

Absorção de água e tolerância à dessecação em sementes de *Bromelia reversacantha* Mez

Water absorption and desiccation tolerance in *Bromelia reversacantha* Mez seeds

Marcelo R. Zucchi^{1*}, Fernanda R. dos Santos², Ednaldo C. Rocha¹, Itamar R. Teixeira³
e Larissa L. Pires²

¹ Universidade Estadual de Goiás, Campus de Ipameri, Departamento de Ciências Agrárias, Ipameri, Goiás, Brasil

² Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, Escola de Agronomia, Goiânia, Goiás, Brasil

³ Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas, Departamento de Engenharia Agrícola, Anápolis, Goiás, Brasil
(*E-mail: marcelo.zucchi@ueg.br)

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA18143>

Recebido/received: 2018.05.07

Aceite/accepted: 2018.07.27

RESUMO

A *Bromelia reversacantha* é uma espécie endêmica de algumas áreas de Cerrado rupestre, Brasil, ameaçada de extinção e que apresenta características ornamentais bastante interessantes. É uma espécie ainda pouco estudada e o comportamento fisiológico das suas sementes durante e após a secagem e armazenamento é praticamente desconhecido. Deste modo, neste estudo objetivou-se analisar o padrão de embebição de sementes armazenadas ao longo de um ano e os efeitos da dessecação sobre a capacidade germinativa das suas sementes. Os frutos maduros foram colhidos e, após extração, as sementes foram lavadas e secas à sombra. No ensaio de embebição os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial triplo ($2 \times 7 \times 11$), com duas condições de armazenamento (laboratório e câmara fria); sete períodos de armazenamento (tempo zero, dois, quatro, seis, oito, dez e doze meses); e onze períodos de embebição (tempo zero, 1, 2, 4, 8, 16, 24, 36, 48, 60 e 72 horas do início da embebição); em oito repetições de 25 sementes por tratamento. No estudo sobre os efeitos da dessecação na germinação foram usadas sementes com dois meses após a colheita, num delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (teores de água), 12,8%, 11,1%, 8,7% e 6,8%, em quatro repetições de 50 sementes. Conclui-se que as sementes de *B. reversacantha* absorvem água num período de tempo, em média, de 29,8 horas para que ocorra a mudança da fase I para a fase II da embebição, evidenciando não haver dormência tegumentar. Além disso, foi verificado que as sementes de *B. reversacantha* possuem comportamento ortodoxo, podendo ser desidratadas a 40°C até 6,8% de umidade sem prejuízo da sua capacidade germinativa.

Palavras-chave: Bromeliaceae, Cerrado, embebição, semente ortodoxa, teor de umidade

ABSTRACT

Bromelia reversacantha is an endemic species of some areas of Cerrado rupestre, Brazil, threatened with extinction and that presents ornamental characteristics quite interesting. This species is still poorly studied and the physiological behavior of its seeds during and after drying and storage is practically unknown. Thus, in this study we aimed to analyze the imbibition pattern of seeds stored over a year (first experiment) and the effects of dehydration on seed germination capacity (second experiment) of *B. reversacantha*. Ripe fruits were collected and after the seeds were extracted, washed and then dried in the shade. In the first experiment, the treatments were distributed in a completely randomized design in a triple factorial scheme ($2 \times 7 \times 11$), with two storage conditions (laboratory and cold room); seven storage periods (time zero, two, four, six, eight, ten and twelve months); and eleven periods of imbibition (time zero, 1, 2, 4, 8, 16, 24, 36, 48, 60 and 72 hours from the beginning of imbibition); in eight replicates of 25 seeds per treatment. In the second experiment seeds were used two months after harvest in a completely randomized design, with four treatments (water contents), 12.8%, 11.1%, 8.7% and 6.8%, in four replications of 50 seeds. It is concluded that the seeds of *B. reversacantha* absorb water in an average period of time of 29.8 hours for the change from phase I to phase II of the imbibition to occur, evidencing no integumentary dormancy. In addition, it was verified that the seeds of *B. reversacantha* have orthodox behavior, being able to be dewatered at 40 ° C up to 6.8% moisture without prejudice to their germination capacity.

Keywords: Bromeliaceae, Cerrado, imbibition, orthodox seed, moisture content

INTRODUÇÃO

A espécie *Bromelia reversacantha* Mez (Bromeliaceae) apresenta características importantes como planta ornamental, designadamente folhas persistentes, inflorescência vistosa e duradoura, e arquitetura interessante para utilização em paisagismo, tanto em maciços como em vasos (Afiune-Costa, 2009). Contudo, ainda é uma espécie pouco estudada, sendo descrita pela primeira vez na Flora Brasiliensis em 1891 por Mez e, segundo os dados disponíveis até o momento, é endêmica apenas em algumas áreas de Cerrado Rupestre Brasileiro (Mez, 1891; Carneiro, 2002; Afiune-Costa, 2009).

