

### RESUMO

*Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pav.) Hawkins (Fabaceae) ocorre no Chaco localizado ao sul do Pantanal no Brasil. Esse ambiente apresenta características semiáridas em sua porção seca, exigindo adaptações para o sucesso reprodutivo, como memória hídrica. Esse trabalho objetivou determinar se sementes de *P. praecox* possuem memória hídrica e entender os efeitos dos Ciclos de Hidratação e Desidratação (CHD) durante a embebição sobre a germinação e formação de plântulas normais em condições de déficit hídrico. Inicialmente foram estabelecidos, para os testes, a temperatura para germinação e potenciais osmóticos em polietilenoglicol-6000 (PEG 6000). As sementes passaram por CHD (0, 1, 2 e 3 ciclos) correspondentes a 33%, 56% e 58% de hidratação, determinados a partir da curva de embebição, e colocadas para germinar em condições de restrição hídrica – 0,8 MPa. A temperatura ideal para germinação foi 30 °C. A germinação em PEG-6000 ocorreu até -1,0 MPa e a formação de plântulas -0,8 Mpa. Os CHD aumentaram a tolerância ao déficit hídrico, proporcionando aumento da velocidade e porcentagem de germinação. Concluiu-se que sementes de *P. praecox*, quando submetidas a dois CHD com 56% de hidratação, possuem melhores respostas às condições de déficit hídrico.

Palavras-chave: 1. Sementes nativas, 2. Ecofisiologia vegetal, 3. Estresse hídrico, 4.

Fabaceae

## **Abstract**

*Parkinsonia pracox* (Ruiz & Pav.) Hawkins (Fabaceae) occurs in the Chaco located south of the Pantanal in Brazil. This environment has semi-arid characteristics in the dry part, requiring adaptations for reproductive success, such as water memory. This work aims to determine if the seeds of *P. praecox* have water memory and understand the effects of the Hydration and Dehydration Cycles (CHD) during an imbibition on the germination and the formation of normal seedlings in conditions of water deficit. Initially, the temperature for germination and osmotic potential in polyethylene glycol-6000 (PEG 6000) were established for the tests. The seeds used by CHD (0, 1, 2 and 3 cycles) correspond to 33%, 56% and 58% hydration, from the soak curve and placed to germinate under water restriction conditions - 0.8 MPa. The ideal temperature for germination was 30 °C. Germination in PEG-6000 occurs up to -1.0 MPa and in seedling formation -0.8 Mpa. CHD increased tolerance to water deficit, increased speed, and percentage of germination. It was concluded that *P. praecox* seeds submitted to two CHD with 56% hydration, have better responses to conditions of water deficit.

Key words: 1. Native seeds, 2. Plant ecophysiology, 3. Water stress, 4. Fabaceae

## Introdução Geral

A germinação é um conjunto de processos fisiológicos iniciando com a embebição da semente e culminando com a protrusão da raiz primária, influenciada por fatores bióticos, abióticos e inerentes à própria semente (Marcos-Filho, 2005; Casas *et al.*, 2017; Wyse e Dickie, 2018). A interação entre a semente e o ambiente é determinante na capacidade de germinação e estabelecimento da nova plântula com sucesso (Copete *et al.*, 2011; Yamashita e Alberguini, 2011; Reis *et al.*, 2012; Wyse e Dickie 2018), no entanto, quando o ambiente passa por alterações interferindo nas condições-ótimas, respostas são induzidas a todos os níveis funcionais do organismo, podendo ser reversíveis, no princípio, ou se tornar irreversíveis (Larcher, 2000).

Estudos sobre as consequências dessas mudanças têm sido feitos com cunho global (Conti, 2005; Bindoff *et al.* 2013; Nobre e Marengo, 2017; Follador *et al.* 2018; Loehman *et al.* 2018). As projeções, a curto e longo prazo, apresentam mudanças ambientais principalmente relacionadas a temperatura e precipitação, fatores limitantes para a germinação. Essas alterações em ambientes áridos e semiáridos são aumentadas, visto que os fatores climáticos desses ambientes são característicos. Considerando que os fatores ambientais influenciam de forma direta nos indivíduos, faz-se necessário avaliar a resiliência das espécies nativas de ambientes que já possuem restrições.

A limitação do desenvolvimento e sobrevivência está relacionada à plasticidade fenotípica da espécie, ou seja, a resposta da espécie à mudança de ambiente, nem sempre considerada adaptativa, pois esta ocorre quando a característica é passada para as futuras gerações (Schlichting, 1986; Pereira e Lomônaco, 2001). Quando os fatores intrínsecos e extrínsecos começam a gerar pressão excessiva com tendência de modificar e/ou inibir seu estado normal de funcionamento, são considerados fatores de estresse (Lechinoski *et al.*, 2007; Larcher, 2000). O estresse hídrico ocorre quando o fator extrínseco, no caso a água, exerce influência desvantajosa para a planta, tanto na restrição quanto no excesso (Larcher, 2000).

Espécies com distribuição restrita possuem grandes chances de extinção com mudanças ambientais, caso não possuam mecanismos de respostas eficientes (Lechinoski *et al.*, 2007; Quiroz *et al.*, 2016). Em ambientes áridos é possível observar a resposta chamada “memória hídrica”.

A memória hídrica é caracterizada pela capacidade da semente se embeber de forma descontínua, além disso, preserva os processos bioquímicos oriundos da hidratação prévia (Dubrovsky, 1996; Lima e Meiado, 2017; Lima *et al.*, 2018). Isto é, após o primeiro contato com a água, inicia-se a germinação; no instante em que há suspensão da disponibilidade deste recurso a semente sofre desidratação, no entanto, consegue manter com os processos bioquímicos já iniciados. Assim, quando há novamente disponibilidade hídrica a curva de germinação continua até que chegue à emissão da raiz primária. Essa capacidade de superar momentos críticos como secas prolongadas proporciona chances maiores de sobrevivência.

Recentemente trabalhos sobre memória hídrica têm sido feitos na Caatinga, domínio biogeográfico brasileiro, com objetivo de entender as adaptações ao clima semiárido (Lima e Meiado, 2017; Lima *et al.*, 2018; Lima, 2019; Oliveira, 2019). Quando comparado com a Caatinga, o Chaco brasileiro apresenta condições ambientais parecidas em sua porção seca, como temperatura média, folhas pequenas e caducas, espinhos e cactos (Ledesma, 1992; Funes *et al.*, 2009; Noguchi *et al.*, 2009; Freitas *et al.*, 2013).

*Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pav.) Hawkins, espécie da família Fabaceae, tem distribuição limitada a regiões semiáridas e quentes das Américas (Ramírez e Del Valle, 2012). No Brasil apresenta distribuição restrita ao Chaco brasileiro (Pott, *et al.*, 2006; Romão e Mansano, 2018). É conhecida popularmente por *manteco* no México, pau-verde e verde-olivo, devido à coloração verde de seus ramos fotossintetizantes, e pau-Brea, devido à goma Brea (Pott, *et al.*, 2006; Ramírez e Del Valle, 2012).

A espécie possui interesse econômico devido à goma Brea usada em diversas áreas da indústria por ser doce e comestível, utilizada como cola e incenso (De Pinto *et al.*, 1993; Pott, *et al.*, 2006; Spotti *et al.*, 2016; Castel *et al.*, 2017). Além disso, é indicada para a restauração ambiental, por ter rápido crescimento característico de pioneiras, crescimento em terrenos compactos, resistência à restrição hídrica quando comparada com outras espécies da mesma família (Fajardo *et al.*, 2013), possui potencial ornamental pela coloração de seu caule e sua copa espinhenta serve para nidificação de aves (Peña-Chocarro *et al.*, 2006; Pott, *et al.*, 2006).

Desta forma, no entendimento das respostas aos fatores relacionados às flutuações ambientais, destaca-se a importância de estudos voltados para esclarecer as interações, de que a espécie deve alcançar um novo estado de equilíbrio quando exposta a estresse ao longo do tempo (Willadino e Camara, 2010; Pereira *et. al.*, 2014).

