

DA SEMENTE À PLÂNTULA: FASES INICIAIS DE *DIPTERYX ALATA* VOGEL (FABACEAE) DIFEREM NA TOLERÂNCIA AO ALAGAMENTO

Juliana Frank Morais¹
Juliana Bisi de Lima²
Fernando Henrique Barbosa da Silva³
Patrícia Carla de Oliveira⁴

RESUMO: O conhecimento sobre tolerância à inundação por plantas é predominantemente baseado em como esta tolerância se manifesta em indivíduos adultos. No entanto, esta habilidade pode diferir entre estágios ontogenéticos nas plantas, o que inclui sementes, o evento da germinação e as plântulas. Investigamos aqui se há tolerância à inundação e qual a sua duração em sementes, frutos (diásporos) e plântulas de *Dipteryx alata*, com vistas a compreender melhor a biologia e a distribuição desta espécie enquanto fornece informações úteis às atividades de restauração ecológica. Dois períodos de inundação (15 e 30 dias) com seus respectivos controles foram simulados em casa de vegetação, para frutos e plântulas, e em laboratório, para sementes. As sementes não sobreviveram à inundação simulada, enquanto os frutos apresentaram sobrevivência inferior a 11%. As plântulas sobreviveram ao alagamento de 15 dias, não diferindo da sobrevivência observada no controle, ao passo que 30 dias de alagamento lhes impuseram uma mortalidade de 22%. Também se observou um aumento no tempo médio de germinações a partir dos frutos submetidos à maior duração de alagamento, enquanto que o tempo de morte das plântulas submetidas a 30 dias de inundação teve pequena variação, concentrando-se no final do período de monitoramento. Estes resultados ajudam a compreender a distribuição da espécie no Pantanal, concentrada em áreas menos alagáveis, e a recomendar, dependendo do período de plantio e fase do ciclo hidrológico, o uso preferencial de plântulas ao invés de sementes em áreas sujeitas a inundações de pequena intensidade.

Palavras-chave: distribuição, estresse hídrico, germinação, Pantanal, restauração.

FROM SEED TO SEEDLING: EARLY STAGES OF *DIPTERYX ALATA* VOGEL (FABACEAE) DIFFER IN FLOOD TOLERANCE

ABSTRACT: The knowledge on flooding tolerance by plants is far based on how adult individuals manifest such tolerance. However, this ability can differ between ontogenetic stages in plants, which include seeds, the germination event and seedling development. We have investigated flooding tolerance and its duration in seeds, fruits (diaspores) and seedlings of *Dipteryx alata*, in order to better understand both biology and distribution of this species while providing useful information for ecological restoration activities. Two periods of flooding (15 and 30 days), and its control as well, were simulated in the greenhouse, for fruits and seedlings, and in the laboratory for seeds. The seeds did not survive the simulated flood, while the fruits showed less than 11% survival. The seedlings survived the 15-day flood, not differing from the survival observed in the control, whereas 30 days of flooding imposed mortality of 22%. There was also an increase in the average germination time from fruits subjected to the longest duration of flooding, while the time of seedling deaths submitted to 30 days of flooding had little variation, being concentrated at the end of the monitoring period. These results help to understand the distribution of the species in the Pantanal, concentrated in less flooded areas, and to recommend, depending on the planting period and phase of the hydrological cycle, the preferential use of seedlings instead of seeds in areas subject to small floods intensity.

Keywords: tree distribution, water stress, germination, Pantanal, restoration.

¹ Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Mato Grosso, mestranda em Botânica pela Universidade de Brasília - <frank_morais12@hotmail.com>;

² Graduanda em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Mato Grosso - <jullianabisi@gmail.com>;

³ Doutorando em Botânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, docente na rede estadual de ensino de Mato Grosso - <fernandon18@gmail.com>;

⁴ (autora para correspondência) Doutora em Botânica pela Universidade de Brasília, docente na Universidade Federal de Mato Grosso, coordenadora do Laboratório de Sementes Nativas da Universidade Federal de Mato Grosso - <patiranjak@yahoo.com.br>; Av. Fernando Correa da Costa s/n, Instituto de Biociências, cep 78060-900.