É uma bromélia terrícola, perene, herbácea, comumente encontrada em solos arenosos, em ambientes secos e, a pleno sol ou à meia-sombra. A planta apresenta altura de 0,26-0,79 m, folhas dispostas em roseta e diâmetro variando de 0,32-1,49 m; com período de floração que no hemisfério sul se inicia em maio, com pico entre os meses de junho e julho e, término no mês de agosto. O seu sistema reprodutivo é tipicamente alogâmico, com grande quantidade de frutos produzidos e número elevado de sementes viáveis.

Entretanto, existe a ameaça de extinção para esta e várias outras espécies endêmicas do Cerrado. Desde há muito tempo, o patrimônio natural vem sendo exaurido pela contínua expansão das fronteiras agrícolas e a implantação de pastagens, bem como pelo extrativismo predatório. Segundo Machado *et al.* (2004), a taxa de desmatamento no Cerrado era estimada em 1,1% ao ano, o que ocasionava a perda anual de 2,2 milhões de hectares de áreas nativas desse bioma.

Conforme Klink e Machado (2005) e Silva *et al.* (2006), a cobertura vegetal primitiva de Cerrado foi reduzida a pequenas áreas remanescentes em vários estados brasileiros devido aos processos de ocupação e exploração desse bioma, comprometendo a integridade da fauna e flora presentes nele. Tudo isso coloca em risco de extinção as espécies endêmicas ainda desconhecidas ou pouco estudadas, como é o caso de *B. reversacantha*, além da diminuição da diversidade genética das espécies generalistas (Afiune-Costa, 2009).

Devido à necessidade de conservação de sementes viáveis de espécies nativas para utilização em

programas de recuperação de áreas degradadas, e também para a conservação de germoplasma, as pesquisas com ênfase no comportamento fisiológico das sementes durante e após a secagem e armazenamento, assumem grande importância para o estabelecimento de métodos eficazes de acondicionamento (Carvalho *et al.*, 2006).

Além disso, para as espécies tropicais nativas, o conhecimento do menor grau de umidade suportável pelas sementes, sem que ocorra diminuição da qualidade fisiológica, é imprescindível para definir a melhor tecnologia de armazenamento das sementes, podendo, assim, viabilizar sua conservação (Nascimento *et al.*, 2007).

Para a definição de condições adequadas à manutenção da viabilidade pelo maior tempo possível durante o período de armazenamento das sementes, o conhecimento da tolerância das sementes à dessecação é uma informação fundamental no processo de estabelecimento de métodos para conservação e armazenamento (Andrade *et al.*, 2005). A desidratação ou dessecação é um dos processos utilizados para manter as características fisiológicas das sementes durante o período de armazenamento *ex situ*. Nas condições *in situ*, a tolerância à dessecação beneficia a dispersão das sementes e permite que uma espécie sobreviva nos períodos adversos ao seu desenvolvimento no campo (Castro *et al.*, 2004).

Neste contexto, os objetivos deste estudo foram analisar o padrão de embebição das sementes armazenadas ao longo de um ano e os efeitos da dessecação sobre a germinação e o vigor de sementes da *B. reversacantha*, espécie nativa do Cerrado, visando subsidiar futuros trabalhos sobre a conservação de sementes dessa espécie e, também, a produção de mudas para as finalidades ornamentais.

MATERIAL E MÉTODOS

Ensaio de embebição das sementes

Os frutos maduros foram colhidos em outubro de 2013, em trinta plantas de *B. reversacantha*, de ocorrência natural na Reserva Biológica Prof. José Ângelo Rizzo (144 ha), a qual é circundada pelo Parque Estadual da Serra Dourada (30.000 ha),

município de Mossâmedes, GO, Brasil, cujas coordenadas geográficas são 16° 04' de latitude sul e 50° 11' de longitude oeste, e aproximadamente 1000 m de altitude.

Após a colheita, os frutos foram levados para o Laboratório de Horticultura da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (EA/UFG) para extração das sementes, as quais foram lavadas em água corrente e postas a secar até um teor de água de 14%. Metade das sementes foram armazenadas em laboratório – temperatura ambiente entre 16 e 30°C e umidade relativa entre 52 e 78%, enquanto a outra metade foi armazenada em câmara fria com temperatura $12 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa entre 55 e 76%, em sacos de papel monolúcidos brancos, sem qualquer tratamento fitossanitário prévio.

