



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



ANA KARINE PAES DOS SANTOS

Sementes de *Campomanesia adamantium* (Myrtaceae): uma categoria intermediária quanto à tolerância à dessecação e armazenamento?

Campo Grande-MS
ABRIL – 2020

ANA KARINE PAES DOS SANTOS

Sementes de *Campomanesia adamantium* (Myrtaceae): uma categoria intermediária quanto à tolerância à dessecação e armazenamento?

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: Dr. Flávio Macedo Alves

Coorientadora: Dra. Liana Baptista de Lima

Campo Grande – MS
ABRIL – 2020

Ficha Catalográfica

Santos, Ana Karine Paes Dos

Sementes de *Campomanesia adamantium*: uma categoria intermediária quanto à tolerância à dessecação e armazenamento? 38p.

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

1. Longevidade, 2. Germinação, 3. Sementes intermediárias, 4. Teor de água.

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Instituto de Biociências

Comissão Julgadora

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

Prof (a). Dr. (a) Ana Cristina Araújo Ajalla
Volpe
Instituição: Agência de Desenvolvimento
Agrário e Extensão Rural (Agraer)

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

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

Prof (a). Dr. (a) Flávio Macedo Alves
Orientador

Agradecimentos

Agradeço à minha orientadora prof^a Dra. Liana Baptista de Lima, por toda a sua dedicação para a realização deste trabalho. Por todo o apoio, não só científico e acadêmico, mas emocional durante 5 longos anos. Obrigada por passar a madrugada, os finais de semana e feriados comigo no laboratório, pelas chamadas de vídeo no *whatsapp* para sanar minhas dúvidas e tantas outras coisas que não caberiam nessa folha. Obrigada por ter se tornado minha amiga e companheira e ser essa pessoa tão carinhosa com todos os seus orientados.

Ao meu orientador prof^o Dr. Flávio Macedo Alves que me aceitou e me recebeu de braços abertos, por sempre estar disponível e disposto para ajudar em qualquer coisa.

À prof^a Dra. Rosani Arruda, por ter contribuído muito para a elaboração do projeto de mestrado.

À prof^a Dra. Edna Scremin Dias, à Dra. Gisele Catian e à Dra. Ana Cristina Ajala pelas contribuições para o projeto de mestrado.

À Dra. Ana Cristina Ajala pela parceria desde a minha Iniciação Científica e por possibilitar as coletas dos frutos de guavira.

À Lana, que como um anjo, entrou na minha vida para me ajudar não só com os experimentos do mestrado, mas também como uma amiga para me ouvir e me apoiar. Obrigada pelas madrugadas no laboratório, por passar natal, ano novo, férias e feriados me ajudando nas leituras. Sou muito grata por você ter feito com que parte do mestrado ficasse mais leve.

Ao meus pais por toda a compreensão, quando tantas vezes fiquei até de madrugada no laboratório, por ter passado o Natal longe de vocês por 2 anos porque estava com experimento instalado e por toda a minha ausência. Sou muita grata por todo o carinho e companheirismo dos senhores. Obrigada por sempre me apoiarem em qualquer situação e decisão da minha vida.

Ao meu amado companheiro Claudney por toda a paciência, compreensão, apoio e por sempre me lembrar que eu sou capaz de alcançar qualquer coisa. Obrigada por toda a ajuda nos experimentos, por abrir frutos de guavira, por estar comigo no laboratório mesmo no natal e ano novo. Obrigada por ter compreendido a minha constante ausência durante o mestrado.

À minha confidente e amiga Amanda Timóteo, pela ajuda nas coletas, na contagem de sementes, por ficar abrindo frutos de guavira comigo até de madrugada, pela ajuda nas leituras, pelas caronas, e tantas outras coisas que se eu for citar tudo iria faltar espaço. Muito obrigada por tudo, por sempre estar lá para me ouvir, para me ajudar e para me socorrer não importa a situação. Você é um presente de Deus na minha vida.

À Carla pela ajuda com o Tetrazólio, com os estudos estatísticos e com discussões sobre meus resultados. Obrigada pela companhia e pelas nossas conversas que duravam horas no laboratório, seja falando de botânica, sementes, ecologia ou discutindo percalços da vida.

À Fernanda minha companheira de Laboratório pela ajuda no beneficiamento das sementes e durante o experimento.

À Lola pela ajuda nas disciplinas, por ser uma pessoa com quem pude compartilhar situações de adversidades durante o mestrado e pela ajuda na discussão dos resultados.

À Dona Helena, por todo o aporte antes e depois da instalação dos experimentos e pela ajuda durante o beneficiamento das sementes.

À minha amiga Andrielli pela compreensão, apoio emocional, pelos conselhos, ajuda nos experimentos e por sempre estar presente de alguma forma.

À minha amiga Pamella Lauany pela ajuda no beneficiamento das sementes, por ter paciência e compreensão durante minha ausência e por sempre fazer eu me sentir capaz e especial.

Ao meu querido amigo Jhonatan que me ajudou na identificação da espécie e quando mais precisei durante a Licenciatura, sem você não teria dado conta daquele fatídico semestre. Sou muito grata por tê-lo na minha vida.

Ao meu querido amigo Igor Leal que morou comigo durante o início do mestrado, quando minha vida estava meio revirada, você esteve lá para me ouvir chorar e me dar conselhos. Obrigada por tudo!

À minha tia Waldirene e aos meus tios Roberto e Ricardo, por todo amor e apoio.

A todos que de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

A Deus, e aos guias e mentores espirituais por me ajudarem a manter o equilíbrio durante essa caminhada.

Ao Centro de Pesquisa e Capacitação da Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural- Ceper/Agraer.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos durante o mestrado. Código de Financiamento 001.

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

Sumário

1. Resumo Geral.....	7
2. Abstract	8
3. Introdução Geral com Revisão Bibliográfica.....	9
4. Objetivos.....	14
5. Referências Bibliográficas	15
6. Artigo	19
Abstract	19
Introdução	20
Material e Métodos.....	21
<i>Coleta de frutos e processamento das sementes</i>	<i>22</i>
<i>Estudo da tolerância à dessecação e ao armazenamento</i>	<i>23</i>
<i>Análises dos dados</i>	<i>24</i>
Resultados e Discussões.....	24
Conclusão	29
Referências	32

Resumo Geral

O sucesso no armazenamento de sementes depende do conhecimento sobre seu comportamento durante esse período em diferentes condições, o que permite a utilização de técnicas adequadas para a manutenção da viabilidade. *Campomanesia adamantium*, uma Myrtaceae conhecida popularmente como “guavira”, é nativa do Cerrado e considerada medicinal, além de ter potencial econômico por seu uso na alimentação. As sementes de *C. adamantium* já foram classificadas como recalcitrantes, demonstrando ser uma espécie com sementes que não toleram a secagem até níveis baixos de teor de água. Porém, há resultados conflitantes na literatura quando se trata do comportamento dessa espécie durante o armazenamento, demonstrando que há necessidade de se avaliar o conjunto de fatores que afetam a viabilidade dessas sementes em diferentes condições de armazenamento para determinar a presença ou não de recalcitrância. Com base no exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho das sementes de *C. adamantium* após a dessecação e durante o armazenamento em diferentes condições. Sementes de *C. adamantium* foram secas até 35; 30; 25; 20; 15; 12,5; 10; 7,5 e 5% de água. As sementes com 35, 30, 20, 15, 12,5 e 10% de água foram submetidas ao armazenamento a $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ e 60%UR, $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ e 45%UR, $8^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 30%UR e $-7^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 40%UR. Constatamos que as sementes dessa espécie toleram a secagem até 5% de água. Além disso, podem ser armazenadas a $25^{\circ}\text{C}\pm 2$ e 60%UR por até 60 dias sem prejuízo da viabilidade, desde que seja em alto teor de água (35% ou 30%). Consequentemente concluímos que as sementes de *C. adamantium* possuem comportamento intermediário à dessecação e ao armazenamento.

Palavras chave: longevidade, germinação, sementes intermediárias, teor de água.

Abstract

Success in seed storage depends on knowledge about its behavior during this period under different conditions, which allows the use of appropriate techniques for maintaining viability. *Campomanesia adamantium*, a Myrtaceae popularly known as “guavira”, is native to the Cerrado and considered medicinal, in addition to having economic potential for its use in food. *C. adamantium* seeds have already been classified as recalcitrant, demonstrating to be a species with seeds that do not tolerate drying until low levels of water content. However, there are conflicting results in the literature when it comes to the behavior of this species during storage, demonstrating that there is a need to evaluate the set of factors that affect the viability of these seeds under different storage conditions to determine the presence or not of recalcitrance. Based on the above, the objective of the present work was to evaluate the performance of *C. adamantium* seeds after desiccation and during storage under different conditions. *C. adamantium* seeds were dried to 35; 30; 25; 20; 15; 12.5; 10; 7.5 and 5% water. The seeds with 35, 30, 20, 15, 12.5 and 10% of water were submitted to storage at $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ and 60% RH, $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ and 45% RH, $8^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ and 30% UR and $-7^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ and 40% RH. We found that seeds of this species tolerate drying up to 5% water. In addition, they can be stored at $25^{\circ}\text{C} \pm 2$ and 60% RH for up to 60 days without prejudice to viability, as long as it is high in water content (35% or 30%). Consequently, we conclude that *C. adamantium* seeds have an intermediate behavior to desiccation and storage.

Keywords: longevity, germination, intermediate seeds, water content.