INTRODUÇÃO

O estresse hídrico quando estabelecido por saturação de água é considerado como um dos mais sérios estresses ambientais, pois priva as plantas de quantidades ideais de oxigênio e afeta negativamente o seu desenvolvimento e crescimento (Larcher 2000, Oliveira et al. 2015). Para superar tal situação, determinadas plantas apresentam mecanismos de tolerância às condições de alagamento, o que é mais comumente observado em indivíduos adultos, e isso inclui exemplos como: redução do metabolismo em condições adversas (Dalmagro et al. 2016); hipertrofia lenticelar para auxiliar nas trocas gasosas (Parolin & Wittmann 2010); e modificação da morfologia das raízes para melhorar a fixação em ambientes úmidos (Cronk & Fenessi 2001), entre outras adaptações ecomorfofisiológicas (Larcher 2000). No entanto, a tolerância à inundação pode se manifestar anteriormente à fase adulta da planta, compreendendo as plântulas (Melo et al. 2015), as sementes e o crítico evento de germinação (Oliveira et al. 2019).

É na transição semente – plântula que está o primeiro e mais determinante gargalo no ciclo de vida das plantas (Jiménez-Alfaro et al. 2016), contribuindo para o sucesso ou o fracasso da colonização por uma dada espécie e, conseqüentemente, afetando o resultado das práticas de restauração florestal (Brancalion et al. 2015). O evento de germinação precisa estar associado às condições ambientais que permitem a sobrevivência da plântula, consistindo em uma estratégia “tudo ou nada” (Ooi et al. 2009). Se a fase juvenil da planta não for tolerante às condições ambientais impostas, não será composta uma nova geração.

Em termos de variedade de ambientes, talvez o Pantanal seja o bioma brasileiro (sensu IBGE 2019) que fornece a maior amplitude de condições ambientais aos diásporos que ali chegam. Seu regime hidrológico faz, ao longo de um ano, sua superfície alternar entre as condições terrestre e aquática, passando pelas fases de: chegada das águas (enchente); estabelecimento do nível máximo de inundação (cheia); retração das águas da planície para as calhas dos rios (vazante); e retorno à condição terrestre (seca). Nesta última fase, o Pantanal apresenta índices de umidade relativa do ar comparáveis aos de desertos, incluindo-se neste período numerosos incêndios (Cardoso et al. 2003, Soriano et al. 2015). Este cenário permite tomar o Pantanal como um bioma de extremas condições, das quais a inundação figura como o principal filtro ambiental para o estabelecimento de espécies vegetais (Junk et al. 2006).

Embora os elementos arbóreos da paisagem do Pantanal sejam mais frequentes onde há menor intensidade de inundação, ou até sua ausência (Cronk & Fenessi 2001, Nunes da Cunha et al. 2007), os diásporos não respeitam essa zonação. Por força da dispersão podem chegar a ambientes distintos daqueles em que as matrizes se encontram, fornecendo interessante contexto para o estudo da germinação e estabelecimento de plântulas em termos de tolerância a condições extremas.

Dipteryx alata Vogel (Fabaceae) é uma espécie arbórea popularmente conhecida como baru, cumaru ou cumbaru, com distribuição que compreende a Amazônia, o Cerrado e a Caatinga (Flora do Brasil 2019), além do próprio Pantanal (Pott & Pott 1994, Nunes da Cunha et al. 2007) onde ocupa áreas menos sujeitas ao alagamento (Schessl 1999). *Dipteryx alata* é apontada como uma das plantas estratégicas para o futuro, com predominante uso alimentício (Sano et al. 2004), e, por sua contribuição na fixação de nitrogênio no solo, também é tida como importante para a recuperação de áreas degradadas (Sano et al. 2004, Souza et al. 2012). A presença de *D. alata* no Pantanal (Pott & Pott 1994, Schessl 1999) sugere que esta espécie também pode ser utilizada em programas de restauração de áreas sujeitas a algum grau de alagamento, a depender, inicialmente, de se a espécie apresenta sementes, ou diásporos, e plântulas tolerantes à inundação.