Para determinação das curvas de embebição das sementes, os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial triplo $2 \times 7 \times 11$, com oito repetições por tratamento. Os tratamentos foram constituídos por duas condições de armazenamento: laboratório e câmara fria; sete períodos de armazenamento (tempo zero, dois, quatro, seis, oito, dez e doze meses); e onze períodos de embebição (tempo zero, 1, 2, 4, 8, 16, 24, 36, 48, 60 e 72 horas do início da embebição).

Para a determinação de cada curva de embebição foram utilizadas oito repetições de 25 sementes, colocando-as em 50 mL de água destilada em copo plástico transparente (capacidade de 200 mL), à temperatura de acondicionamento de 25°C em câmaraincubadoraBOD. As sementes foram pesadas obedecendo os períodos de embebição citados acima. A cada pesagem, as sementes foram removidas do recipiente, retirando-se o excesso de água por meio de secagem rápida em tecido de algodão, e pesadas em balança de precisão. Após pesagem, as sementes retornavam ao recipiente com água.

Ensaio de tolerância à dessecação das sementes

Frutos maduros da *B. reversacantha* foram colhidos em 16 de novembro de 2015, em vinte espécimes de ocorrência natural na área da Reserva Biológica citada no tópico anterior. Em seguida, os frutos

foram levados para o laboratório. Foram usadas sementes com dois meses após colheita, ao que foi ministrado o mesmo procedimento referido no ensaio anterior, ou seja, após extração foram lavadas em água corrente e secas à sombra até 12,8% de umidade, a qual foi considerada o teor de água inicial.

O referido teor de água inicial foi determinado pelo método de estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24h (Brasil, 2009). As sementes restantes foram mantidas em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 40°C , espalhadas em camada única. Por meio da equação de Cromarty *et al.* (1985), foram determinados os teores de água das sementes após 1, 4 e 28-h de desidratação, os quais foram de 11,1; 8,7 e 6,8%, respectivamente. Esses teores de água consistiram nos tratamentos avaliados. Como após mais de 240-h (10 dias) de desidratação em estufa, o teor de água (6,5%) manteve-se praticamente inalterado, valor muito próximo ao obtido anteriormente (6,8%) com 28-h de desidratação, esse processo foi interrompido, e considerou-se 6,8% como o último tratamento.

As sementes de cada tratamento foram colocadas a germinar logo após a obtenção da massa para determinação do teor de água. Essas foram dispostas em caixas transparentes gerbox, sobre dupla camada de papel germitest umedecido com água destilada equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca (Brasil, 2009). As sementes foram incubadas em câmara de germinação, com temperatura constante de $30 \pm 2^\circ\text{C}$, com luz do ambiente de laboratório, com fotoperíodo de aproximadamente 12-h. A contagem do número de sementes germinadas foi realizada diariamente durante 28-d, o que possibilitou a estabilização da germinação por um período de cinco dias consecutivos, em pelo menos metade das repetições (adaptado a partir de Maguire, 1962). A semente foi considerada germinada quando houve a protrusão do eixo hipocótilo-radícula com cerca de 2 mm de comprimento. Determinou-se a porcentagem de germinação e vigor, avaliado por meio do índice de velocidade de germinação, IVG (Maguire, 1962).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (12,8, 11,1; 8,7 e 6,8% de teores de água das sementes), com quatro repetições de 50 sementes.

Análise dos dados

Os dados de embebição foram submetidos à análise de regressão linear segmentada (Coneglian *et al.*, 2016, 2017) para determinar o tempo necessário para a mudança da fase de hidratação das sementes. Utilizou-se a análise de regressão linear simples para testar se o tempo de armazenamento influenciou o período necessário para a mudança da fase de hidratação das sementes em ambos os ambientes (laboratório e câmara fria). O tempo médio necessário para essa mudança da fase nos dois ambientes foi comparado pelo teste t de Student.

Para testar se o teor de água das sementes influenciou a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação, os dados de tolerância à dessecação foram analisados por regressão linear simples. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Programa R versão 3.4 (R Core Team, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todas as situações, nas sementes recém-colhidas e armazenadas, independentemente do ambiente e do período de armazenamento, os resultados indicaram que a massa das sementes aumentou, em média, 31,5% com a embebição (Figuras 1 e 2). O acréscimo do teor de água foi em média de 23,8% com 72-h de embebição, evidenciando que as sementes de *Bromelia reversacantha* não possuem dormência tegumentar, assim como constatado também em outras espécies de bromeliáceas (Anastácio e Santana, 2010; Duarte *et al.*, 2010). As sementes recém-colhidas e armazenadas em qualquer condição absorveram água rapidamente durante as primeiras horas de embebição, com menores incrementos posteriores, mas sempre tendendo à estabilização (Figuras 1 e 2).