### **Objetivos**

Avaliar a plasticidade fenotípica das sementes de *Parkinsonia praecox* sob restrição hídrica e avaliar a existência da memória hídrica através de ciclos de hidratação e desidratação.

## Referências

- BINDOFF N.L., STOTT, P.A., ACHUTA-RAO, K.M., ALLEN, M.R., GILLET N., GUTZLER, D., HANSINGO, K., HEGERL G, et al. Capítulo 10 - Detecção e atribuição de mudanças climáticas: do global para o regional. In: Mudança Climática 2013: A Base da Ciência Física. Contribuição do Grupo de Trabalho I do IPCC para o AR5. Cambridge: Cambridge University Press. 2013.
- CASAS, R DE., WILLIS, C.G., PEARSE, W.D., BASKIN, C.C., BASKIN, J.M. CAVENDERBARES, J. Global biogeography of seed dormancy is determined by seasonality and seed size: a case study in the legumes. *New Phytologist*, v. 214, n. 4, p. 1527-1536, 2017.
- CASTEL, V., RUBIOLO, AC E CARRARA, CR. Distribuição do tamanho de gotículas, comportamento reológico e estabilidade das emulsões de óleo de milho estabilizadas por um novo hidrocolóide (goma Brea) em comparação com a goma arábica. *Hydrocolloids Food*, v.63, p. 170-177. 2017.
- CONTI, J.B. Considerações sobre as mudanças climáticas globais. *Geogr Dep Univ Sao Paulo*, v.16, p.70–75. 2005.
- COPETE, E., HERRANZ, J. M., FERRANDIS, P., BASKIN, C.C., BASKIN, J.M. Physiology, morphology and phenology of seed dormancy break and germination in the endemic Iberian species *Narcissus hispanicus* (Amaryllidaceae). *Annals of Botany*, v. 107, n. 6, p. 1003-1016, 2011.
- DE PINTO, G., RODRIGUEZ, O., MARTINEZ, M., RIVAS, C. Composition of *Cercidium praecox* gum exudates. *Biochemical Systematics and Ecology*, v. 21, n. 2, p. 297-300. 1993.
- FAJARDO, L., RODRÍGUEZ, JP, GONZÁLEZ, V. E BRICEÑO-LINARES, JM. Restoration of a degraded tropical dry forest in Macanao, Venezuela. *Journal of Arid Environments*, v. 88, p. 236-243, 2013.
- FOLLADOR M, VIEZZER J, EGLER M, et. al. Modelling Potential Biophysical Impacts of Climate Change in the Atlantic Forest: Closing the Gap to Identify Vulnerabilities in Brazil. In: *Climate Change Adaptation in Latin America*. Springer, Cham, p. 33-64. 2018.
- FREITAS, T. G. DE; SOUZA, C. S. DE; AOKI, C.; ARAKAKI, L. M. M.; STEFANELLO, T. H.; SARTORI, A. L. B.; SIGRIST, M. R. Flora of Brazilian humid Chaco: Composition and reproductive phenology. *Check List* v. 9, n. 5, p. 973–979. 2013.
- FUNES, G.; DÍAZ, S.; VENIER, P. La temperatura como principal determinante de la germinación en especies del Chaco seco de Argentina. *Austral Ecology*, v. 19, p. 129–138. 2009.
- LARCHER, W. 2000. *Ecofisiologia vegetal*. Tradução de C.H.B.A. Prado. São Carlos: Rima, 2000. 532p.

LECHINOSKI, A.; FREITAS, J. M. N DE; CASTRO, D. DA S.; LOBATO, A. K. DA S.; NETO, C. F. DE O.; CUNHA, R. L. M. Influência do Estresse Hídrico nos Teores de Proteínas e Aminoácidos Solúveis Totais em Folhas de Teca (*Tectona grandis* L. f.) Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 927-929. 2007.

LIMA, A. T., CUNHA, P. H. D. J. D., DANTAS, B. F., MEIADO, M. V. Does discontinuous hydration of *Senna spectabilis* (DC.) HS Irwin Barneby var. *excelsa* (Schräd.) HS Irwin Barneby (Fabaceae) seeds confer tolerance to water stress during seed germination? Journal of Seed Science, v.40, n. 1, p. 36-43. 2018.

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, Ayslan Trindade. Memória hídrica de sementes: implicações ecofisiológicas durante a germinação e o desenvolvimento inicial de espécies da Caatinga. 2019. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2019.

LOEHMAN, R. A., BENTZ, B. J., DENITTO, G. A., KEANE, R. E., MANNING, M. E., DUNCAN, J. P., PEARSON, D. E. Effects of climate change on ecological disturbance in the Northern Rockies. In Climate change and Rocky Mountain ecosystems. Springer, Cham. 2018. p. 115-141

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

NOBRE, C. A., MARENGO, J. A (orgs). Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar - São José dos Campos, SP: INCT, 2017. 608 p. Disponível em: [https://mudarfuturo.fea.usp.br/wp-content/uploads/2018/02/Livro\\_Mudan%C3%A7as-Climaticas-em-Rede\\_eBook-Conflito-de-codifica%C3%A7%C3%A3o-Unicode.pdf](https://mudarfuturo.fea.usp.br/wp-content/uploads/2018/02/Livro_Mudan%C3%A7as-Climaticas-em-Rede_eBook-Conflito-de-codifica%C3%A7%C3%A3o-Unicode.pdf)

NOGUCHI, D. K.; NUNES, G. P.; SARTORI, A. L. B. Florística e síndromes de dispersão de espécies arbóreas em remanescentes de Chaco de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, Brasil. Rodriguésia, v. 60, n. 2, p. 353-365. 2009.

OLIVEIRA, J.C.D.D. Hidrocondicionamento, secagem e armazenamento em sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 2019.

PEÑA-CHOCARRO, M, DEL C.; JUVINEL, J. DE E.; VERA, M.; MATURO, H., KNAPP, S. Guia de Arboles y arbustos del chaco humedo. 2006

LEDESMA, N. R. Caracteres de la semiaridez en el Chaco Seco. 1992. Disponível:[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/30097/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/30097/Documento_completo.pdf?sequence=1) Acesso em: 28 abr. 2020.

PEREIRA, C. D., LOMÔNACO, C. Plasticidade fisiológica e comportamental de *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) em duas variedades de *Brassica oleracea* L. Neotropical Entomology, v. 30, n. 1, p. 29-35. 2001.

PEREIRA, M. R. R.; MARTINS, C. C.; MARTINS, D.; SILVA, R. J. N. Estresse hídrico induzido por soluções de PEG e de NaCl na germinação de sementes de nabiça e fedegoso. *Bioscience Journal*, v. 30, n. 3, p. 687-696. 2014.

POTT, A.; POTT, V. J.; SOUZA, T. W. de. Plantas daninhas de pastagem na região dos Cerrados. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2006, 336 p.

QUIROZ, M. D. R. C., MORENO, M.P., RIVAS, J. D. F., YBARRA, E. J. Effects of wetting and drying cycles on the germination of nine species of the Chihuahuan Desert. *Botanical Sciences*, v.94, n. 2, p. 221-228.2016.

RAMÍREZ, J. A., DEL VALLE, J. I. Local and global climate signals from tree rings of *Parkinsonia praecox* in La Guajira, Colombia. *International Journal of Climatology*, v. 32, n. 7, p. 1077-1088. 2012.

REIS, R. C. R; DANTAS, B.F. E PELACANI, C.R. Mobilização de reservas e germinação de sementes de *Erythrina velutina* Willd. (Leguminosae - Papilionoideae) sob diferentes potenciais osmóticos. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 34, n. 4, p. 580-588. 2012.

ROMÃO, M.V.V.; MANSANO, V.F. *Parkinsonia* in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em:<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB603440>gt; Acesso em: 27 jan. 2018.