Introdução Geral com Revisão Bibliográfica

A longevidade da semente corresponde ao período em que ela permanece viva, quando é armazenada em condições ambientais favoráveis à espécie (Barton, 1961). Esse conceito é tratado pela Tecnologia de Sementes com certa cautela, já que a determinação do ambiente ótimo de armazenamento para as sementes é complexo, no que tange às possibilidades de combinações entre temperatura, umidade relativa do ar e concentração de oxigênio (Marcos-Filho, 2015).

Com o progresso das pesquisas científicas foi possível identificar comportamentos distintos de várias espécies de sementes quanto à tolerância à dessecação (Marcos-Filho, 2015). Por conta disso, as sementes passaram a ser classificadas como ortodoxas e recalcitrantes. Sementes ortodoxas podem ser armazenadas em baixas temperaturas, por um longo período e manter-se viáveis após a dessecação com teor de água de até 5%. Em contrapartida, as recalcitrantes são sensíveis à dessecação e não sobrevivem a baixas temperaturas, impedindo, assim, o seu armazenamento sob essas condições (Roberts, 1973 apud King *et al.* 1981).

Segundo Hong & Ellis (1996), somente a avaliação da tolerância à dessecação não permite determinar o comportamento de armazenamento das sementes, uma vez que pode provocar erros de interpretação, pois há outros fatores envolvidos como a umidade relativa do ar, a temperatura e o tempo de armazenamento. King *et al.* (1981), estudando as sementes de várias espécies de *Citrus* L. (Rutaceae), que eram consideradas recalcitrantes, observou que a demora na germinação estava relacionada às características do tegumento, indicando uma interpretação errônea do comportamento em relação ao armazenamento. Por essa razão, com a retirada do tegumento, a viabilidade das sementes não era afetada quando expostas à dessecação. Levando isso em consideração, a identificação de outros fatores como o ambiente de armazenamento e a temperatura, é, portanto, essencial para que não sejam feitas classificações equivocadas do comportamento de armazenamento de sementes.

Ellis *et al.* (1990), estudando sementes de café (*Coffea arabica* L. Rubiaceae), que anteriormente eram consideradas recalcitrantes, observaram que alguns lotes sobreviveram a 12 meses de armazenamento, com teor de água a 10% em ambiente a 15°C. Tendo como base esses resultados, as sementes de café não poderiam ser consideradas ortodoxas, porque houve queda na viabilidade com a dessecação, mas também não poderiam ser consideradas

recalcitrantes, visto que foi observado uma certa tolerância à dessecação e a baixas temperaturas. Os autores constataram, então, a necessidade de mais uma categoria de classificação: a intermediária.

Por definição, a secagem de sementes recalcitrantes reduz sua viabilidade, entretanto tem sido observada variação do desempenho das sementes expostas a diferentes condições ambientais (Melchior *et. al.*, 2006). A permanência de diversas dúvidas referentes à variação do comportamento das sementes expostas a vários níveis de dessecação e a diversas temperaturas, confirmou que somente essa classificação, proposta por Roberts (1973) apud King *et al.* (1981), não é satisfatória, pois muitas espécies não possuem comportamento de armazenamento ortodoxo nem recalcitrante (Marcos-Filho, 2015).

Por essa razão Hong & Ellis (1996) desenvolveram um protocolo para a identificação do grau de tolerância à dessecação e à temperatura, enfatizando a importância das condições ambientais para se obter uma classificação correta das sementes quanto ao comportamento durante o armazenamento. Segundo Marcos-Filho (2015) a aplicação desse protocolo aumenta a probabilidade da identificação correta do comportamento de sementes em ortodoxas, intermediárias e recalcitrantes.

As sementes intermediárias possuem teores de água críticos que variam de acordo com a espécie, estágio de maturação e métodos para extração e processamento de sementes. Vale salientar que as características de sementes intermediárias mudam de acordo com a sazonalidade em que elas naturalmente ocorrem, como, por exemplo, a longevidade de sementes intermediárias de regiões tropicais relativamente secas (em que as sementes atingem 9 a 10% de teor de água) decresce com a redução da temperatura a níveis inferiores a 10°C (Hong & Ellis, 1996).

O armazenamento de sementes é uma maneira segura e econômica de preservar a diversidade genética de espécies nativas, e o entendimento do comportamento das sementes durante o armazenamento é essencial para a manutenção de bancos de sementes *ex situ*, que são fundamentais à conservação da biodiversidade. Atualmente existe uma demanda considerável de sementes e mudas nativas, tanto para fins comerciais, quanto para restauração de áreas degradadas e o armazenamento de sementes pode ser um método eficiente para atender a essa demanda (Dresch, *et. al.*, 2014). No entanto, o sucesso do armazenamento de sementes depende do conhecimento do comportamento em diferentes cenários e da tolerância à dessecação, o que vai permitir a utilização de condições e métodos adequados para a manutenção da viabilidade (Hong & Ellis, 1996).

A determinação correta do comportamento das sementes sensíveis à dessecação é relevante, visto que de 5 a 10% das angiospermas do mundo (Wyse & Dickie, 2017) e 7% das 6721 espécies consideradas de importância econômica, produzem sementes recalcitrantes, as quais são sensíveis à dessecação e não toleram o armazenamento em temperaturas baixas, o que dificulta sua conservação por períodos prolongados (Fonseca & Freire, 2003).

Cerca de 10 a 15% das angiospermas do mundo possuem sementes que são classificadas como intermediárias, que toleram a dessecação o suficiente para evitar a formação de cristais de gelo nos tecidos, porém elas perdem a viabilidade quando armazenadas em freezer com temperaturas abaixo de zero (Berjak & Pammenter, 2008). No Cerrado inúmeras espécies apresentam sementes com comportamento intermediário, tais como o jenipapo (*Genipa americana* L.) (De Carvalho & Do Nascimento, 2000), o caqui-do-cerrado (*Diospyros sericea* A. DC.) (Salomão *et al.*, 2003), a jurubeba (*Solanum paniculatum* L.) (Consolaro *et al.* 2019), o guatambu-do-cerrado (*Aspidosperma macrocarpon* Mart. & Zucc.) (Consolaro *et al.* 2019), os ipes-amarelo-do-cerrado (*Handroanthus ochraceus* (Cham.) e *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S. Moore Mattos) (Consolaro *et al.* 2019), a peroba-do-cerrado (*Aspidosperma tomentosum* Mart. & Zucc.) (Consolaro *et al.* 2019), *Magnolia ovata* (A.St.-Hil.) Spreng. (Salomão *et al.*, 2003), entre outras.

Em vista disso, é de extrema importância saber se uma semente pode ou não sobreviver à secagem, pois essa informação influenciará diretamente nos métodos práticos de conservação dessas espécies em bancos de sementes *ex situ* (Tweddle *et al.*, 2003). Sobretudo porque nos bancos de sementes *ex situ* as sementes são armazenadas em baixas temperaturas, com o objetivo de manter baixo seu metabolismo e assim prorrogar sua viabilidade. Consequentemente há um impasse no armazenamento de sementes recalcitrantes e intermediárias nesses bancos, revelando assim um desafio de conservação dessas espécies, corroborando para a necessidade de entendimento do comportamento durante o armazenamento para alcançarmos, de maneira prática, a preservação dessas espécies. Ademais estudos sobre ecologia e evolução da tolerância à secagem de sementes nativas do Cerrado podem auxiliar a entender o papel que essa característica desempenha na ecologia da regeneração e também a prever a ocorrência de táxons sensíveis à secagem (Dickie & Pritchard 2002).

O gênero *Campomanesia* Ruiz at Pav. (Myrtaceae) é representado por árvores e arbustos, incluindo 31 espécies, 21 delas endêmicas do Brasil (Forzza *et al.* 2010). Para o estado de Mato Grosso do Sul são registradas cinco espécies: *Campomanesia adamantium*

(Cambess.) O.Berg, *Campomanesia pubescens* (Mart. Ex DC.) O. Berg, *Campomanesia rufa* (O.Berg) Nied., *Campomanesia sessiliflora* (O.Berg) Mattos e *Campomanesia velutina* (Cambess.) O.Berg. O gênero possui ampla distribuição geográfica, sendo encontrada nos estados de São Paulo, Bahia, Distrito Federal, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Santa Catarina, Tocantins e Minas Gerais (Forzza *et. al.*, 2010).

Campomanesia adamantium, popularmente conhecida como guavira, gabiroba, guavirova-do-cerrado e gabiroba de arbusto (Lorenzi *et. al.*, 2006), é uma espécie arbustiva, com folhas simples, glabras e aromáticas quando amassadas, suas flores são brancas e perfumadas e possuem ovário ínfero. Seus frutos são globosos, carnosos, indeiscentes e verde-amarelado quando maduros (Kuhlmann, 2018). A planta floresce nos meses de setembro a outubro (Pott & Pott, 1994) e a maturação dos frutos ocorre na estação chuvosa, de dezembro a janeiro (Kuhlmann, 2018).

Os frutos são consumidos *in natura*, ou na forma de sucos, sorvetes, doces, geleias e serve como matéria prima para licores, podendo ser aproveitada como fonte de renda alternativa (Peixoto *et. al.*, 2005; Lorenzi *et. al.*, 2006; Damasceno & Souza, 2010) e, além de saborosos, são ricos em vitamina C (Peixoto *et. al.*, 2005). A guavira, foi declarada como fruto símbolo do estado de Mato Grosso do Sul, pela Lei Estadual nº 5082 de 7 de novembro de 2017, com o intuito de fortalecer a preservação dos guavirais e o aproveitamento comercial do fruto pela agricultura familiar, pois o fruto possui crescente potencial econômico sendo muito apreciado em todo o estado. A guavira também é considerada uma planta melífera e ornamental (Almeida, *et. al.*, 1998).