O fato das sementes de *B. reversacantha* não terem dormência tegumentar poderia ter um significado ecológico importante, pois o período de maturação dos frutos da espécie coincide com o início da época das chuvas no seu ambiente de ocorrência e, assim, quando as sementes dispersas entram em contato com o substrato úmido, poderiam teoricamente rapidamente germinar, garantindo

a perpetuação da espécie com possível variabilidade genética. Isso também poderia propiciar uma rápida produção de mudas em viveiros de plantas ornamentais.

Bewley e Black (1994) propuseram um padrão trifásico de hidratação de sementes, no qual a fase I é puramente física, geralmente rápida e resulta no relativo equilíbrio do conteúdo de água, quando inicia-se a fase II da embebição. Sabe-se que a velocidade de ocorrência desse processo depende das características das sementes de cada espécie, como composição química e permeabilidade do tegumento (Albuquerque *et al.*, 2009). De acordo com Bewley e Black (1994), esse processo é influenciado por três fatores principais: 1) natureza do material de reserva da semente, 2) diferença do potencial hídrico entre a semente e o meio, e 3) temperatura do ambiente, os quais influenciam, principalmente, a velocidade de embebição e, conseqüentemente, a velocidade de germinação das sementes. Neste estudo, a duração da fase I variou de 19 a 37,1-h nos diversos tratamentos, durante a qual houve maior absorção de água (Figuras 1 e 2) e as sementes alcançaram, em média, teor de água de 23,3%. Para Taylor (1997), quando as sementes endospermicas atingem teores de água de 25 a 30%, e as cotiledonares de 35 a 40%, a absorção de água estabiliza ou aumenta muito pouco, começando a fase estacionária (fase II). Desta forma, pelos teores de água obtidos neste estudo, as sementes desta bromélia podem ser consideradas endospermicas.

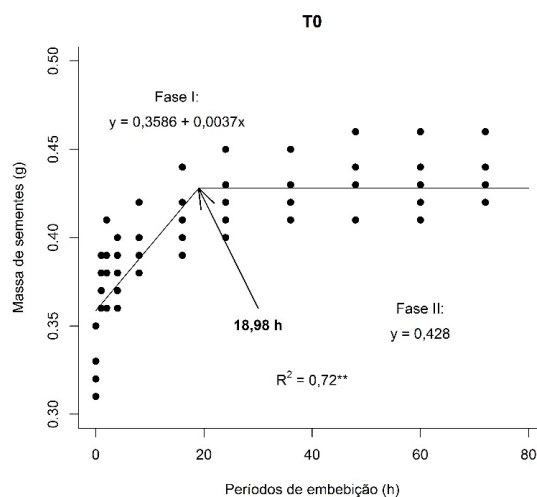


Figura 1 - Massa média de sementes recém-colhidas de *Bromelia reversacantha* Mez, submetidas ao processo de embebição T0 = tempo zero de armazenamento.