SCHLICHTING, C.D. The evolution of phenotypic plasticity in plants. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v. 17, p. 667-693. 1986.

SPOTTI, M. L., CECCHINI, J. P., SPOTTI, M. J., CARRARA, C. R. Brea Gum (from *Cercidium praecox*) as a structural support for emulsion-based edible films. *LWT-Food Science and Technology*, v. 68, p. 127-134. 2016.

WILLADINO, L., CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. *Enciclopédia biosfera*, v.6, n. 11, p. 1-23. 2010.

WYSE S. V., DICKIE, J. B. Ecological correlates of seed dormancy differ among dormancy types: a case study in the legumes. *New Phytol*, v. 217, p. 477–479. 2018.

YAMASHITA, O. M.; ALBERGUINI, A.L. Germinação de *Vernonia ferruginea* em função da quebra de dormência, luminosidade e temperatura. *Comunicata Scientiae*, v. 2, n. 3, p. 142-148.2011.

Artigo a ser submetido na revista *Journal of Seed Science*

Esta revista científica tem como objetivo publicar estudos científicos originais em Ciência e Tecnologia de Sementes, promover a agricultura brasileira e internacional e os avanços nessas áreas.

Normas para os autores disponível no *link* abaixo

<http://www.scielo.br/revistas/jss/pinstruc.htm>

## Artigo

Memória Hídrica no Chaco

# SEMENTES DE ESPÉCIE DO CHACO POSSUEM MEMÓRIA HÍDRICA COMO ADAPTAÇÃO AO ESTRESSE

Wendilly Lorraine Campos Tabosa Azevedo<sup>2\*</sup>, Liana Baptista de Lima<sup>2</sup>, Arnildo Pott<sup>3</sup>

## RESUMO

*Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pav.) Hawkins (Fabaceae) ocorre no Chaco localizado ao sul do Pantanal no Brasil. Esse ambiente apresenta características semiáridas em sua porção seca, exigindo adaptações para o sucesso reprodutivo, como memória hídrica. Este trabalho objetivou determinar se sementes de *P. praecox* possuem memória hídrica e entender os efeitos dos Ciclos de Hidratação e Desidratação (HD) durante a embebição sobre a germinação e formação de plântulas normais em condições de déficit hídrico. Inicialmente foram estabelecidos, para os testes, a temperatura para germinação e potenciais osmóticos em polietilenoglicol-6000 (PEG 6000). As sementes passaram por CHD (0, 1, 2 e 3 ciclos) correspondentes a 33%, 56% e 58% de hidratação, determinados a partir da curva de embebição, e colocadas para germinar em condições de restrição hídrica – 0,8 MPa. A temperatura ideal para germinação foi 30 °C. A germinação em PEG-6000 ocorreu até -1,0 MPa e a formação de plântulas -0,8 Mpa. Os CHD aumentaram a tolerância ao déficit hídrico, proporcionando aumento da velocidade e porcentagem de germinação. Concluiu-se que sementes de *P. praecox*, quando submetidas a dois ciclos de HD com 56% de hidratação, possuem melhores respostas às condições de déficit hídrico.

Termos para indexação: 1. Ecofisiologia vegetal, 2. Estresse hídrico, 3. Fabaceae, 4. Sementes nativas

# CHACO SPECIES SEEDS HAVE WATER MEMORY AS

## ADAPTATION TO STRESS

### ABSTRACT

*Parkinsonia pracox* (Ruiz & Pav.) Hawkins (Fabaceae) occurs in the Chaco located south of the Pantanal in Brazil. This environment has semi-arid characteristics in the dry part, requiring adaptations for reproductive success, such as water memory. This work aims to determine if the seeds of *P. praecox* have water memory and understand the effects of the Hydration and Dehydration Cycles (CHD) during an imbibition on the germination and the formation of normal seedlings in conditions of water deficit. Initially, the temperature for germination and osmotic potential in polyethylene glycol-6000 (PEG 6000) were established for the tests. The seeds used by CHD (0, 1, 2 and 3 cycles) correspond to 33%, 56% and 58% hydration, from the soak curve and placed to germinate under water restriction conditions - 0.8 MPa. The ideal temperature for germination was 30 °C. Germination in PEG-6000 occurred up to -1.0 MPa and in seedling formation -0.8 MPa. CHD increased tolerance to water deficit, increased speed, and percentage of germination. It was concluded that *P. praecox* seeds submitted to two CHD with 56% hydration, have better responses to conditions of water deficit.

Index terms: 1. Native seeds, 2. Plant ecophysiology, 3. Water stress, 4. Fabaceae

1Submetido em\_\_\_\_\_. Aceito para publicação em\_\_\_\_\_.

2LABSEM – Laboratório de Sementes, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Campo Grande, MS, Brasil.

3Departamento de Botânica, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Campo Grande, MS, Brasil.

\* Autor para correspondência <wendillycampos2@gmail.com>

## Introdução

Estudos sobre as consequências de mudanças ambientais têm sido feitos com cunho global (Conti, 2005; Bindoff *et al.* 2013; Nobre e Marengo, 2017; Follador *et al.* 2018; Loehman *et al.* 2018), observando de forma geral os acontecimentos e as projeções em curto e longo prazo. É necessário avaliar a resiliência das espécies nativas a mudança no ambiente que já possui restrições.

Quando os fatores intrínsecos e extrínsecos começam a gerar pressão excessiva, com tendência de modificar e/ou inibir seu estado normal de funcionamento, são considerados fatores de estresse (Lechinoski *et al.*, 2007; Larcher, 2000). O estresse hídrico, por exemplo, ocorre quando o fator extrínseco, no caso a água, exerce influência desvantajosa para a planta, tanto na restrição quanto no excesso (Larcher, 2000).

Espécies com distribuição restrita possuem grandes chances de extinção com mudanças ambientais caso não possuam mecanismos de respostas eficientes (Lechinoski *et al.*, 2007; Quiroz, 2016). Em ambientes áridos e semiáridos é possível observar um mecanismo conhecido como “memória hídrica”.

A memória hídrica é caracterizada pela capacidade da semente se embeber de forma descontínua, além disso, preserva os processos bioquímicos oriundos da hidratação prévia (Dubrovsky, 1996; Lima e Meiado, 2017; Lima *et al.*, 2018).

Recentemente trabalhos sobre memória hídrica têm sido feitos na Caatinga com objetivo de entender as adaptações ao clima semiárido (Lima e Meiado, 2017; Lima *et al.*, 2018; Lima, 2019; Oliveira, 2019). O Chaco brasileiro, quando comparado à Caatinga, apresenta condições ambientais parecidas em sua porção seca, o clima é considerado quente e seco, as chuvas sazonais podem se concentrar em três a quatro meses, a média pluviométrica é de 1200 mm/ano (Ledesma, 1992; Funes *et al.*, 2009; Noguchi *et al.*, 2009; Freitas *et al.*, 2013).

*Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pav.) Hawkins, espécie da família Fabaceae, tem distribuição limitada a regiões áridas e quentes das Américas, como as formações chaquenhãs (Ramírez e Del Valle, 2012). No Brasil, a única formação de Chaco é restrita ao município de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, tornando a distribuição da espécie restrita a esta formação (Romão e Mansano, 2018).

Desta forma, destaca-se a importância de estudos voltados para esclarecer as respostas das sementes às flutuações ambientais, partindo do pressuposto que a espécie alcançará um novo estado de equilíbrio quando exposta a um estresse de longa duração (Willadino e Camara, 2010; Pereira *et. al.*, 2014). Assim, o objetivo deste estudo é determinar se sementes de *P. praecox* possuem memória hídrica e entender os efeitos dos ciclos de hidratação e desidratação (HD) durante a embebição sobre a germinação e formação de plântulas normais em condições de déficit hídrico.

## **Material e Métodos**

Coleta, beneficiamento e caracterização da amostra

Os frutos maduros de *Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pav.) Hawkins (Fabaceae) foram coletados na área de Chaco em Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, Brasil (21°42'04" S, 57°53'06" W), em outubro de 2018, época de frutificação da espécie, em 16 matrizes.