A inserção de espécies arbóreas em projetos de restauração depende fundamentalmente da produção de mudas a partir de sementes ou da própria semeadura direta (Brancalion et al. 2015). Sementes também constituem a principal forma de armazenamento e comercialização

de propágulos úteis à restauração florestal. No entanto, quando se trata da capacidade dessa semente resistir a adversidades ambientais, é preciso considerar os anexos à semente que compõem a unidade de dispersão (diásporo).

No caso de *D. alata*, a unidade de dispersão natural constitui-se no próprio fruto, um legume drupoide indeiscente contendo mesocarpo farináceo macio e endocarpo lenhoso, rígido, com uma semente em seu interior (Ferreira et al. 1998, Carvalho 2003). Embora o fruto seja sua unidade de dispersão na natureza, as sementes livres ou as mudas produzidas a partir dessas sementes são as formas de comercialização desta espécie para o propósito de restauração. Portanto, a investigação de tolerância a alguma condição ambiental, nas fases juvenis de *D. alata*, requer testes em sementes, frutos (diásporos) e plântulas para ser melhor compreendida.

Sabe-se que sementes nuas de *D. alata* apresentam algum grau de tolerância à inundação (Oliveira et al. 2019), mas não se sabe ainda a amplitude desta tolerância (duração sob alagamento) ou se ela é mantida ou ampliada quando se considera o diásporo natural (fruto) ao invés do “diásporo comercial” (semente). Tampouco se conhece a capacidade de suas plântulas tolerarem condições de inundação.

Neste contexto investigativo de tolerância à inundação este trabalho pretendeu descobrir se há tolerância e qual a sua duração em sementes, frutos e plântulas de *D. alata*, com vistas a dar suporte às atividades de restauração ecológica. Partiu-se do princípio que a dormência mecânica imposta pelo fruto (Carvalho 2003) pode preservar a germinabilidade de sementes ali contidas quando comparadas às sementes nuas. Isso resultaria em maior formação de plântulas a partir de frutos. Quanto às plântulas, tomando em conta a distribuição geral de espécies arbóreas no Pantanal, mais frequentes nas áreas com menor intensidade de inundação (Nunes da Cunha et al. 2007), a expectativa inicial era de que plântulas de *D. alata* tolerariam apenas períodos curtos sob água.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da espécie

Dipteryx alata apresenta frutos leguminosos do tipo drupa indeiscente, de coloração marrom-clara com comprimento médio de 45,2 mm, largura de 32,1 e espessura de 21,9 mm (Ferreira et al. 1998). O mesocarpo é constituído por uma polpa fibrosa e seca com um endocarpo lenhoso que protege apenas uma semente do tipo amêndoa com formato elipsoide (Ferreira et al. 1998), conferindo-lhe dormência mecânica (Carvalho 2003). A floração da espécie é sincronizada com a estação chuvosa e a frutificação se inicia após dois meses do começo da floração, com pico de frutificação e dispersão no período da seca (Pott & Pott 1994, Oliveira & Sigrist 2008). A longa persistência do diásporo no ambiente e sua dispersão zoocórica permitem, no caso do Pantanal, que essas unidades alcancem tanto ambientes terrestres quanto aquáticos, dadas as particularidades do ciclo hidrológico daquele local.

Coleta de sementes e frutos

As vinte e uma matrizes fornecedoras de sementes e frutos de *D. alata* foram escolhidas de acordo com seu bom estado fitossanitário, porte mínimo (diâmetro a altura do peito ≥ 18 cm) e separadas entre si por uma distância linear mínima de dois quilômetros e meio, estando distribuídas na região do Pantanal Norte e em municípios da Baixada Cuiabana (Fig.1), no estado de Mato Grosso - Brasil. As coletas foram realizadas durante a estação seca (agosto a outubro de 2016 e 2017) quando os frutos já estavam maduros, preferencialmente no chão. Os frutos foram acondicionados em sacos de tecido (algodão) para o transporte até o laboratório,

onde passaram por procedimento para a eliminação de diásporos com sinais de mofo ou predação por animais. De parte desses frutos foram extraídas sementes, as quais também passaram por inspeção para eliminação daquelas danificadas. O material ficou estocado em sacos de papel sob temperatura aproximada de 24°C no laboratório, até o início dos experimentos, que se deu no primeiro trimestre do ano seguinte à coleta (período que corresponde à inundação no Pantanal Norte).