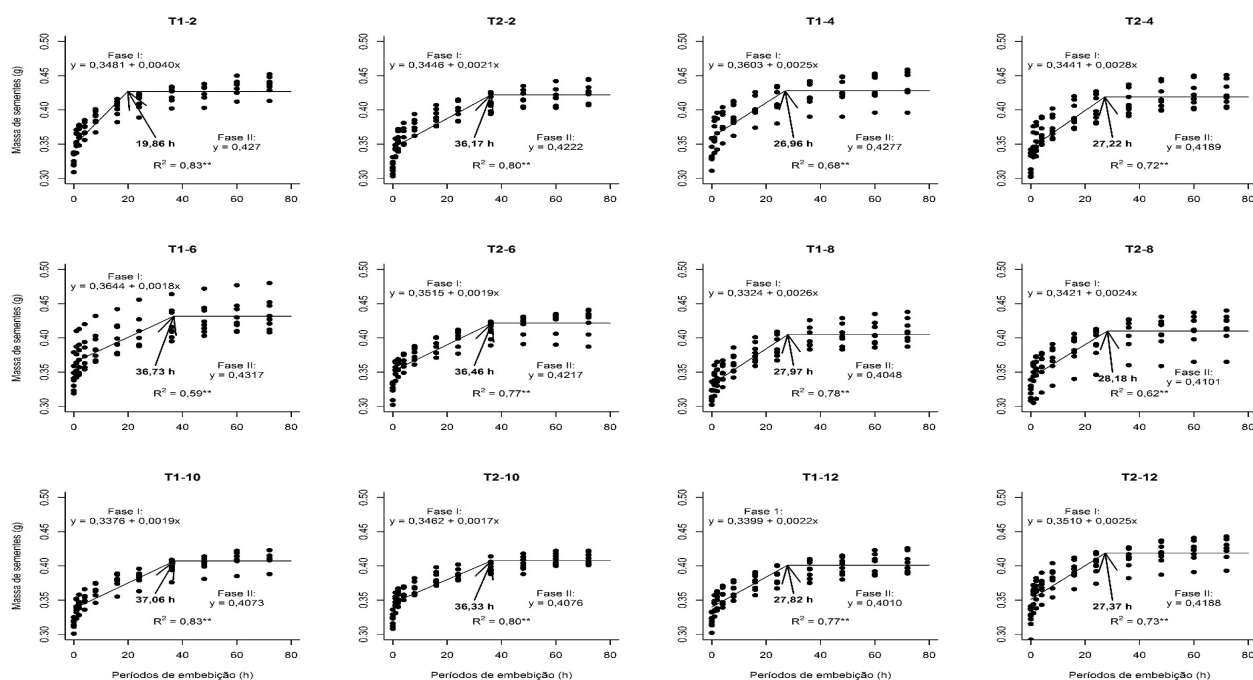


Figura 2 - Massa média de sementes embebidas de *Bromelia reversacantha* Mez submetidas a diferentes períodos e ambientes de armazenamento T1 = laboratório, T2 = câmara fria, -2 = dois meses, -4 = quatro meses, -6 = seis meses, -8 = oito meses, -10 = dez meses e -12 = doze meses de armazenamento.

A duração da fase I, de 29,8-h em média (variando de 19 a 371-h), foi cerca de metade da observada em sementes de *Ananas ananassoides* (Baker) L. B. Sm. (Anastácio e Santana, 2010), mas, foi próxima aos valores encontrados para *Dyckia goehringii* E.Gross & Rauh (Duarte *et al.*, 2010). Ou seja, após a hidratação inicial da semente com a embebição, o tempo necessário para a hidratação total da semente varia grandemente entre espécies da mesma família (Vilella, 1998).

Durante a fase II (estacionária) ocorrerá a digestão e o transporte ativo das substâncias de reserva. Nesta fase, os potenciais hídricos do meio e da semente ficam muito próximos e, com isso, a absorção de água pela semente estabiliza-se (Taylor, 1997). Para Bewley e Black (1994) e Castro e Hilhorst (2004), nesta fase, as atividades metabólicas necessárias para o crescimento do embrião e o fim do processo germinativo são realizadas. A temperatura e o potencial hídrico da semente são os principais fatores condicionantes da duração desta fase. Desta maneira, foi possível constatar que a mudança para a fase II em ambiente laboratório (média = 27,9-h) não apresentou diferença significativa ($t = 0,596$; $p = 0,562$) em relação à câmara fria (média = 30,1-h).

Para o ambiente laboratório, não houve influência do período de armazenamento no tempo necessário para a mudança de fase ($F_{(1,5)} = 4,029$; $R^2 = 0,44$; $p = 0,101$), assim como também não houve para a câmara fria ($F_{(1,5)} = 0,533$; $R^2 = 0,10$; $p = 0,498$). Esta fase prolongou-se até o final do ensaio, após 72-h de embebição.

Não foi possível verificar o caráter trifásico do processo de embebição, já que no decorrer do tempo de avaliação não se constatou o início da fase III, na qual ocorre a protrusão do eixo hipocótilo-radícula. Isto deve-se, provavelmente, ao período de apenas 72-h utilizado nos testes de embebição, o qual é insuficiente para a protrusão do referido eixo hipocótilo-radícula. Em trabalho de Zucchi (2016) verificou-se que nas sementes desta mesma espécie, armazenadas nas mesmas condições e independente do tratamento utilizado, a protrusão do eixo hipocótilo-radícula (fase III) iniciou-se sempre entre 144 a 192-h em testes de germinação realizados sobre papel germitest em caixas plásticas transparentes (gerbox).

Em relação à tolerância à dessecação, as sementes da bromélia com teor de água inicial de 12,8%

apresentaram, em média, 93% de germinação e IVG de 3,5. Observou-se ausência de efeitos imediatos da desidratação sobre as sementes. Estas puderam ser desidratadas até 6,8% de teor de água, sem diminuição da porcentagem de germinação ou do IVG, que permaneceram elevados (89,5% e 3,2, respectivamente), não havendo diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 3). Constatação semelhante foi verificada também para algumas espécies de *Encholirium* Mart. ex Schult. & Schult. f. e de *Dyckia* Schult. & Schult. f., e outras bromeliáceas (Tarré *et al.*, 2007). Diferentemente, Duarte *et al.* (2011), trabalhando com *Billbergia porteana* Brongn. ex Beer, observaram que a dessecação reduziu a germinação das sementes.