Os frutos foram descascados manualmente e as sementes foram homogeneizadas para aleatorização.

A caracterização inicial do lote de sementes envolveu a determinação do peso de mil sementes, teor de água inicial e biometria. O peso de mil sementes seguiu a metodologia descrita em Brasil (2009). Para determinação do teor de água foi utilizado o método da estufa a 105° C em base úmida (Brasil, 2009). A biometria foi feita com paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm, mensurando o comprimento, a largura e espessura de 100 sementes (Nogueira et al., 2010).

## Determinação de temperatura ideal para germinação

Para determinar a temperatura ideal foi feito teste de germinação preliminar em diferentes temperaturas (20, 30, 35 e 40°C), sendo 8 repetições com 50 sementes cada. Para quatro destas repetições foram usadas sementes intactas e as demais com sementes escarificadas, fisicamente, ao lado oposto à micrópila, para avaliar presença de dormência e efeito do tegumento na germinação. Considerou-se como sementes germinadas aquelas com protrusão radicular (mínimo 2mm). A temperatura ideal foi considerada a que apresentou maior porcentagem de germinação e de plântulas normais em menor tempo.

O teste de germinação foi refeito, considerando os resultados anteriores, nas temperaturas 25, 30 e 35°C. Foram utilizadas apenas sementes escarificadas, distribuídas em quatro repetições de 50 sementes para cada temperatura, entre papel toalha, umedecido com água destilada, de acordo com Brasil (2009). Foram colocadas em Biochemical Oxygen Demand (B.O.D) com luz.

Foram contabilizadas diariamente, até 60 dias, a germinação das sementes e a emissão de plântulas normais (estudo das características da raiz, hipocótilo, epicótilo, cotilédones e protófilos segundo Brasil (2009)). A temperatura que promoveu maior porcentagem de germinação e de plântulas normais em menor tempo foi utilizada para o estudo da germinação em restrição hídrica e da memória hídrica.

## Germinação sob restrição hídrica

Para avaliar os efeitos da restrição hídrica, foi feito teste de germinação durante 60 dias, com substrato umedecido com solução de polietileno glicol (PEG-6000), com quatro repetições de 50 sementes. Foram distribuídas entre três folhas de papel de germinação (sobre duas folhas e cobertas por outra) organizadas na forma de rolos umedecidos com água ou solução de PEG-6000 em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa seca do papel (Brasil, 2009). As soluções de PEG-6000 foram preparadas a -0,2; -0,4; -0,8; -1,0;

1 -1,2 e -1,4 MPa, seguindo indicação de Villela et al. (1991). Os rolos foram colocados  
2 em B.O.D a 30 °C com luz. A cada avaliação diária, o papel era observado quanto à  
3 umidade, para garantir a disponibilidade hídrica. Foram avaliadas a maior porcentagem  
4 de germinação e de plântulas normais em menor tempo, que foram utilizadas para o  
5 estudo da germinação em restrição hídrica e da memória hídrica.

#### 6 Curva de embebição

7 A curva de embebição (CE) foi determinada com o objetivo de selecionar os teores de  
8 água a serem utilizados nos ciclos de hidratação e desidratação (HD). Para determinar a  
9 CE foram utilizadas 100 sementes, escarificadas manualmente no lado oposto à  
10 micrópila, divididas em quatro repetições de 25 sementes. O peso inicial das sementes  
11 foi aferido em balança de precisão e, logo depois, foram colocadas para embebição em  
12 bandejas entre papel toalha umedecido com equivalente a 2,5 vezes à massa seca do  
13 papel (Brasil, 2009).

14 As bandejas foram mantidas em câmaras de germinação do tipo B.O.D., regulada a  
15 30°C com luz. As sementes foram pesadas em intervalos de 60 minutos até 73 horas,  
16 quando a emissão da raiz primária teve início.

#### 17 Ciclos de Hidratação e Desidratação (HD)

18 Após a determinação da curva de embebição, foram selecionados três pontos na curva,  
19 com seus respectivos teores de água (TA): i)  $\frac{1}{2}$  da fase I (33% TA), ii)  $\frac{1}{4}$  da fase II  
20 (56% TA) e iii)  $\frac{3}{4}$  da fase II da embebição (58% TA).

21 Para cada um dos TA selecionados, as sementes foram submetidas a 0, 1, 2 e 3 ciclos de  
22 HD. A embebição das sementes foi feita com 4 repetições de 50 sementes cada, entre  
23 papel umedecido com água destilada, e o teor de água foi estimado através da variação  
24 da biomassa das sementes nos diferentes intervalos avaliados. A desidratação foi  
25 realizada sobre papel absorvente em bandejas plásticas mantidas em estufa a 30 °C, com

pesagens regulares de acordo com o tempo necessário para a semente retornar ao seu peso inicial.

Após a passagem pelos ciclos de HD, as sementes foram colocadas para germinar em solução de PEG-6000 (-0,8 MPa) e água destilada (controle), conforme a metodologia aplicada ao teste de germinação. Foi avaliada a maior porcentagem de germinação em menor tempo. E foram comparados os resultados em PEG-6000 e água destilada.

#### Análise estatística

O delineamento foi inteiramente casualizado. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo Teste de Tukey.

### Resultados e Discussão

A caracterização inicial do lote apresentou o teor de água de 15,56%, peso de mil sementes de  $40,91 \pm 0,04$ g e biometria sendo 8,33mm de comprimento, 3,45mm de largura e 1,07mm de espessura.

As sementes de *P. praecox* germinaram e formaram plântulas em todas temperaturas às quais foram expostas (tabela 1). A amplitude de temperatura para germinação está relacionada ao ambiente em que a espécie está alocada (Marcos-Filho, 2005; Funes *et. al.*, 2009; Visscher *et. al.*, 2016), no caso de *P. praecox*, o local de coleta apresenta uma amplitude de temperatura entre 15 e 35°C.

Outras espécies de Fabaceae, com ocorrência no Chaco, apresentam amplitude semelhante de temperatura para a germinação, variando de 20°C a 40°C, como *Acacia aroma*, *A. atramentaria*, *Desmodium uncinatum*, *Peltophorum dubium*, *Prosopis alba*, *P. flexuosa*, *P. sericantha*, , *Senegalia furcatispina*, *S. praecox*, *Senna aphylla* e *Vachellia caven*, além do fotoblastismo neutro (Funes *et. al.*, 2009; Pereira *et.al.*, 2013).

Devido à amplitude de temperatura para a germinação, não houve diferença significativa entre as temperaturas analisadas, resultado semelhante ao encontrado por Funes *et. al.* (2009) para a mesma espécie no sul da Argentina, onde a maior

porcentagem de germinação ocorreu entre 25 e 35°C. No entanto, quando analisada a germinação acumulada ao longo dos 60 dias entre as temperaturas, observou-se que o maior número de sementes germinadas ocorreu na temperatura de 30°C, coincidindo com a temperatura média do local de coleta (figura 1).

Desta forma, a temperatura escolhida para o teste de germinação de sementes submetidas a ciclos de hidratação e desidratação, para verificar se as sementes possuem memória hídrica, foi 30°C.

#### Germinação sob Restrição Hídrica

A germinação de *P. praecox* no potencial hídrico controle (0 MPa) foi de 84,5%. No entanto, à medida que o potencial hídrico foi reduzido, houve redução para 1% em -1,0 MPa, e apresentou efeito deletério nas sementes em -1,2 MPa.

Para a formação de plântulas normais houve maior exigência por água, visto que no potencial controle formaram-se 73% de plântulas normais das sementes germinadas. Quando reduzido o potencial hídrico a -0,2 MPa, observou-se redução para 5% de plântulas normais, sendo -0,8MPa o potencial hídrico limite para formação de plântulas normais de *P. praecox* (tabela 2).