Existem resultados diferentes na literatura quanto à secagem e ao armazenamento de sementes de *C. adamantium*. Scalon *et. al.* (2013), concluíram que as sementes dessa espécie podem ser armazenadas por até 21 dias em temperaturas entre 5 e 15°C sem prejuízo para a qualidade fisiológica. Dresch, *et. al.* (2014), observaram queda na viabilidade das sementes armazenadas a 16°C por 30 dias. Alguns outros estudos também indicam que as sementes de *C. adamantium* apresentam comportamento recalcitrante (Melchior *et. al.*, 2006; Dresch *et. al.*, 2014; Dresch *et. al.*, 2015; Braga, 2017).

Melchior *et. al.* (2006), submeteram sementes de *C. adamantium* ao armazenamento por 30 dias a 8°C e à porcentagem de germinação reduziu de 45% para 25%, motivo pelo qual os autores concluíram que a espécie possui comportamento recalcitrante. Braga (2017) também classificou as sementes de *C. adamantium* como recalcitrantes, já que observou queda da viabilidade quando as sementes foram submetidas à secagem. Estes trabalhos,

entretanto, não levaram em consideração variáveis que influenciam no armazenamento como o tempo e a temperatura, o que segundo Hong & Ellis (1996) aumenta, a margem de erro na classificação.

Tendo em vista a crescente importância econômica, a necessidade de conservação, e os conflitos na literatura acerca do comportamento da espécie, informações a respeito da secagem e armazenamento são imprescindíveis para que se possa definir o comportamento das sementes de *C. adamantium* durante o armazenamento e sua tolerância à dessecação. A falta dessas informações compromete as atividades relacionadas com o uso dos frutos e das sementes, tais como, a otimização do cultivo da espécie, a manutenção de bancos de germoplasma e a produção de sementes e mudas.

Objetivos

Objetivo geral: Avaliar o comportamento das sementes de *Campomanesia adamantium* durante o armazenamento e sua tolerância a dessecação.

Objetivos específicos:

- 1) Avaliar o desempenho das sementes de *C. adamantium* após dessecação e durante o armazenamento em diferentes condições.
- 2) Classificar as sementes de *C. adamantium* quanto à sua capacidade de tolerância à dessecação e comportamento durante o armazenamento.
- 3) Determinar a temperatura e o teor de água ideal para o armazenamento das sementes de *C. adamantium*.

Referências Bibliográficas

- Almeida, SP, Proença, CEB, Sano, SM, Ribeiro, JF. 1998. Cerrado: espécies vegetais úteis. Planaltina, Embrapa.
- Barton, LV. 1961. Seed Preservation and Longevity. Leonard Hill, London, and Interscience Publishers, N.Y.
- Braga, VP. 2017. Avaliação do encapsulamento de sementes recalcitrantes de *Campomanesia adamantium* (Cambess) O. BERG. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, Jataí.
- Berjak P & Pammenter, NW. 2008. From *Avicennia* to *Zizania*: Seed Recalcitrance in Perspective Annals of Botany, London, v. 101, p. 213-228.
- Consolaro H, Alves M, Ferreira M, Vieira D. 2019. Sementes, plântulas e restauração no sudeste goiano – Catalão: Athalaia (Brasília, DF).
- Damasceno, GA, Souza, PR. 2010. Sabores do Cerrado & Pantanal: receitas & boas práticas de aproveitamento. Campo Grande – MS, UFMS.
- De Carvalho, JEU & Do Nascimento, WMO. 2000. Sensibilidade de sementes de Jenipapo (*Genipa americana* L.) ao dessecamento e ao congelamento. Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal v. 22, n. 1, p. 53-56.
- Dickie, JB & Pritchard, HW. 2002. Systematic and evolutionary aspects of desiccation tolerance in seeds. Desiccation and Survival in Plants: Drying Without Dying (eds M. Black & H.W. Pritchard), CAB International, Wallingford. p. 239–259.
- Dresch, DM, Masetto, RMM, Scalon, SPQ. 2015 *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg seed desiccation: influence on vigor and nucleic acids. Annals of the Brazilian Academy of Sciences, v.87, n.4, p. 2217-2228.

Dresch, DM, Scalon, SPQ, Masetto, RMM. 2014. Storage of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg Seeds: Influence of Water Content and Environmental Temperature. American Journal of Plant Sciences, v. 5, p. 2555-2565.

Ellis, RH, Hong, TD, Roberts, H. 1990. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. Journal of Experimental Botany, London, v.41, n.230, p.1167-1174.

Fonseca, SCL, Freire, HB. 2003. Sementes recalcitrantes: problemas na pós-colheita. Bragantia, Campinas, v. 62, n. 2, p. 297-303.

Forzza, RC. 2010. Catálogo de plantas e fungos do Brasil. v. 2.
<http://reflora.jbrj.gov.br/downloads/vol2.pdf> (acesso em 2019, 10 de setembro).

Hong, TD, Ellis, RH. 1996. A protocol to determine seed storage behaviour. International Plant Genetic Resources Institute.

Kuhlmann, Marcelo. 2018. Frutos e sementes do Cerrado: espécies atrativas para a fauna: volume 1 / Marcelo Kuhlmann. - 2. ed. – Brasília: M. K. Peres, Pag. 238.

Lorenzi, H, Bacher, L, Lacerda, M, Sartori, S. 2006. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas. São Paulo, Plantarum.

Marcos-filho, J. 2015. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. 2º ed., Londrina, Abrates.

Mato Grosso Do Sul. Lei nº 5.082, 7 nov. 2017. Declara a guavira (*Campomanesia spp.*) como fruto símbolo do Estado de Mato Grosso do Sul, e dá outras providências. Assembleia Legislativa de MS. Disponível em:
<http://aacpdappls.net.ms.gov.br/appls/legislacao/secoge/govato.nsf/448b683bce4ca84704256c0b00651e9d/c5a7f175144419b7042581d2003e3c2e?OpenDocument>. (acesso em 2020, 13 de fevereiro).

Melchior, SJ, Custódio, CC, Marques, TA, Machado, NB. 2006. Colheita e armazenamento de sementes de gabioba (*Campomanesia adamantium* Camb. – Myrtaceae) e implicações na germinação. Revista Brasileira de Sementes, v. 28, n. 3, p. 141-150.

Peixoto, N, Silva, ES, Teixeira, FG, Moreira, FM. 2005. Avaliação do crescimento inicial de populações de guabiroba em Ipameri. *Em: I Jornada de iniciação Científica*. Anápolis.

Pott, A, Pott, VJ. 1994. Plantas do Pantanal. Embrapa: CPAP, Corumbá: Embrapa-SPI, p. 320.

Roberts, EH. 1973 Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology*. Zürich, v.1, n.4, p.499-514.

Roberts, EH, King, MW, Soestina, U. 1981. The dry storage of *Citrus* seeds. *Annals of Botany*, v. 48, p. 865-872.

Salomão, AN, Sousa-Silva, JC, Davide, AC, Gonzáles, S, Torres, RAA, Wetzel, MMVS, Firetti, F, Caldas, LS. 2003. Germinação de sementes e produção de mudas de plantas do cerrado. Rede de Sementes do Cerrado, Brasília.

Scalon, SPQ, Oshiro, AM, Masetto, TE, Dresch, DM. 2013. Conservation of *Campomanesia adamantium* (Camb.) O. Berg Seeds in Different Packaging and at Varied Temperatures. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 35, p. 262-269.

Tweddle, JC, Dickie, JB, Baskin, CC, Baskin, JM. 2003. Ecological aspects of seed desiccation sensitivity. *Journal Ecology*. v. 91, p. 294–304.

Wyse SB, Dickie JB. 2017. Predicting the global incidence of seed desiccation sensitivity. *Journal of Ecology*. v.105, p.1082–1093.

Artigo a ser submetido no Journal of Seed Science.

Link com as instruções para os autores da revista: <http://www.scielo.br/revistas/rbs/pinstruc.htm>

***Campomanesia adamantium* (Myrtaceae) seeds: an intermediate category regarding tolerance to desiccation and storage?**

Ana Karine Paes Dos Santos*¹, Liana Baptista De Lima², Flávio Macedo Alves³, Ana Cristina Araújo Ajalla Volpe⁴

ABSTRACT - *Campomanesia adamantium* (Myrtaceae) is a species native to Brazil, known for the sensitivity of its seeds to drying and storage, which makes it difficult to preserve germplasm in seed banks. For this reason, there is a need to investigate ideal storage conditions for *C. adamantium* seeds to maintain the species in an ex situ seed bank. In addition, there are distinct behaviors recorded for this species. Therefore, the objective of the present work was to evaluate the performance of *C. adamantium* seeds after desiccation and during storage under different conditions. Thus, the seeds were submitted to storage for up to 60 days under different conditions (25 °C ± 2 °C and 60% RH, 20 °C ± 2 °C and 45% RH, 8 °C ± 1 °C and 30% RH and -7 °C ± 1 °C and 40% RH) with different water content (35%; 30%; 25%; 20%; 15%; 12.5%; 10%). The results showed that *C. adamantium* seeds can be stored for up to 60 days with 35% -30% water content at a temperature of 25 °C ± 2 °C and 60% RH without loss of viability, in addition to showing tolerance to desiccation when dried up to 5% water content. Thus, we suggest that *C. adamantium* has intermediate behavior.

Index terms: longevity; germination; guavira; water content.

Sementes de *Campomanesia adamantium* (Myrtaceae): uma categoria intermediária quanto à tolerância à dessecação e armazenamento?