Para as sementes atingirem o menor teor de água obtido, 6,8%, foram necessárias apenas 28-h de secagem em estufa a 40°C. As sementes da *B. reversacantha* não apresentam dormência tegumentar, o que foi constatado pelo teste de embebição realizado. A ausência de um tegumento rígido, somada à temperatura de secagem utilizada, podem explicar o curto tempo necessário para a redução do teor de água.

Conforme constatado neste trabalho, as sementes de *B. reversacantha* podem ser consideradas tolerantes à dessecação até 6,8% do teor de água, sem diminuição da germinação e vigor, o que

pode facilitar o armazenamento por longo prazo e ampliar o potencial de conservação, tanto para fins de reposição das populações naturais se necessário, quanto para a produção de mudas de plantas ornamentais. Tarré *et al.* (2007), em estudo com as sementes de outras bromeliáceas, também verificaram tratar-se de sementes ortodoxas, com o potencial germinativo sendo mantido até 2,5% de teor de água, em algumas espécies.

Segundo Nascimento *et al.* (2007), a tolerância à dessecação é influenciada pelas condições do ambiente em que as sementes se desenvolvem. De acordo com Afiune-Costa (2009), no hemisfério sul, a floração da *B. reversacantha* pode ocorrer de maio a agosto, com pico de junho a julho; havendo posteriormente grande quantidade de frutos e elevado número de sementes viáveis. Nota-se assim, que a formação das sementes ocorre do final do período de inverno para o período da primavera, momento em que a umidade relativa do ar ainda está baixa, favorecendo diversas reações metabólicas que conferem às sementes maior tolerância à dessecação.

De acordo com Hoekstra *et al.* (2001) e Kermodé e Finch-Savage (2002), essas reações metabólicas contemplam a manutenção das características físicas dos constituintes intracelulares, a acumulação de reservas insolúveis, a desdiferenciação

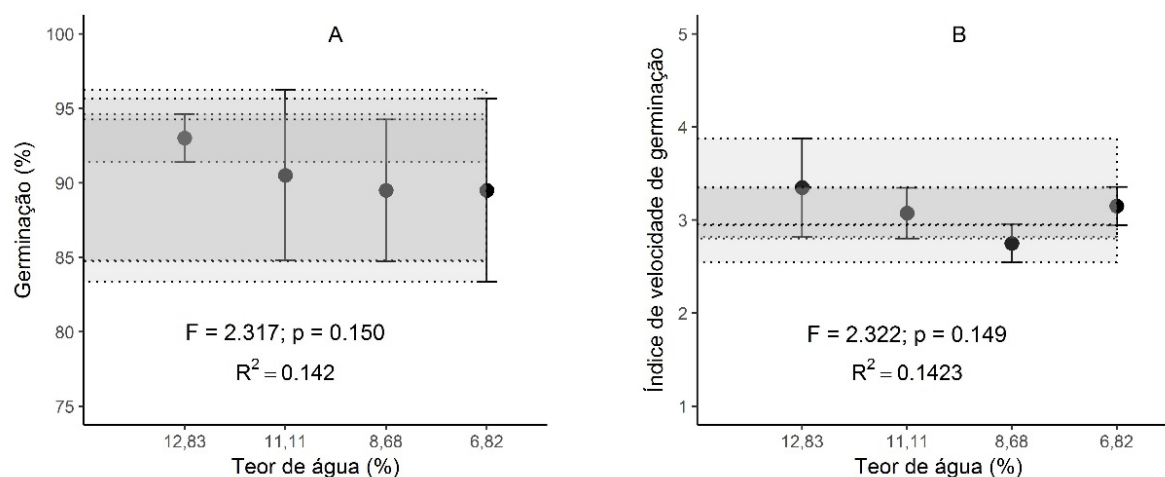


Figure 3 - Resultado da análise de regressão linear para a porcentagem de germinação (A) e para o Índice de velocidade de germinação (B) de sementes de *Bromelia reversacantha* Mez em diferentes teores de água após desidratação. Os pontos representam as médias e as barras os intervalos de confiança, com $\alpha = 0,05$.

intracelular, a redução da atividade metabólica, a presença de um eficiente sistema antioxidativo, a síntese e acumulação de moléculas protetoras, a manutenção do citoesqueleto e da integridade do DNA, e a presença e operação de um mecanismo de reparo de danos celulares causados durante a reidratação.