A germinação em baixos potenciais osmóticos, ou seja, a tolerância à restrição hídrica de sementes de *P. praecox* foi maior quando comparada a espécies da mesma família, como *Adenanthera pavonina*, que é altamente sensível a potenciais hídricos menores do que -0,5 MPa (Leite *et. al.*, 2018); *Dimorphandra gardneriana*, em que a partir de -0,4MPa ocorre redução drástica da germinação (Ursulino *et. al.*, 2016); *Mimosa scabrella* e *Erythrina velutina*, que tiveram germinação somente até -0,6 MPa (Reis *et. al.*, 2012; Avrella *et. al.*, 2017).

Respostas equivalentes foram obtidas em estudos com *Anadenanthera colubrina* e *Cenostigma pyramidalis*, que não germinaram em -1,2 MPa (Santos *et. al.*, 2016), mas a

resposta foi menor quando comparada com *Mimosa caesalpiniiifolia*, que apresentou germinação em -1,5 MPa (Passos *et. al.*, 2007).

Estratégias adaptativas são fundamentais para a sobrevivência em locais onde a água é um fator limitante (Fajardo *et. al.*, 2013). Neste sentido, tolerância à restrição hídrica pode atuar de forma positiva, pois causa um atraso na germinação, proporcionando maiores chances de sucesso reprodutivo em ambientes áridos (Bewley e Black, 1994) e semiáridos.

Assim, visto que o potencial hídrico limite para a formação de PN foi -0,8 MPa, este foi escolhido como base para os ciclos de hidratação e desidratação, com o objetivo de observar se há memória hídrica nas sementes.

#### Curva de embebição

As sementes de *P. praecox* contiveram em média 10.7% de água antes de serem submetidas à embebição. As sementes apresentaram modelo trifásico de absorção de água durante a germinação. A fase I durou 24 horas, a fase II, 48 horas e a fase III iniciou após 73 horas de embebição (figura 2). A partir da curva de embebição foram identificados os valores para os ciclos de HD, teores de água (TA) de 33%, 56% e 58%, respectivamente.

#### Ciclos de Hidratação e Desidratação (HD).

A porcentagem de germinação ao longo dos dias mostrou que os ciclos de HD influenciaram positivamente na germinação, em condições de restrição hídrica causada pelo PEG (-0,8 MPa) (Tabela 3).

De acordo com o resultado da análise de variância para germinação em substrato umedecido com água destilada, não houve diferença significativa na resposta das sementes com diferentes TA frente aos ciclos de HD e o controle (tabela 3). Resultado similar foi encontrado em *Amburana cearensis* (Fabaceae), que não apresentou diferença na germinação após os ciclos de HD (Santos e Meiado, 2017).

1 No entanto, quando analisada a distribuição de germinação diária, observou-se que  
2 quanto maior o TA, mais facilmente é recuperada a germinação, em apenas 1 e 2 ciclos.  
3 A influência dos ciclos na germinação das sementes em substrato umedecido com água  
4 mostrou que a hidratação a 56 e 58% de TA e posterior desidratação aumentou a  
5 germinação, sendo que as primeiras sementes começaram a germinar antes das sementes  
6 do controle (figura 3). Porém, a germinação de sementes com 33% de TA após  
7 passarem por um ciclo foi reduzida em 21,9% quando comparada com o controle.  
8 Contudo, após passarem pelo terceiro ciclo, sementes com 33% de TA germinaram  
9 mais rapidamente (figura 3).

10 Para sementes em substrato com restrição hídrica houve aumento na porcentagem de  
11 germinação se submetidas a dois ciclos de HD. Quando comparadas ao controle, houve  
12 aumento de 7,4 vezes na porcentagem de germinação. Além disso, seguiram a mesma  
13 dinâmica de resposta das sementes em substrato umedecido com água, onde os menores  
14 TA obtiveram maior porcentagem de germinação em três ciclos (tabela 3).

15 A germinação diária apresentou um ganho em porcentagem de germinação nos  
16 tratamentos de ciclos de HD nos diferentes TA. As sementes de *P. praecox* possuem  
17 sensibilidade à restrição hídrica, no entanto, quando passaram por um ciclo de HD  
18 apresentaram aumento na porcentagem de germinação nos diferentes níveis de  
19 hidratação (TA) (figura 4). Além disso, foi evidente o benefício na porcentagem de  
20 germinação após a passagem das sementes de diferentes TA por dois ciclos de HD,  
21 quando comparada aos demais ciclos.

22 Em cada TA identifica-se uma fase da curva de embebição das sementes, assim, as  
23 respostas aos ciclos são diferentes. A fase I é caracterizada pela entrada rápida de água  
24 nas sementes, devido à diferença de potencial, por isso há redução na germinação em  
25 sementes com 33% de TA. Essa redução continua após a passagem pelo ciclo 2, pois

para *P. praecox* a fase I durou 24 horas, sendo que em geral esta fase dura de 8 a 16 horas (Marcos-Filho, 2005).

A resposta das sementes com 56% de TA aos ciclos de HD apresentou-se intermediária às demais. A resposta das sementes na germinação de forma intermediária às demais mostra certa resistência, ou seja, conseguiu passar pela hidratação descontínua e mantém a germinação. Essa resistência pode estar associada às reduções de velocidade de hidratação na fase II (Marcos-Filho, 2005). Para sementes com 58% de TA, o terceiro ciclo se mostrou prejudicial, por reduzir drasticamente a porcentagem de germinação, fato que se deve à diminuição gradativa da tolerância à dessecação que ocorre ao longo das fases I e II, e perda total na fase III, corroborando Bewley e Black (1994). O TA 58% não pertence à fase III da curva de embebição da espécie. No entanto, apresenta-se a  $\frac{3}{4}$  da fase II, caracterizando-se como final da fase II.

Portanto, a germinação das sementes de *P. praecox* aumentou de acordo com o número de ciclos de HD, mostrando que as sementes possuem memória hídrica. Além disso, beneficiou a porcentagem de plântulas normais (PN). (Tabela 4).

A passagem pelos ciclos nos determinados TA (33, 56, 58 %) aumentou significativamente a porcentagem de plântulas normais quando comparada ao controle de plântulas formadas em substrato em PEG – 6000 (2 %), ao passarem desde o primeiro ciclo nos TA maiores (56 e 58%) e a partir do segundo ciclo de HD em 33% de TA. No entanto, a porcentagem de PN foi reduzida quando as sementes foram submetidas a três ciclos de hidratação no TA de 58% e posterior desidratação, portanto, deletérios para sementes germinadas em PEG-6000.

A redução da porcentagem de PN, resultante de sementes com teor de água de 58% após a passagem por três ciclos, se deve à diminuição gradativa da tolerância à dessecação que ocorre ao longo das fases I e II e perda total na fase III (Bewley e Black, 1994). Além disso, Marcos-Filho (2005) afirma que a emissão da raiz primária seria a fronteira

1 limitante entre a tolerância e a intolerância à desidratação. No entanto, no presente  
2 estudo observou-se que a desidratação das sementes germinadas não foi a fronteira  
3 limitante para a intolerância à desidratação. Isto porque a maioria (87,5%) das PN são  
4 resultantes de sementes germinadas durante a fase de hidratação dos ciclos de HD.  
5 Portanto, isto mostra que não houve perda da tolerância à dessecação na fase III, pois as  
6 sementes germinadas passaram pelas desidratações (de acordo com os tratamentos de  
7 HD) e formaram plântulas normais.

8 Quanto à formação de plântulas de sementes hidratadas com solução de PEG -0,8 MPa,  
9 após a passagem pelos ciclos de HD (exceto no TA 58% no terceiro ciclo que foi de  
10 0%), observou-se aumento de até 34 vezes na porcentagem de PN comparada ao  
11 controle (tabela 4). Esse aumento significativo se deve à memória hídrica em que, de  
12 acordo com o conceito, as sementes secas após hidratação prévia preservam as  
13 características bioquímicas adquiridas anteriormente, assim quando se hidratam  
14 novamente continuam o processo de germinação (Dubrovsky,1996; Lima e Meiado,  
15 2017; Lima et al., 2018).