RESUMO - *Campomanesia adamantium* (Myrtaceae) é uma espécie nativa do Brasil conhecida pela sensibilidade que suas sementes apresentam quanto à secagem e ao armazenamento, o que dificulta a conservação do germoplasma em bancos de sementes. Por essa razão, há necessidade de se investigar condições ideais de armazenamento de sementes de *C. adamantium* para a manutenção da espécie em banco de sementes *ex situ*. Além disso, existem comportamentos distintos registrados para essa espécie. Portanto o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho das sementes de *C. adamantium* após a dessecação e durante o armazenamento em diferentes condições. Assim as sementes foram submetidas ao armazenamento por até 60 dias em diferentes condições (25 °C±2 °C e 60%UR, 20 °C±2 °C e 45%UR, 8 °C±1 °C e 30%UR e -7 °C±1 °C e 40%UR) com diferentes teores de água (35%; 30%; 25%; 20%; 15%; 12,5%; 10%). Os resultados demonstraram que as sementes de *C. adamantium* podem ser armazenadas por até 60 dias com 35%-30% de teor de água em temperatura de 25 °C±2 °C e 60%UR sem perda de sua viabilidade, além de apresentarem tolerância à dessecação quando secas até 5% de teor de água. Assim, sugerimos que *C. adamantium* possui comportamento intermediário.

Termos para indexação: longevidade; germinação; guavira; teor de água.

¹*Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 79070–900, Campo Grande, MS, Brasil. E-mail: anakarine.paes.santos@gmail.com

²Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 79070–900, Campo Grande, MS, Brasil

⁴ Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural – AGRAER, 79114-120, Campo Grande, MS, Brasil

1 **INTRODUÇÃO**

2 *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O.Berg (Myrtaceae) é um arbusto nativo do Brasil,
3 conhecido popularmente como “guavira” ou “gabioba” com ampla ocorrência no Cerrado (Forzza
4 et al. 2010). Seus frutos são consumidos *in natura* e utilizados para a confecção de bolos, sorvetes e
5 licores e são comercializados em pequenas feiras próximas a região de produção. A obtenção dos
6 frutos para comercialização ocorre principalmente através do extrativismo, o que pode acarretar
7 sérios problemas para a conservação da espécie como o risco da perda do material genético.
8 Informações relevantes para o cultivo e a produção de mudas de *C. adamantium*, ainda permanecem
9 escassas (Leão-Araújo et al. 2019). Alguns estudos indicaram que as sementes dessa espécie
10 apresentam comportamento recalcitrante, por não suportarem a dessecação e o armazenamento em
11 baixas temperaturas (*e.g.*, Melchior et al., 2006; Dresch et al., 2014; Dresch et al., 2015a; Dresch et
12 al., 2015b).

13 Sementes de *C. adamantium* armazenadas em temperaturas entre 5 °C e 15 °C, durante 21
14 dias, não tiveram redução na qualidade fisiológica (Scalon et al., 2013). Em contrapartida, há
15 resultado diferente para essa mesma espécie, indicando queda na viabilidade das sementes, de 65%
16 para 25%, armazenadas a 8 °C durante 30 dias (Dresch, et al., 2014). Em outro estudo, sementes
17 submetidas a 16 °C por 60 dias de armazenamento obtiveram taxa de sobrevivência de 80% (Dresch
18 et al., 2015a) e, sementes armazenadas por 30 dias a 8 °C apresentaram redução de 50% para 25%
19 de germinação (Melchior et al., 2006). Todos os trabalhos, aqui apresentados, concluíram que as
20 sementes dessa espécie possuem comportamento recalcitrante. No entanto, analisando esses
21 resultados, notou-se que não há um padrão de comportamento da espécie, nem um consenso sobre a
22 condição ideal de armazenamento das sementes de *C. adamantium*.

23 O termo recalcitrante abrange uma larga escala de tolerância à dessecação e de
24 comportamento das sementes quanto ao armazenamento (Farrant et al., 1988; Pammenter & Berjak,
25 1999). Existem espécies que conseguem tolerar uma extensão limitada de desidratação, porém não
26 podem sofrer secagem, ao equilíbrio com a umidade relativa do ar, nem serem congeladas (Bewley

27 et al. 2012). No início dos anos 90, uma terceira classificação foi proposta: a intermediária (Ellis et
28 al., 1990). Sementes intermediárias sobrevivem à dessecação, mas são danificadas durante o
29 armazenamento seco a baixas temperaturas (Bewley, et al. 2012). Apesar das categorias habituais
30 de armazenamento de sementes, ortodoxas e recalcitrantes, a existência de uma categoria com
31 fisiologia intermediária demonstra variação natural nas respostas das sementes à perda de água
32 (Walters, 2015). Essa variação natural deve ser estudada detalhadamente, com enfoque nas
33 condições ideais de armazenamento para cada espécie.

34 O armazenamento de sementes em banco de sementes *ex situ* é o método mais econômico e
35 eficiente para a conservação de espécies, pois permite a preservação a longo prazo e possibilita a
36 disponibilidade de sementes (Hay & Probert, 2013). No entanto, para espécies nativas tropicais essa
37 estratégia de conservação depende fortemente do conhecimento das condições específicas de
38 armazenamento de cada espécie, algo que ainda está longe do ideal para manter sua viabilidade ao
39 longo do tempo (Tausch et al. 2019). Por conta disso, há crescente preocupação em se estudar as
40 condições de armazenamento para a conservação de espécies nativas em bancos *ex situ*. (Guy, 2003;
41 Hay & Probert, 2013; Galíndez et al., 2019; Tausch et al., 2019; Leão-Araújo et al., 2019).

42 Obter informações a respeito da secagem e do período de armazenamento das sementes de
43 *C. adamantium* é imprescindível, visto que se trata de uma espécie com potencial econômico. Além
44 disso, estudar sementes provindas de diferentes anos de produção contribui para ampliar o
45 entendimento da fisiologia das sementes dessa espécie e seu comportamento durante o
46 armazenamento. Ademais, essas informações são importantes, não só para a conservação dessa
47 espécie em bancos *ex situ*, como também para gerar aporte para a produção de sementes e mudas e
48 a otimização do cultivo da espécie. Portanto, o objetivo do presente trabalho é avaliar o
49 desempenho das sementes de *C. adamantium* após dessecação e durante o armazenamento em
50 diferentes condições.

51

52 MATERIAL E MÉTODOS

53

54 ***Coleta de frutos e processamento das sementes***

55 Os frutos de *Campomanesia adamantium* foram coletados em dois anos consecutivos de
56 produção, sendo a primeira coleta realizada em novembro de 2018 e a segunda em dezembro de
57 2019, em mais de 30 matrizes, cultivadas no Centro de Pesquisa e Capacitação da Agência de
58 Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural (CEPAER - AGRAER) no município de Campo
59 Grande – MS. Foram coletados apenas frutos com indicativo de maturidade fisiológica, com
60 mudança na coloração (de verde para amarelo) e início de deiscência.

61 Após a coleta, os frutos foram transportados para o Laboratório de Sementes da UFMS. As
62 sementes foram obtidas retirando-se o epicarpo dos frutos e colocando a polpa em um Becker com
63 água para fermentar por 48 horas, com o intuito de se retirar a mucilagem das sementes. Em
64 seguida, as sementes foram lavadas em água corrente com auxílio de uma peneira, e secas
65 superficialmente sobre toalha de papel. Na sequência foi determinado o teor de água inicial das
66 sementes pelo método de estufa a 105 °C (Brasil, 2009). Os resultados foram expressos em base
67 úmida (%).

68 Para o lote coletado em 2018, foi realizado o teste de germinação com quatro repetições de
69 50 sementes cada e para o lote coletado em 2019 com quatro repetições de 25 sementes cada, por
70 conta de baixa produção. Para ambos os lotes, as sementes foram distribuídas em três folhas de
71 papel toalha (tipo Germitest) umedecidas com água destilada, em quantidade equivalente a 2,5
72 vezes a massa do papel seco (Brasil, 2009). Os rolos de papel com as sementes foram colocados em
73 B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) para germinar em 30 °C com ausência de fotoperíodo. O
74 teste de germinação foi avaliado durante 35 dias com contagens diárias e o critério utilizado para a
75 germinação foi a protrusão de raiz primária com no mínimo 5 mm. A formação de plântulas
76 também foi contabilizada, sendo classificadas como normais e anormais (Brasil, 2009). As
77 sementes que não germinaram após o término do teste de germinação, foram cortadas
78 longitudinalmente e colocadas em Tetrazólio (cloreto de 2, 3, 5 trifenil tetrazólio) à 0,5% por 1 hora

79 para classificação, baseando-se nas colorações, em viáveis ou não viáveis. Com os resultados
80 diários de germinação e de plântulas normais foi calculado o tempo médio conforme proposto por
81 Edmond & Drapala (1958). Os resultados foram expressos em porcentagem de germinação,
82 porcentagem de plântulas normais e a velocidade média de germinação e de formação de plântulas
83 normais em dias.

84

85 ***Estudo da tolerância à dessecação e ao armazenamento***

86 Para verificar o comportamento durante o armazenamento das sementes de *C. adamantium*,
87 foi utilizado como orientação o protocolo de Hong & Ellis (1996), em que as sementes são
88 dessecadas até vários teores de água e submetidas a diferentes condições de armazenamento. Após
89 o beneficiamento submeteu-se as sementes à secagem em ambiente de laboratório (25 °C±2 °C e
90 60% de umidade relativa do ar [UR]), as quais foram contantemente pesadas até atingirem o teor de
91 água pré-estabelecido, calculado de acordo com a fórmula proposta por Hong & Ellis (1996). As
92 sementes do lote de 2018 foram secas até 35, 25, 20, 15, 10 e 7,5% de água, e as do lote de 2019 até
93 35, 30, 25; 12,5 e 5% de água, ambos a partir do teor de água inicial. Após atingir o teor de água
94 desejado, foi analisado o desempenho das sementes no teste de germinação, conforme descrito
95 anteriormente.