A aquisição de tolerância à dessecação ocorre durante o processo de formação das sementes ortodoxas, próximo da metade final da maturação, quando o teor de água das sementes se vai reduzindo durante a acumulação de reservas, diminuindo o metabolismo celular (Alpert e Oliver, 2002). Ocorrem, então, mudanças na expressão génica e nos eventos metabólicos (Buitink *et al.*, 2006; Angelovici *et al.*, 2010), possibilitando às sementes dispersas, tolerância aos períodos de seca prolongada. Assim, os danos causados pela dessecação podem ser prevenidos ou minimizados pela série de mecanismos ativados pelas sementes ortodoxas (Soares, 2012).

CONCLUSÕES

A duração da fase I do processo de embebição de sementes de *Bromelia reversacantha* é em média de 29,8-h (variando de 19 a 37,1 h), durante a qual ocorre maior absorção de água e as sementes alcançam, em média, teor de água de 23,3%.

As sementes de *B. reversacantha* são endospérmicas e não possuem dormência tegumentar, o que pode favorecer uma rápida produção de mudas em viveiros para fins ornamentais.

O período de 28-h em estufa de circulação forçada de ar à 40°C é suficiente para redução do teor de água das sementes de *B. reversacantha* até 6,8%, sem prejuízo da porcentagem de germinação e vigor.

A planta de *B. reversacantha* possui semente com comportamento ortodoxo, o que pode propiciar o seu armazenamento a longo prazo, tanto para produção de mudas para fins ornamentais quanto para reposição das populações naturais, se futuramente necessário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afiune-Costa, L.V. (2009) – *Aspectos fenológicos e cultivo in vitro de Bromelia reversacantha Mez (Bromeliaceae)*. Dissertação de Mestrado. Goiânia, Universidade Federal de Goiás. 80 p.
- Albuquerque, K.S.; Guimarães, R.M.; Almeida, I.F. & Clemente, A.C.S. (2009) – Alterações fisiológicas e bioquímicas durante a embebição de sementes de sucupira-preta. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 31, n. 1, p. 12-19. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222009000100028>
- Alpert, P. & Oliver, M.J. (2002) – Drying without dying. *In: Black, M. & Pritchard, H.M. (Eds.) – Desiccation and survival in plants: drying without dying*. Wallingford, Oxon, CABI Publishing, p. 3-43.
- Anastácio, M.R. & Santana, D.G.D. (2010) – Germination characteristics of seeds of *Ananas ananassoides* (Baker) L. B. Sm. (Bromeliaceae). *Acta Scientiarum – Biological Sciences*, vol. 32, n. 2, p. 195-200.
- Andrade, R.R.; Schorn, L.A. & Nogueira, A.C. (2005) – Tolerância a dessecação em sementes de *Archantophoenix alexandrae* Wendl. and Drude (Palmeira real australiana). *Ambiência*, vol. 1, n. 2, p. 279-288.
- Angelovici, R.; Galili, G.; Fernie, A.R. & Fait, A. (2010) – Seed desiccation: a bridge between maturation and germination. *Trends in Plant Science*, vol. 15, n. 4, p. 211-218. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2010.01.003>
- Bewley, J.D. & Black, M. (1994) – *Seeds: physiology of development and germination*. 2ª ed. New York, Plenum Press, 445 p.
- Brasil (2009) – *Regras para análise de sementes*. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, MAPA/DAS/ACS, 395 p.
- Buitink, J.; Leger, J.J.; Guisle, I.; Vu, B.L.; Wuillème, S.; Lamirault, G.; Le Bars, A.; LeMeur, N.; Becker, A.; Küster, H. & Leprince, O. (2006) – Transcriptome profiling uncovers metabolic and regulatory processes occurring during the transition from desiccation sensitive to desiccation-tolerant stages in *Medicago truncatula* seeds. *The Plant Journal*, vol. 47, n. 5, p. 735-750. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2006.02822.x>
- Carneiro, M.F. (2002) – *Caracterização e aproveitamento ornamental de espécies da família Bromeliaceae do Estado de Goiás*. Tese de Doutorado. Goiânia, Universidade Federal de Goiás. 115 p.