16 A resposta das sementes à embebição e aos ciclos de HD está associada ao padrão de  
17 desenvolvimento das sementes ortodoxas, que possuem dessecação natural no final do  
18 processo de acúmulo de matéria seca (Marcos-Filho, 2005).

19 Para algumas espécies, as sementes germinam mais rapidamente após os ciclos de HD  
20 quando comparadas à hidratação contínua, isto é, a ausência de ciclos de HD (Hora e  
21 Meiado, 2016; Lima, 2019; Oliveira et. al., 2019). Melo (2018) confirmou o  
22 favorecimento da germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas de  
23 *Enterolobium contortisiliquum* após a passagem das sementes por ciclos de HD.  
24 Sementes de *Mimosa tenuiflora* submetidas a ciclos de HD germinaram em menor  
25 tempo que as sementes com hidratação contínua, além de produzirem mudas com maior

vigor (Lima, 2019). Em sementes de *Senna spectabilis* var. *excelsa*, ciclos de HD aumentam a tolerância às condições de estresse hídrico (Lima *et. al.*, 2018).

A memória hídrica torna a espécie estudada uma possível opção para o desenvolvimento econômico da região, a partir do seu cultivo para produção de Goma-Brea, exsudato retirado do caule da planta usado na indústria (De Pinto *et. al.*, 1993; Castel *et.al.*,2017), como também para produção de mudas.

*P. praecox* apresenta potencial para restauração de áreas degradadas no Chaco, visto que suas sementes são encontradas tanto em bancos de sementes de florestas primárias, quanto de ambientes com nível elevado de degradação, nestes em maior densidade (Lipoma *et. al.*, 2019) e sua distribuição restrita ao local (Romão e Mansano, 2018). Além disso, na região do Chaco brasileiro não há nenhuma Unidade de Conservação, sendo fragilizado pelo aumento do uso e ocupação do solo com pecuária (Souza *et. al.*, 2010).

Portanto, com os ciclos de HD, sementes de *P. praecox*, principalmente as colocadas para germinar sob restrição hídrica, apresentam aumento na velocidade e na porcentagem de germinação e de plântulas normais. A memória hídrica pode proporcionar maior sucesso reprodutivo diante de estresses ambientais como a restrição hídrica.

### Conclusões

Sementes de *Parkinsonia praecox* apresentam germinação em condições de restrição hídrica em potenciais de até -0,8 MPa a 30°C.

Os ciclos de HD aumentam a porcentagem de plântulas normais em substrato sem restrição hídrica e a passagem por dois ciclos de HD aumenta a porcentagem de germinação e de plântulas normais oriundas de sementes em condição de restrição hídrica de -0,8 MPa.

## Agradecimentos

Ao PPGBV da UFMS, ao Labsem e a todos os colaboradores.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação Universidade Federal de Mato

Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil”;

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de

Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## Referências

AVRELLA, E. D., BARATTO, B., LUCCHESI, J. R., NAVROSKI, M. C., FIOR, C. S. Estresse hídrico e salinidade na germinação de sementes de *Mimosa scabrella* Benth. Revista Espacios, v.38, n.47, p.24-34. 2017.

BEWLEY, J.D., BLACK, M. Seeds: physiology of development and germination. Ed. 2. New York: Plenum Press. 1994. 445p.

BINDOFF N.L., STOTT, P.A, ACHUTA-RAO, K.M., ALLEN, M.R., GILLET N., GUTZLER, D., HANSINGO, K., HEGERL G, et al. Capítulo 10 - Detecção e atribuição de mudanças climáticas: do global para o regional. In: Mudança Climática 2013: A Base da Ciência Física. Contribuição do Grupo de Trabalho I do IPCC para o AR5. Cambridge: Cambridge University Press. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

CASTEL, V., RUBIOLO, AC E CARRARA, CR. Distribuição do tamanho de gotículas, comportamento reológico e estabilidade das emulsões de óleo de milho estabilizadas por um novo hidrocolóide (goma Brea) em comparação com a goma arábica. Hydrocolloids Food, v.63, p. 170-177. 2017.

CONTI, J.B. Considerações sobre as mudanças climáticas globais. Geogr Dep Univ Sao Paulo, v.16, p.70–75. 2005.

DE PINTO, G., RODRIGUEZ, O., MARTINEZ, M., RIVAS, C. Composition of *Cercidium praecox* gum exudates. Biochemical Systematics and Ecology, v. 21, n. 2, p. 297-300. 1993.

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.

- 1 FAJARDO, L., RODRÍGUEZ, JP, GONZÁLEZ, V. E BRICEÑO-LINARES, JM.  
2 Restoration of a degraded tropical dry forest in Macanao, Venezuela. *Journal of Arid*  
3 *Environments*, v. 88, p. 236-243, 2013.
- 4 FOLLADOR M, VIEZZER J, EGLER M, et. al. Modelling Potential Biophysical  
5 Impacts of Climate Change in the Atlantic Forest: Closing the Gap to Identify  
6 Vulnerabilities in Brazil. In: *Climate Change Adaptation in Latin America*. Springer,  
7 Cham, p. 33-64. 2018.
- 8 FREITAS, T. G. DE; SOUZA, C. S. DE; AOKI, C.; ARAKAKI, L. M. M.;  
9 STEFANELLO, T. H.; SARTORI, A. L. B.; SIGRIST, M. R. Flora of Brazilian humid  
10 Chaco: Composition and reproductive phenology. *Check List* v. 9, n. 5, p. 973–979.  
11 2013.
- 12 FUNES, G.; DÍAZ, S.; VENIER, P. La temperatura como principal determinante de la  
13 germinación en especies del Chaco seco de Argentina. *Austral Ecology*, v. 19, p. 129–  
14 138. 2009.
- 15 HORA, I., MEIADO, M. A hidratação descontínua em sementes favorece a produção de  
16 mudas de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae). *Agroforestalis News*, v.  
17 1, n. 1, p. 20-24. 2016.
- 18 LARCHER, W. 2000. *Ecofisiologia vegetal*. Tradução de C.H.B.A. Prado. São Carlos:  
19 Rima, 2000. 532p.
- 20 LECHINOSKI, A.; FREITAS, J. M. N DE; CASTRO, D. DA S.; LOBATO, A. K. DA  
21 S.; NETO, C. F. DE O.; CUNHA, R. L. M. Influência do Estresse Hídrico nos Teores  
22 de Proteínas e Aminoácidos Solúveis Totais em Folhas de Teca (*Tectona grandis* L. f.)  
23 *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 927-929. 2007.
- 24 LEITE, I. A., CAMANO, J. D. Z., GUEDES, A. F., BARROSO, R. F., BAKKE, E. A.,  
25 DE OLIVEIRA FREIRE, A. L. Avaliação da germinação de sementes de *Adenanthera*  
26 *pavonina* L. submetidas ao estresse hídrico. *Biodiversidade*, v. 17, n. 3, p. 45-52. 2018.
- 27 LIMA, A. T., CUNHA, P. H. D. J. D., DANTAS, B. F., MEIADO, M. V. Does  
28 discontinuous hydration of *Senna spectabilis* (DC.) HS Irwin Barneby var. *excelsa*  
29 (Schrad.) HS Irwin Barneby (Fabaceae) seeds confer tolerance to water stress during  
30 seed germination? *Journal of Seed Science*, v.40, n. 1, p. 36-43. 2018.
- 31 LIMA, A. T., MEIADO, M. V. Discontinuous hydration alters seed germination under  
32 stress of two populations of cactus that occur in different ecosystems in Northeast  
33 Brazil. *Seed Science Research*, v. 27, n. 4, p. 292-302. 2017.
- 34 LIMA, Ayslan Trindade. Memória hídrica de sementes: implicações ecofisiológicas  
35 durante a germinação e o desenvolvimento inicial de espécies da Caatinga. 2019. 98 f.  
36 Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal de Sergipe,  
37 São Cristóvão, SE, 2019.
- 38 LIPOMA, M. L., FORTUNATO, V., ENRICO, L., DÍAZ, S. Where does the forest  
39 come back from? Soil and litter seed banks and the juvenile bank as sources of