96 Foram submetidas ao armazenamento as sementes do lote de 2018 com teores de água de
97 35, 20, 15, e 10% e do lote de 2019 as sementes com 35%, 30%, 25% e 12,5%, ambas nas seguintes
98 condições: 25 °C±2°C e 60%UR (laboratório), 20 °C±2 °C e 45%UR (câmara de armazenamento), 8
99 °C±1 °C e 30%UR e (refrigerador) e -7 °C±1 °C e 40%UR (freezer), em recipientes de vidro
100 impermeáveis (tubos de ensaio) vedados com parafilme e papel alumínio. No lote de 2018 após 1,
101 3, 5, 10, 15, 30, 45 e 60 dias e no lote de 2019, após 15, 30, 45 e 60 dias de armazenamento, foi
102 avaliado o desempenho das sementes no teste de germinação, como descrito anteriormente. O teste
103 de Tetrazólio foi realizado nas sementes que não germinaram após o término do teste de
104 germinação, conforme já descrito.

105

106 **Análises dos dados**

107 O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro repetições para o estudo do
108 comportamento das sementes após dessecação e em delineamento inteiramente casualizado em
109 esquema fatorial 4 x 4 (condição de armazenamento x teor de água das sementes) para o estudo do
110 comportamento das sementes durante o armazenamento. Os resultados do teste de germinação
111 foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Para os teores de água e as condições de
112 armazenamento (fatores qualitativos) as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, adotando o
113 nível de 5% de probabilidade com o programa SISVAR versão 5.6 (Ferreira, 2011). Para o fator
114 quantitativo (tempo de armazenamento), os dados foram submetidos à análise de regressão.

115

116 **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

117 As sementes de *Campomanesia adamantium*, dos dois lotes estudados, suportaram a
118 dessecação até níveis baixos de teores de água (7,5% e 5%), (Tabela 1 e Figura 2), diferindo dos
119 resultados já relatados na literatura e que classificaram a espécie como recalcitrante (Melchior et al.
120 2006; Dresch et al. 2014; Dresch et al. 2015a). Sementes ortodoxas podem ser secas, sem danos, em
121 teores de água de 2 a 6% e armazenadas em temperaturas de -20 a 90 °C (Roberts, 1973 apud King
122 et al. 1981). Em contrapartida, sementes recalcitrantes não podem ser secas sem danos, o que
123 impede seu armazenamento (Roberts, 1973 apud King et al. 1981). Existe ainda uma terceira
124 classificação de sementes que é a intermediária, categoria proposta por Ellis et al. (1990) ao estudar
125 sementes de café (*Coffea arabica* L.). Sementes intermediárias toleram a dessecação de 7 a 10% de
126 teor de água e não suportam baixas temperaturas durante o armazenamento (Hong & Ellis, 1996).

127 Segundo Hong et al. (1996), categorizar o comportamento de armazenamento baseado nos
128 resultados de tolerância à dessecação, a partir da secagem em vários teores de água seguido de
129 avaliações da viabilidade, muitas vezes pode fornecer a conclusão correta de sua classificação. A
130 tolerância à dessecação em 12 a 18% de água geralmente é suficiente para diferenciar o

131 comportamento recalcitrante do ortodoxo e intermediário, porém é insuficiente para distinguir entre
132 as duas últimas categorias (Hong e Ellis, 1996). Os padrões típicos de tolerância à dessecação para
133 sementes ortodoxas, recalcitrantes e intermediárias estão apresentados na figura 1 (Hong et al.
134 1996; Hong & Ellis, 1996). Na figura 2 podemos observar que as sementes secas neste estudo até
135 5% de teor de água apresentaram 60% de germinação, assim comparando esse resultado com os
136 padrões típicos de tolerância a dessecação (figura 1), foi inferido que as sementes de *C.*
137 *adamantium* apresentam comportamento ortodoxo.

138 Contudo, uma análise da literatura publicada revela que há uma variação na tolerância à
139 secagem entre os diferentes lotes de sementes de *C. adamantium* já analisados. Dresch et al.
140 (2015b) secaram sementes de *C. adamantium* até 7,5% de água e observaram 35% de redução na
141 germinação (47%), o que contrapõe ao entendimento de que elas seriam ortodoxas. Em
142 contrapartida, quando as sementes foram secas nesse mesmo teor de água observou-se, neste estudo,
143 100% de germinação (Tabela 1). Leão-Araújo et al. (2019) demonstraram que quanto menor o teor
144 de água nas sementes de *C. adamantium*, menor foi a porcentagem de emissão de raiz e de plântulas
145 normais o que não foi observado para este trabalho, em que a germinação e a formação de plântulas
146 normais das sementes secas de 40% até 7,5% de água, se mantiveram com valores maiores que 95%
147 em qualquer desses teores de água (Tabela 1).

148 Por outro lado, nas sementes que foram secas a 5% de água, verificou-se queda na
149 viabilidade e identificou-se 66% de germinação (Tabela 1), evidenciando que houve danos às
150 sementes neste teor de água. Além disso, o tempo médio de germinação foi aumentando
151 significativamente de acordo com a redução da quantidade de água (Tabela 1). Contudo, a
152 porcentagem de plântulas normais não foi afetada pelas reduções de conteúdo de água nas sementes
153 (Tabela 1). Uma plântula normal é aquela com potencial para continuar o desenvolvimento
154 produzindo uma planta satisfatória (ISTA, 2008), sendo um dado importante para revelar o
155 potencial de sucesso no campo.

156 Considerando as orientações apresentadas em Hong & Ellis (1996), sementes são
157 provavelmente recalcitrantes quando mais da metade da amostra de sementes perde a viabilidade ao
158 ser seca a 10 - 12% de água, fato não confirmado nas análises aqui apresentadas (Tabela 1 e Figura
159 1). Diante das conclusões verificadas na literatura somando-as aos resultados aqui apresentados, é
160 importante a interpretação da secagem juntamente com a análise do comportamento durante o
161 armazenamento em diferentes condições, pois podem contribuir para evitar erros na classificação
162 (Hong & Ellis, 1996).

163 Nenhuma das sementes manteve-se viável após ser armazenada a -7 ± 1 °C (Figura 3), fato
164 também observado em outros trabalhos (Dresch et al. 2014; Dresch et al. 2015a), o que a
165 descaracteriza como ortodoxa. Houve redução na germinação (<50%) das sementes com baixos
166 teores de água (15%, 12,5% e 10%) armazenadas por 60 dias à $25 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$, $20 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ e $8 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$,
167 nos dois lotes estudados (Figuras 4a,c,e e 5a,c,e). Esse resultado juntamente com o efeito negativo
168 de baixa temperatura pode caracterizar certo grau de recalcitrância.

169 No entanto, após 60 dias, sementes do lote de 2018 armazenadas a $8 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$ com 35% de
170 água apresentaram 87,5% de germinação (Figura 3A) o que a descaracterizou como recalcitrante
171 pois, apesar de analisada por um curto período, tolerou o armazenamento em baixa temperatura.
172 Ademais, sementes de ambos os lotes armazenadas nas temperaturas de $25 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ e $20 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$
173 com altos teores de água (35%, 30% e 25%) mantiveram alta germinação (>90%) após 60 dias de
174 armazenamento (Figura 3A e D), e a porcentagem de plântulas normais foi acima de 80% (Figura
175 1B e E). Resultado parecido foi encontrado por Melchior et al. (2006) em sementes de *C.*
176 *adamantium* armazenadas com 30% de água a 25 °C por 30 dias, nas quais apresentaram
177 germinação maior que 50%. Ademais, após 60 dias, sementes do lote de 2018 armazenadas a 8 °C
178 $\pm 1 \text{ °C}$ com 35% de água apresentaram 87,5% de germinação (Figura 3A e 4E). Dresch et al. (2014)
179 armazenaram sementes de *C. adamantium* com diferentes teores de água (31,2%; 21,5%; 15,3%;
180 10,2%; 5,5%) e em temperaturas distintas (25 °C , 16 °C , 8 °C e -18 °C) e observaram valores
181 abaixo de 50% de germinação e de plântulas normais, após 30 dias de armazenamento.

182 Dresch et al. (2015a) verificaram que em sementes armazenadas a 25 °C, 16 °C e 8 °C com
183 teor de água abaixo de 15%, o percentual de sobrevivência ficou próximo de zero a partir de 30 dias
184 de armazenamento. No lote 2018 60% das sementes armazenadas com 10% de água a 20 °C±2 °C
185 por 30 dias germinaram, e as armazenadas a 8 °C±1 °C nesse mesmo teor de água e período,
186 apresentaram 80% de germinação (Figura 4c,e).

187 No lote 2019, as sementes armazenadas com 12,5% de água a 25 °C±2 °C e 20 °C±2 °C
188 apresentaram baixa viabilidade (30%) (Figura 5a, c), e as armazenadas a 8 °C±1 °C, nessas
189 condições, morreram após 15 dias (Figura 5e). Além disso, a porcentagem de plântulas normais
190 obtidas das sementes do lote de 2018 com diferentes teores de água e armazenadas a 8 °C±1 °C não
191 foi afetada (Figura 4f). No lote de 2019 a porcentagem de plântulas normais oriundas das sementes
192 armazenadas com 35% de água a 8 °C±1 °C sofreu redução após 30 dias de armazenamento (Figura
193 5f). Esses resultados mostraram as diferenças na qualidade, no desempenho e nas respostas das
194 sementes de *C. adamantium* ao armazenamento variando segundo o ano de produção. A produção
195 de 2019 foi menor do que a de 2018, e pelos resultados há indicativo de menor potencial fisiológico
196 do lote de 2019.