- Carvalho, L.R.; Silva, E.A.A. & Davide, A.C. (2006) – Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 28, n. 2, p. 15-25. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222006000200003>
- Castro, R.D.; Bradford, K.J. & Hilhorst, H.W.M. (2004) – Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: Borghetti, F. & Ferreira, A.G. (Orgs.) – *Germinação – Do básico ao aplicado*. Porto Alegre, Artmed, p. 51-68.
- Castro, R.D. & Hilhorst, H.W.M. (2004) – Embebição e reativação do metabolismo. In: Ferreira, A.G. & Borghetti, F. (Orgs.) – *Germinação – Do básico ao aplicado*. Porto Alegre, Artmed, p. 149-162.
- Coneglian, A.; Campos, N.P.; Sette Júnior, C.R.; Silva, A.R. da; Sousa Júnior, A.D de & Pereira, I.M. (2016) – Using segmented linear regression to identify juvenile and mature wood of *Tectona grandis*. *International Journal of Current Research*, vol. 8, n. 11, p. 42021-42024.
- Coneglian, A.; Campos, N.P.; Sousa Júnior, A.D de; Sette Júnior, C.R.; Silva, A.R. da & Pereira, I.M. (2017) – Delimitation of juvenile and mature woods of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Sénécl.) W.H. Barrett & Golfari as a function of the length of the tracheids. *International Journal of Current Research*, vol. 9, n. 7, p. 54790-54794.
- Cromarty, A.S.; Ellis, R.H. & Roberts, E.H. (1985) – *Design of seed storage facilities for genetic conservation*. Rome, IPGRI, 100 p.
- Duarte, E.F.; Carneiro, I.F.; Silva, N.F.D. & Guimarães, N.N.R. (2010) – Características físicas e germinação de sementes de *Dyckia goehringii* Gross & Rauh (Bromeliaceae) sob diferentes temperaturas. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, vol. 40, n. 4, p. 422-429.
- Duarte, E.F.; Carneiro, M. de F.; Carneiro, I.F. & Rezende, M.H. (2011) – Germinação, morfologia de sementes e do desenvolvimento pós-seminal de *Billbergia portearna* Brongn. ex Beer – Bromeliaceae. *Magistra*, vol. 23, n. 1-2, p. 32-40.
- Hoekstra, F.A.; Golovina, E.A. & Buitink, J. (2001) – Mechanisms of plant desiccation tolerance. *Trends in Plant Science*, vol. 6, n. 9, p. 431-438. [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(01\)02052-0](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(01)02052-0)
- Kermode, A.R. & Finch-Savage, B.E. (2002) – Desiccation sensitivity in orthodox and recalcitrant seeds in relation to development. In: Black, M. & Pritchard, H.M. (Eds.) – *Desiccation and survival in plants: drying without dying*. Wallingford, Oxon, CABI Publishing, p. 149-184.
- Klink, C.A. & Machado, R.B. (2005) – Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology*, vol. 19, n. 3, p. 707-713. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00702.x>
- Machado, R.B.; Ramos-Neto, M.B.; Pereira, P.G.P.; Caldas, E.F.; Gonçalves, D.A.; Santos, N.S.; Tabor, K. & Steininger, M. (2004) – *Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro*. Brasília, Conservação Internacional, Relatório não publicado, 26 p.
- Maguire, J.D. (1962) – Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, vol. 1, n. 2, p. 176-177.
- Mez, C. (1891) – Bromeliaceae. In: Martius, C.F.P.; Eichler, A.G. & Urban, I. (Eds.) – *Enuretatio plantarum de Brasilia hactenus detectarum quas suis aliorum que botanicorum partium ícone illustratas*. Flora Brasiliensis, vol. 3, part 3, col. 198-199.
- Nascimento, W.M.O. do; Novembre, A.D. da L.C. & Cícero, S.M. (2007) – Consequências fisiológicas da dessecação em sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 29, n. 2, p. 38-43.
- R Core Team. (2017) – *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing.
- Silva, J.F.; Fariñas, M.R.; Felfili, J.M. & Klink, C.A. (2006) – Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. *Journal of Biogeography*, vol. 33, n. 3, p. 536-548. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01422.x>
- Soares, G.C.M. (2012) – *Perda da tolerância à dessecação em sementes de tento-carolina (Adenanthera pavonina L.) durante a germinação*. Dissertação de Mestrado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 49 p.
- Tarré, E.; Pires, B.B.M.; Guimarães, A.P.M.; Carneiro, L.A.; Forzza, R.C. & Mansur, E. (2007) – Germinability after desiccation, storage and cryopreservation of seeds from endemic *Encholirium* Mart. ex Schult. & Schult. f. and *Dyckia* Schult. & Schult. f. species (Bromeliaceae). *Acta Botanica Brasilica*, vol. 21, n. 4, p. 777-783. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062007000400003>

- Taylor, A.C. (1997) – Seed storage, germination and quality. *In: Wien, H.C. (Ed.) – The physiological of vegetable crops*. New York, p. 1-36.
- Villela, F.A. (1998) – Water relations in seed biology. *Scientia Agricola*, vol. 55, p. 98-101. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161998000500018>
- Zucchi, M.R. (2016) – *Germinação e potencial ornamental da espécie nativa do Cerrado Bromelia reversacantha Mez*. Tese de Doutorado. Goiânia, Universidade Federal de Goiás. 116 p.