- 1 vegetation resilience in a semiarid Neotropical forest. *Journal of Vegetation Science*.  
2 2019.
- 3 LOEHMAN, R. A., BENTZ, B. J., DENITTO, G. A., KEANE, R. E., MANNING, M.  
4 E., DUNCAN, J. P., PEARSON, D. E. Effects of climate change on ecological  
5 disturbance in the Northern Rockies. In *Climate change and Rocky Mountain*  
6 *ecosystems*. Springer, Cham. 2018. p. 115-141
- 7 MARCOS-FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ,  
8 2005. 495p.
- 9 MELO, A. F. R. de. Tolerância ao déficit hídrico em mudas de *Enterolobium*  
10 *contortisiliquum* (Vell.) Morong (Fabaceae) produzidas a partir de sementes  
11 hidrocondicionadas para projetos de regeneração da caatinga. 2018. 92 f. Dissertação  
12 (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal de Sergipe, São  
13 Cristóvão, SE, 2018.
- 14 NOBRE, C. A., MARENGO, J. A (orgs). *Mudanças climáticas em rede: um olhar*  
15 *interdisciplinar* - São José dos Campos, SP: INCT, 2017. 608 p. Disponível em:  
16 [https://mudarfuturo.fea.usp.br/wp-content/uploads/2018/02/Livro\\_Mudan%C3%A7as-](https://mudarfuturo.fea.usp.br/wp-content/uploads/2018/02/Livro_Mudan%C3%A7as-Climaticas-em-Rede_eBook-Conflito-de-codifica%C3%A7%C3%A3o-Unicode.pdf)  
17 [Clinaticas-em-Rede\\_eBook-Conflito-de-codifica%C3%A7%C3%A3o-Unicode.pdf](https://mudarfuturo.fea.usp.br/wp-content/uploads/2018/02/Livro_Mudan%C3%A7as-Clinaticas-em-Rede_eBook-Conflito-de-codifica%C3%A7%C3%A3o-Unicode.pdf)
- 18 NOGUCHI, D. K.; NUNES, G. P.; SARTORI, A. L. B. Florística e síndromes de  
19 dispersão de espécies arbóreas em remanescentes de Chaco de Porto Murtinho, Mato  
20 Grosso do Sul, Brasil. *Rodriguésia*, vol. 60, n. 2, p. 353-365. 2009.
- 21 LEDESMA, N. R. Caracteres de la semiaridez en el Chaco Seco. 1992.  
22 Disponível:[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/30097/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/30097/Documento_completo.pdf?sequence=1) Acesso em: 28 abr. 2020.
- 24 NOGUEIRA, F.C.B., FILHO, S.M. GALLÃO, M.I. Caracterização da germinação e  
25 morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Dalbergia cearensis* Ducke (pau-violeta)  
26 – Fabaceae. *Acta Botanica Brasilica*, v. 24, p.978–985. 2010.
- 27 OLIVEIRA, J.C.D.D. Hidrocondicionamento, secagem e armazenamento em sementes  
28 de *Piptadenia moniliformis* Benth. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) -  
29 Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 2019.
- 30 PASSOS, M. A., TAVARES, K. M. P., ALVES, A. R. Germinação de sementes de  
31 sabiá (*Mimosa caesalpinhiifolia* Benth.). *Brazilian Journal of Agricultural Sciences*, v.  
32 2, n. 1, p. 51–56. 2007.
- 33 PEREIRA, M. R. R.; MARTINS, C. C.; MARTINS, D.; SILVA, R. J. N. Estresse  
34 hídrico induzido por soluções de PEG e de NaCl na germinação de sementes de nabiça e  
35 fedegoso. *Bioscience Journal*, v. 30, n. 3, p. 687-696. 2014.
- 36 PEREIRA, S. R., KALIFE, C., RODRIGUES, A. P. D. C., LAURA, V. A. Influência da  
37 temperatura na germinação de sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.  
38 *Informativo Abrates*, v. 23, n. 3, p.52-55. 2013.

- QUIROZ, M. D. R. C., MORENO, M.P., RIVAS, J. D. F., YBARRA, E. J. Effects of wetting and drying cycles on the germination of nine species of the Chihuahuan Desert. Botanical Sciences, v.94, n. 2, p. 221-228.2016.
- RAMÍREZ, J. A., DEL VALLE, J. I. Local and global climate signals from tree rings of *Parkinsonia praelcox* in La Guajira, Colombia. International Journal of Climatology, v. 32, n. 7, p. 1077-1088. 2012.
- REIS, R. C. R; DANTAS, B.F. E PELACANI, C.R. Mobilização de reservas e germinação de sementes de *Erythrina velutina* Willd. (Leguminosae - Papilionoideae) sob diferentes potenciais osmóticos. Revista Brasileira de Sementes, v. 34, n. 4, p. 580-588. 2012.
- ROMÃO, M.V.V.; MANSANO, V.F. *Parkinsonia* in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em:<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB603440>gt; Acesso em: 27 jan. 2018.
- SANTOS, A. P. dos, 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, n. 4, p. 19-25. 2017.
- SANTOS, C. A. DOS, SILVA, N. V. DA, WALTER, L. S., SILVA, E. C. A. DA, NOGUEIRA, R. J. M. C. Germinação de duas espécies da caatinga sob déficit hídrico e salinidade. Pesquisa Florestal Brasileira, v. 36, n. 87, p. 219- 224. 2016.
- SOUZA, FRANCO L., UETANABARO, MASAO, LANDGREF-FILHO, P., PIATTI, L., PRADO, C. Herpetofauna, municipality of Porto Murtinho, Chaco region, state of Mato Grosso do Sul, Brazil. Check List, v. 6, n. 3, p. 470-475. 2010.
- URSULINO, M. M., COSTA, M. D. P. S. D., MEDEIROS, J. G. F., ALVES, E. U., ARAUJO, P. C., BRUNO, R. D. L. A., ARAUJO, L. R. D. Seed viability of *Dimorphandra gardneriana* subject to water stress in different temperatures. Ciência Rural, v. 46, n. 12, p. 2090-2095. 2016.
- VILLELA, F. A., DONI FILHO, L., SEQUEIRA, E. L. Tabela de Potencial Osmótico em Função da Concentração de Polietileno Glicol 6.000 e da Temperatura. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 26, n. 11/12, p. 1957-1968 1991.
- VISSCHER, A. M., SEAL, C. E, NEWTON, R. J, FRANCES, A. L, PRITCHARD, H. W. Sementes secas e extremos ambientais: consequências para a vida útil e germinação das sementes. Biologia funcional das plantas, v. 43, n.7, p. 656-668. 2016.
- WILLADINO, L., CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. Enciclopédia biosfera, v.6, n. 11, p. 1-23. 2010.

Tabela 1. Resultados da germinação e de plântulas normais em sementes de *Parkinsonia praecox* em diferentes temperaturas (25, 30 e 35°C).

| Temperatura | Germinação (%) |   | Plântulas normais (%) |   |
|-------------|----------------|---|-----------------------|---|
| 25°C        | 82             | A | 76,5                  | A |
| 30°C        | 84,5           | A | 73                    | A |
| 35°C        | 81,5           | A | 65,5                  | A |
| C.V.%       | 7,7            |   | 10,4                  |   |

\*Letras maiúsculas comparam valores entre as linhas.