197 Além disso, a longevidade das sementes é uma característica quantitativa da planta, e,
198 portanto, o comportamento e a sobrevivência de diferentes lotes de sementes podem variar dentro
199 de uma espécie (Kochanek et al., 2011). Essa variação pode ser em decorrência da genética ou do
200 ambiente de crescimento das plantas (Demir et al., 2004). Portanto a diferença ambiental em que os
201 progenitores das sementes de *C. adamantium* submetidas ao armazenamento estiveram sujeitas,
202 pode explicar essa diferença de comportamento observada entre os estudos encontrados na literatura
203 e os resultados aqui encontrados.

204 As diferenças na qualidade e comportamento das sementes poderiam se refletir em respostas
205 relativamente diferentes frente à dessecação e ao armazenamento. Além disso, outros fatores podem
206 afetar a viabilidade das sementes e levar a erros na interpretação. Por esses motivos, Marcos Filho
207 (2015) salienta que é importante não apenas identificar o grau de tolerância à dessecação, mas

208 também a influência de outros fatores e as condições mais favoráveis ao armazenamento. Sendo
209 assim, conforme orienta Hong & Ellis (1996), para uma correta classificação é essencial que um
210 maior número de lotes de sementes de diferentes procedências e anos de produção sejam analisados
211 sob os mesmos fatores a fim de avaliar as sementes da espécie de forma mais ampla. Além do mais,
212 ainda não está suficientemente esclarecido se os graus de recalcitrância se referem prioritariamente
213 ao grau de tolerância à dessecação ou à extensão da longevidade (Marcos Filho, 2015).

214 Existe um *continuum* de comportamento de sementes recalcitrantes, que vai desde espécies
215 altamente sensíveis à dessecação e ao resfriamento, àquelas que podem tolerar a secagem a um
216 menor teor de água e a temperaturas relativamente baixas (Farrant et al. 1988; Pammenter & Berjak,
217 1999; Bewley et al, 2012). Considerando essa variação, Farrant et al. (1988) propuseram a
218 separação das sementes recalcitrantes em “altamente”, “moderadamente” e “minimamente”
219 recalcitrantes. Sementes minimamente recalcitrantes podem suportar maior perda de água antes que
220 sua viabilidade seja perdida, elas possuem germinação lenta na ausência de água e toleram
221 temperaturas mais baixas, desde que sejam acima de zero. Ademais, é provável que espécies que
222 apresentam comportamento minimamente recalcitrante possuam distribuição subtropical (Farrant et
223 al., 1988). A princípio, sementes de *Campomanesia adamantium* poderiam estar nesta
224 classificação.

225 No entanto, Ellis et al. (1990) propuseram a categoria intermediária com o intuito de reunir
226 todas as variações de comportamento que não se encaixavam nos conceitos clássicos de
227 recalcitrante e ortodoxa proposta por Roberts (1973) apud King et al. (1981). A identificação é
228 possível com o protocolo proposto por Hong & Ellis (1996) que estabelece uma delimitação entre
229 as categorias de acordo com a viabilidade das sementes submetidas à dessecação e ao
230 armazenamento. Embora Farrant et al. (1988) propuseram uma classificação mais alinhada ao
231 amplo espectro de recalcitrância, o protocolo de Hong & Ellis (1996) trouxe critérios e métodos
232 mais específicos que aumentam a probabilidade de uma correta classificação.

233 Considerando os resultados apresentados neste trabalho e os observados na literatura, as
234 sementes de *C. adamantium* não se encaixam na categoria ortodoxa tampouco na recalcitrante. Com
235 isso, concluiu-se que as sementes de *C. adamantium* possuem comportamento intermediário. A
236 categoria intermediária entre ortodoxa e recalcitrante é aquela no qual as sementes sobrevivem à
237 dessecação, mas são danificadas durante o armazenamento a seco a baixas temperaturas (Bewley et
238 al 2012). As sementes que foram estudadas toleraram a secagem até 5% de água, mantiveram-se
239 viáveis após 60 dias de armazenamento com altos teores de água (35 a 25%) em temperaturas
240 amenas (25°C e 20°C) e não suportaram o armazenamento em temperatura negativa.

241 **CONCLUSÃO**

242 As sementes de *Campomanesia adamantium* são tolerantes à dessecação até 5% de água e
243 mantêm alta viabilidade quando armazenadas com 35 a 30% de água a 25 °C. Sementes com teores
244 de água mais baixos (15; 12,5 e 10%) deterioram rapidamente quando armazenados. A viabilidade
245 das sementes é perdida quando são armazenadas a -7 °C. Sugerimos que as sementes de *C.*
246 *adamantium* possuem comportamento intermediário e podem ser armazenadas em recipiente
247 hermético, com 35, 30 e 25% de água a 25 e 20 °C por 60 dias sem perda da qualidade.

248

249 **AGRADECIMENTOS**

250 O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal
251 de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, com o apoio da Fundação
252 Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil e do Programa de Pós-
253 Graduação em Biologia Vegetal. Agradecemos também ao Centro de Pesquisa e Capacitação da
254 Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural- Cepaer/Agraer.

255

Tabela

Tabela 1. Porcentagem de Germinação (GE) e de plântulas normais (PN), tempo médio de germinação (TMGE) e de plântulas normais (TMPN) oriundas das sementes de *Campomanesia adamantium* colhidas em 2018 e 2019 e dessecadas a diferentes teores de água. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5%.

	Teor de água (%)	GE(%)	TMGE(dias)	PN(%)	TMPN(dias)
Lote 2018	40	100 a	3,4 a	99 a	20,4 ab
	35	100 a	3,4a	99 a	18,4 a
	25	100 a	4,4 b	100 a	20,2 ab
	20	100 a	5,1 c	99,5 a	20,3 ab
	15	99,5 a	5,3 cd	97 a	20,6 b
	10	100 a	5,7 d	98,5 a	28,1 c
	7,5	100 a	7,1 e	98 a	30,2 c
CV (%)		0,4	3,5	2,0	11,2
Lote 2019	40	96 a	5,7 ab	88 a	25,4 ab
	35	98 a	4,5 a	89 a	23,2 a
	30	99 a	4,8 a	93 a	24,0 ab
	25	96,5 a	4,9 a	86,5 a	22,3 a
	12,5	88,8 a	6,8 bc	76 a	25,0 ab
	5	66 b	7,9 c	45 b	27,1 b
CV (%)		6,8	9,6	11,1	7,0

Figuras

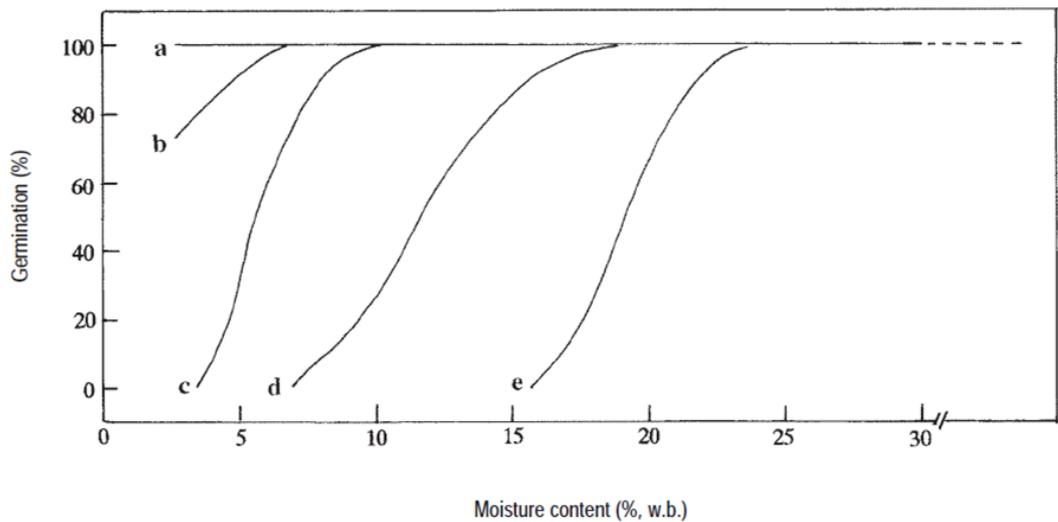


Figura 1 Padrões típicos de tolerância à dessecação apresentados por Hong & Ellis (1996) e Hong et al. (1996). Espécies com comportamento ortodoxo (a), intermediário (c) e recalcitrante (e). Os padrões (b e d) podem ser encontrados em espécies com comportamento ortodoxo e intermediário, respectivamente.

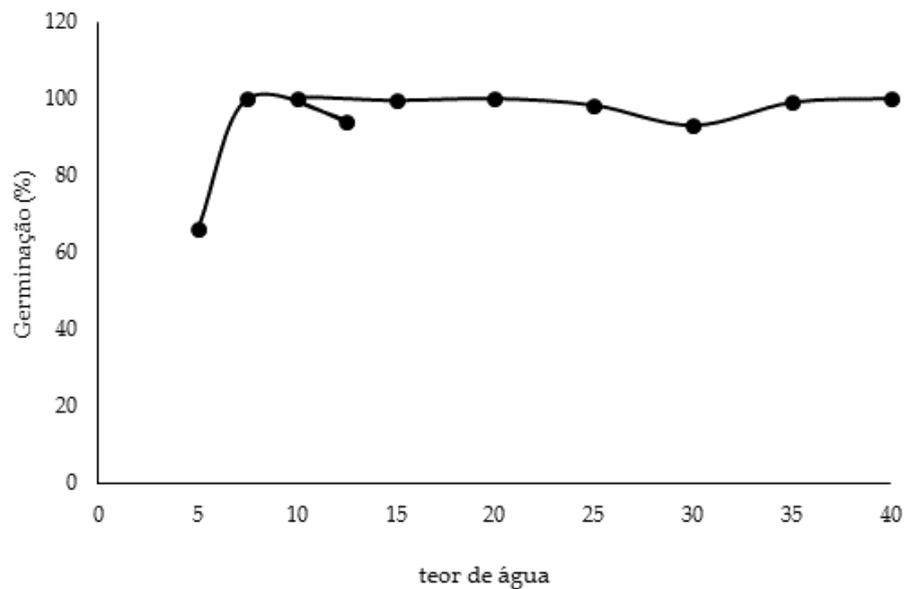


Figura 2 Porcentagem de germinação das sementes do lote de 2018 e 2019 de *Campomanesia adamantium* desseccadas em diferentes teores de água (40, 35, 30, 25, 20, 15; 12,5; 10; 7,5, e 5%).

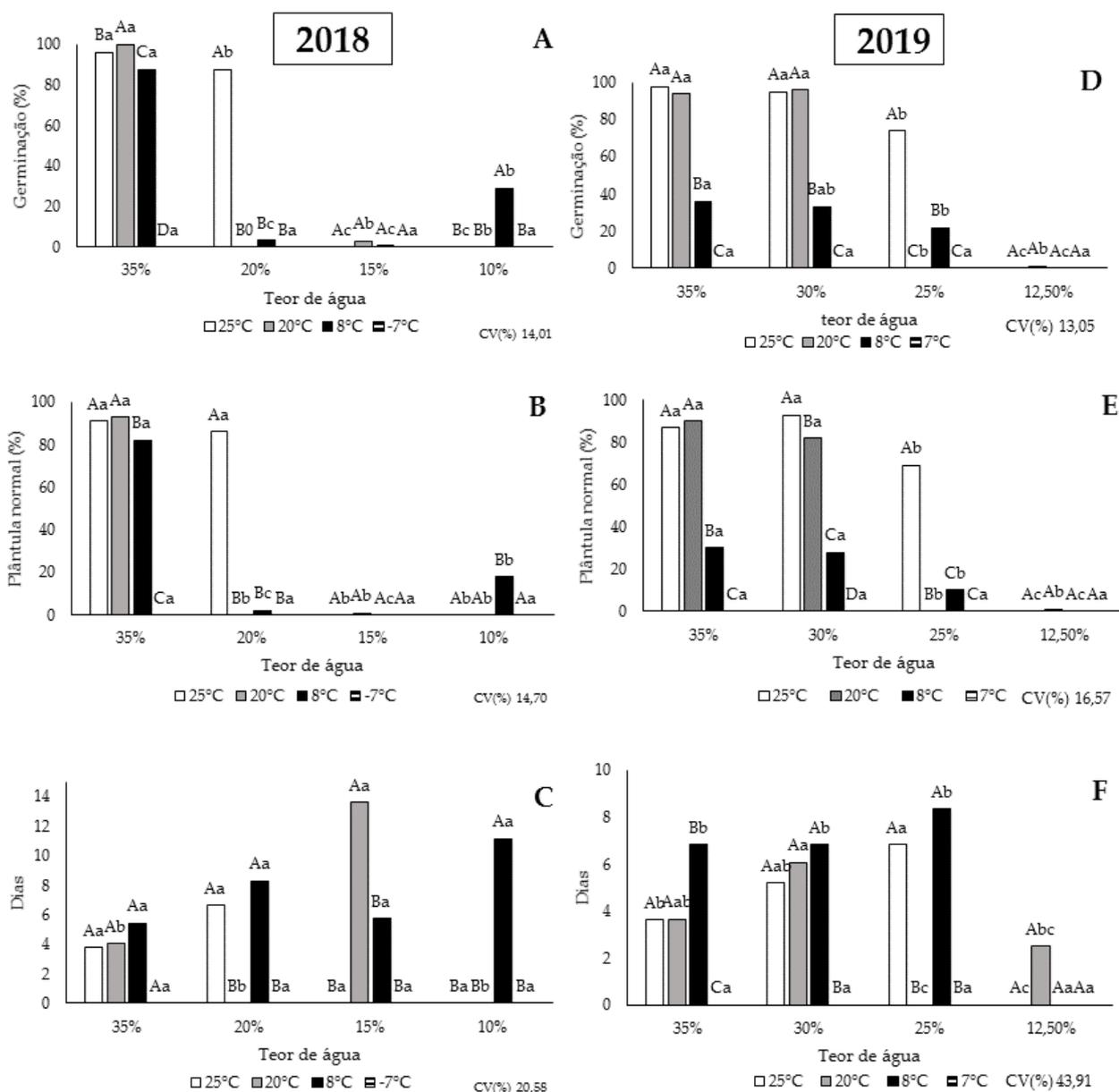


Figura 3. Porcentagem de germinação do lote 2018 (A), do lote 2019 (D), porcentagem de plântulas normais do lote 2018 (B), do lote 2019 (E) e tempo de germinação do lote 2018 (C), e do lote 2019 (F) de sementes de *Campomanesia adamantium* armazenadas por 60 dias, em diferentes temperaturas e teores de água. Médias seguidas pela mesma letra (maiúsculas entre temperaturas e minúsculas entre teores de água) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

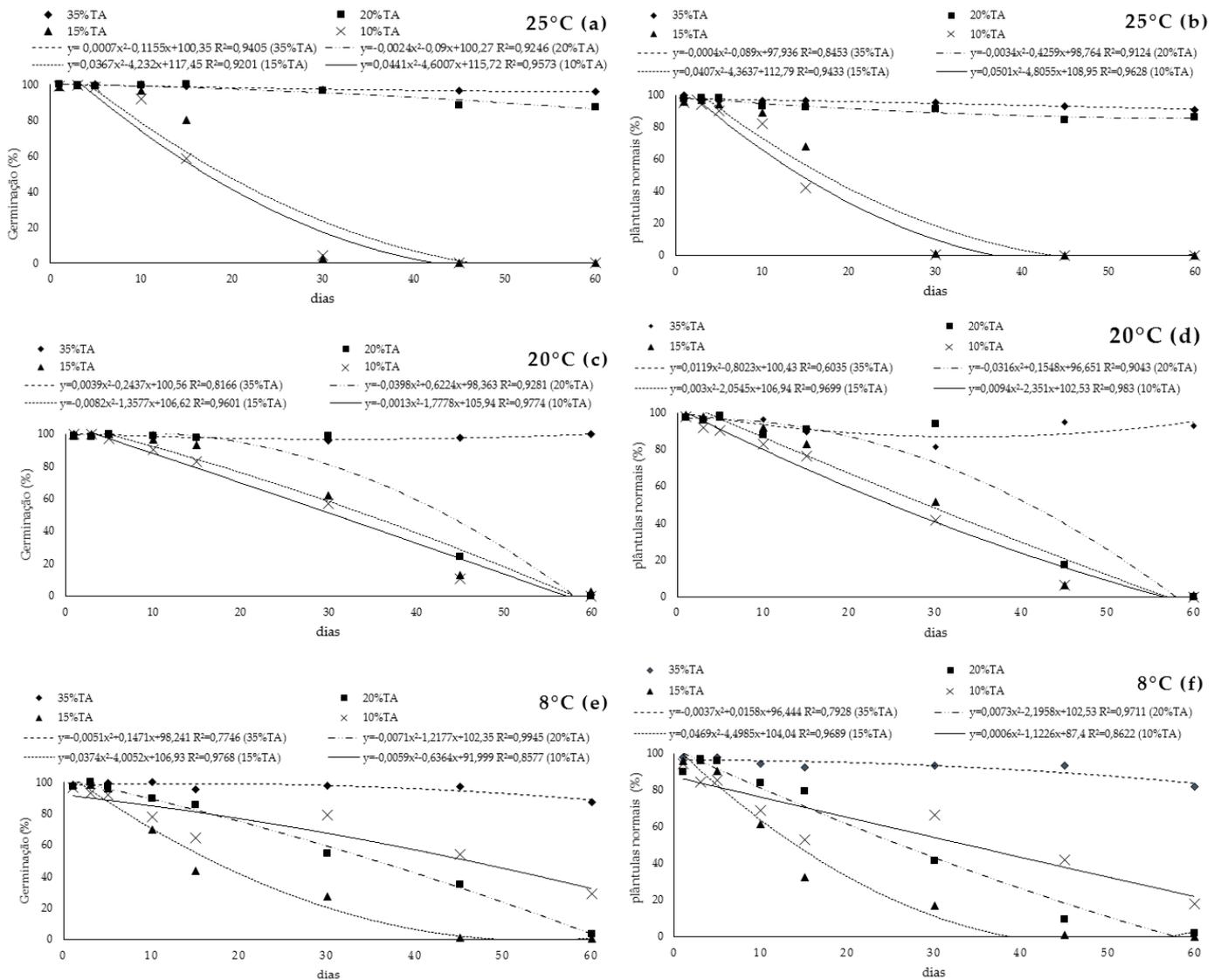


Figura 4. Porcentagem de germinação e plântulas normais obtidas de sementes do lote 2018 de *Campomanesia adamantium* dessecadas a 35%, 20%, 15% e 10% de água (TA) e armazenadas à 25°C (a e b), à 20°C (c e d), e à 8°C (f e g) por diferentes períodos (dias).