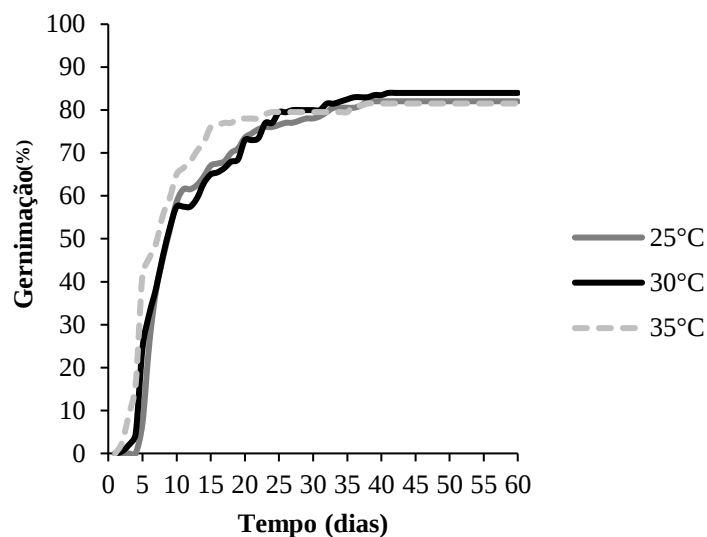


Figura 1. Germinação acumulada de *Parkinsonia praecox* ao longo de 60 dias.

Tabela 2. Porcentagem de germinação e de plântulas normais de sementes de *Parkinsonia praecox* sob diferentes potenciais hídricos (0, -0,2, -0,4, -0,8, -1,0, -1,2 e -1,4 MPa) causados por PEG 6000 a 30°C.

| Potencial hídrico (MPa) | Germinação (%) |   | Plântulas Normais (%) |    |
|-------------------------|----------------|---|-----------------------|----|
| 0                       | 84,5           | A | 73                    | A  |
| - 0,2                   | 27,3           | A | 5                     | A  |
| - 0,4                   | 27,3           | A | 3,5                   | A  |
| - 0,8                   | 10,5           | B | 2                     | AB |
| - 1,0                   | 1              | C | 0                     | BC |
| - 1,2                   | 0              | C | 0                     | BC |
| - 1,4                   | 0              | C | 0                     | C  |
| C.V. (%)                | 21.9           |   | 24.4                  |    |

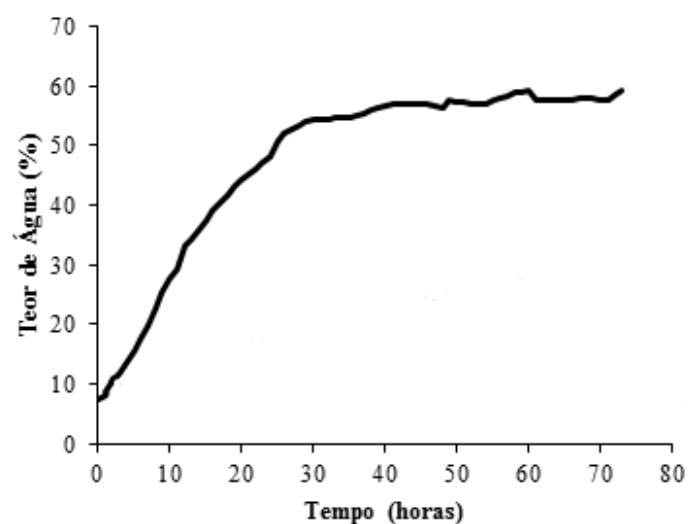


Figura 2. Curva de embebição de sementes escarificadas de *Parkinsonia praecox*.

Tabela 3. Porcentagem de germinação de sementes de *P. praecox* em diferentes teores de água (TA), após passagem pelos ciclos de hidratação/desidratação (HD), hidratadas com água destilada e com polietileno glicol (PEG-6000). Letras iguais significam sem diferença.

| TA (%)   | Ciclos (HD) | Água   | PEG-6000 (-0,8 MPa) |
|----------|-------------|--------|---------------------|
| Controle | 0           | 84,5 A | 10,5 DE             |
| 33       | 1           | 66 A   | 3 E                 |
|          | 2           | 82 A   | 69 A                |
|          | 3           | 79 A   | 66 AB               |
| 56       | 1           | 82 A   | 5 E                 |
|          | 2           | 80 A   | 79 A                |
|          | 3           | 72 A   | 42 BC               |
| 58       | 1           | 78 A   | 27 CD               |
|          | 2           | 72 A   | 78 A                |
|          | 3           | 67 A   | 57 AB               |
| C.V. (%) | 14,4        |        | CV 15,7             |

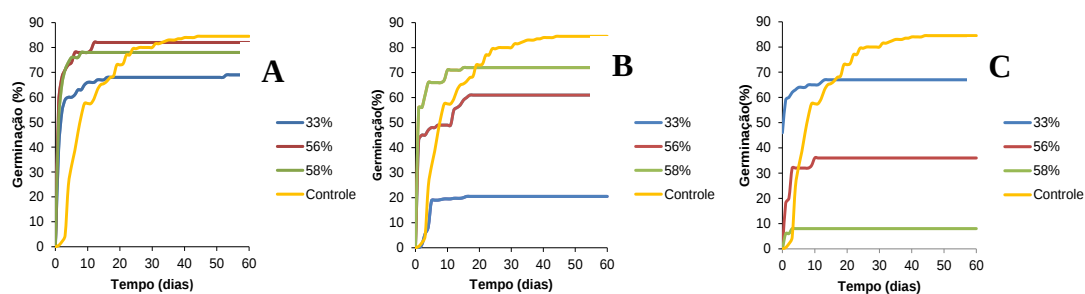


Figura 3. Porcentagem de germinação acumulada de sementes de *Parkinsonia praecox* ao longo de 60 dias após os ciclos de hidratação/desidratação, em substrato umedecido com água destilada. A: um ciclo; B: dois ciclos; C: três ciclos.

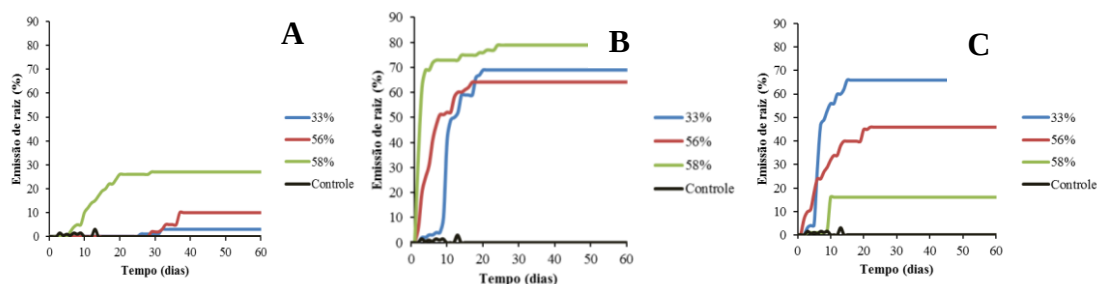


Figura 4. Porcentagem de germinação de sementes de *Parkinsonia praecox* ao longo de 60 dias após os ciclos de hidratação/desidratação, em substrato umedecido com solução de polietileno glicol-6000 (-0,8MPa). A: um ciclo; B: dois ciclos; C: três ciclos.

Tabela 4. Porcentagem de plântulas normais de *Parkinsonia praecox* em diferentes teores de água (TA), após passagem pelos ciclos de HD, hidratadas com água destilada e com polietileno glicol (PEG-6000) -0,8 MPa. Letras comparam os tratamentos.

| TA (%)   | Ciclos | Água | PEG   |
|----------|--------|------|-------|
| Controle | 0      | 73 A | 2 D   |
| 33       | 1      | 56 A | 2 D   |
|          | 2      | 77 A | 68 A  |
|          | 3      | 63 A | 48 AB |
| 56       | 1      | 64 A | 5 CD  |
|          | 2      | 76 A | 69 A  |
|          | 3      | 59 A | 41 B  |
| 58       | 1      | 61 A | 15 CD |
|          | 2      | 63 A | 68 A  |
|          | 3      | 8 B  | 0 D   |
| C.V. (%) | 14,33  | CV   | 18,3  |