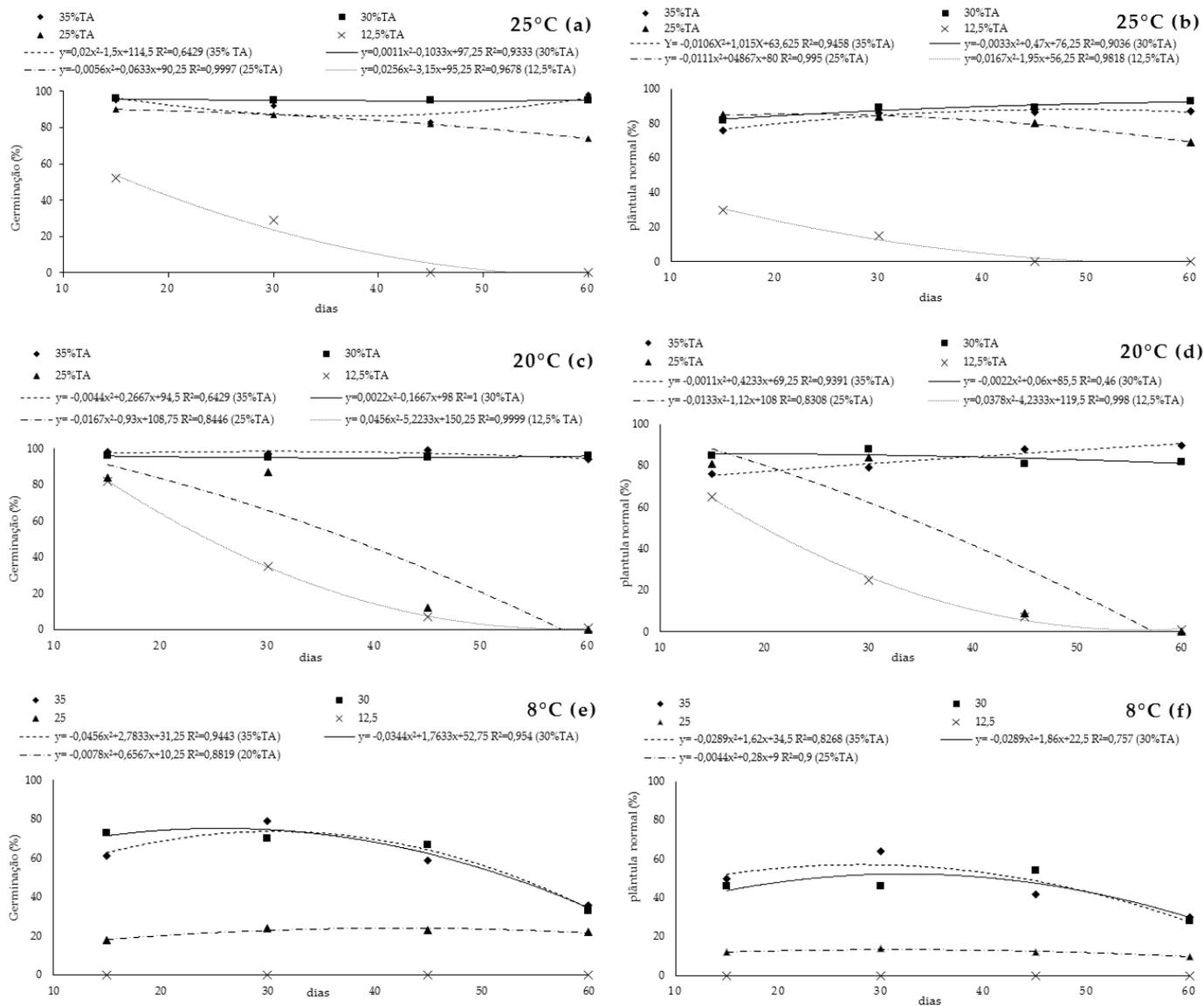


Figura 5. Porcentagem de germinação e plântulas normais obtidas de sementes do lote 2019 de *Campomanesia adamantium* dessecadas a 35%, 20%, 15% e 10% de água (TA) e armazenadas à 25°C (a e b), à 20°C (c e d), e à 8°C (f e g) por diferentes períodos (dias).

REFERÊNCIAS

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. Seeds: ecology, biogeography, and, evolution of dormancy and germination. *Elsevier*, 1998. 666p.

BEWLEY, J.; DEREK, K.B.; HILHORST, H.. *Seeds: physiology of evelopment, germination and dormancy*. Springer Science & Business Media, 2012. 392p.

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.

DEMIR, I.; MAVI, K.; OZTOKAT, C. Changes in germination and potential longevity of watermelon (*Citrullus lanatus*) seeds during development. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, v.32, n.1, p.139-145, 2004. <https://doi.org/10.1080/01140671.2004.9514288>

DRESCH, D.M.; SCALON, S.P.Q.; MASETTO, T.E. Storage of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg Seeds: Influence of Water Content and Environmental Temperature. *American Journal of Plant Sciences*. v5, p2555-2565, 2014. https://www.scirp.org/html/1-2601480_48410.htm

DRESCH, D.M.; SCALON, S.P.Q.; MUSSURY, R.M.; MASETTO, T. E. Do desiccation and storage of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg (Myrtaceae) seeds affect the formation and survival of seedlings? *African Journal of Agricultural Research*. v.10 n.33, p.3216-3224, 2015a <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.9967>

DRESCH, D.M.; MASETTO, T.E.; SCALON, S.P.Q. *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg seed desiccation: influence on vigor and nucleic acids. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*. v.87, n.4, p.2217-2228. 2015b http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0001-37652015000502217&script=sci_arttext

EDMOND, J.B.; DRAPALA, W.J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*. v.71, p.428-434, 1958. https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000090&pid=S0101-3122200500010000800011&lng=pt

ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. *Journal of Experimental Botany*, v. 41, n. 9, p. 1167-1174, 1990. <https://doi.org/10.1093/jxb/41.9.1167>

FARRANT, J.M.; PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P. Recalcitrance: a current assessment. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.16, n.1, p.155-166, 1988. https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000113&pid=S0100-2945201200020001000010&lng=pt

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia* (UFLA). v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FORZZA, R.C. Catálogo de plantas e fungos do Brasil..2010. Disponível:

<http://reflora.jbrj.gov.br/downloads/vol2.pdf> Acesso 10 mar. 2020).

GALÍNDEZ, G.; LEDESMA, T.; ÁLVAREZ, A.; PASTRANA-IGNES, V.; BERTUZZI, T.; LINDOW-LÓPEZ, L.; SÜHRING, S.; ORTEGA-BAES, P. Intraspecific variation in seed germination and storage behaviour of *Cordia* tree species of subtropical montane forests of Argentina: Implications for ex situ conservation. *South African Journal of Botany*. v.123, p.393-399. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.03.029>

GUY, C.L. Freezing tolerance of plants: current understanding and selected emerging concepts. *Canadian Journal of Botany*. v81, p1216-1223. 2003 <https://doi.org/10.1139/cjps-2015-0242>

HAY, F.R.; PROBERT, R.J. Advances in seed conservation of wild plant species: a review of recent research. *Conservation. Physiology*. v.1 2013. <https://doi.org/10.1093/conphys/cot030>

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. A protocol to determine seed storage behaviour. *International Plant Genetic Resources Institute*. 1996. 62p.

HONG, T.D.; LININGTON, S.; ELLIS, R. H. Seed storage behavior: a compendium. *Plant Genetic Resources Institute*. 1996. 104p.

ISTA. The germination test. In: International rules for seed testing. International Seed Testing Association, Bassersdorf. p. 5.1–5.46, 2008.

KOCHANEK, J.; STEADMAN, K.J.; PROBERT, R.J.; ADKINS, S.W. Parental effects modulate seed longevity: exploring parental and offspring phenotypes to elucidate pre-zygotic environmental influences. *New Phytologist*, v.191, n.1, p.223-233, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2011.03681.x>

LEÃO-ARAÚJO, É.F.; GOMES-JUNIOR, F.G.; DA SILVA, A.R.; PEIXOTO, N.; DE SOUZA, E.R.B. Evaluation of the desiccation of *Campomanesia adamantium* seed using radiographic analysis and the relation with physiological potential. *Agronomy Journal*. v3, p2, 2019. <https://doi.org/10.2134/agronj2018.05.0302>

MARCOS-FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. 2a ed. Londrina: ABRATES - Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes. 2015. 660p.

MELCHIOR, S.J.; CUSTÓDIO, C.C.; MARQUES, T.A.; MACHADO, N.B. Colheita e armazenamento de sementes de gabioba (*Campomanesia adamantium* Camb. – Myrtaceae) e implicações na germinação. *Revista Brasileira de Sementes*. v.28, p.141-150. 2006. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-31222006000300021&script=sci_arttext

PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P. A review of recalcitrant seed physiology in relation to desiccation-tolerance mechanisms. *Seed science research*. v.9, n.1, p. 13-37, 1999. <https://doi.org/10.1017/S0960258599000033>

Roberts, EH, King, MW, Soestina, U. The dry storage of *Citrus* seeds. *Annals of Botany*, v.48, p. 865-872. 1981. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a086194>

SCALON, S.P.Q.; SHIRO, A.M.; MASETTO, T.E.; DRESCH, D.M. Conservation of *Campomanesia adamantium* (Camb.) O. Berg Seeds in Different Packaging and at Varied Temperatures. *Revista Brasileira de Fruticultura*. v.35, n.1, p.262-269, 2013. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452013000100030

TAUSCH, S.; LEIPOLD, M.; REISCH, C.; POSCHLOD, P. Dormancy and endosperm presence influence the *ex situ* conservation potential in central European calcareous grassland plants. *Annals of Botany*, Plants. v.11, n.4, p.plz035, 2019. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plz035>

WALTERS, C. Orthodoxy, recalcitrance and in-between: describing variation in seed storage characteristics using threshold responses to water loss. *Planta*. v.242, p.397–406, 2015. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00425-015-2312-6>