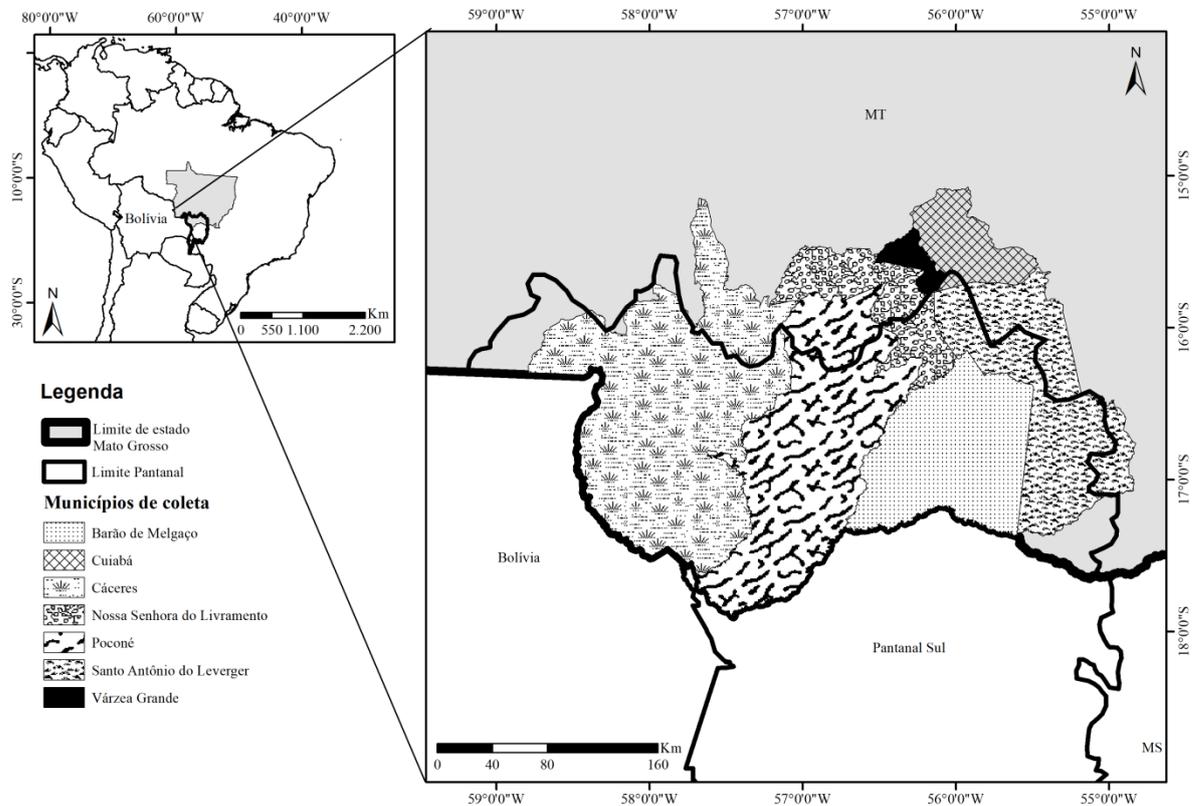


Figura 1: Região de distribuição das matrizes fornecedoras de sementes e diásporos de *Dipteryx alata* Vogel para a investigação de tolerância à inundação.

Experimentos

Dois períodos de inundação (15 e 30 dias) foram simulados em casa de vegetação, para frutos e plântulas, e em laboratório para sementes. Estes períodos compreendem parte importante do espectro de duração da inundação para as áreas do Pantanal com predomínio de vegetação lenhosa de Cerrado (Schessl 1999, Nunes da Cunha et al. 2007).

Para cada período foi montado um dispositivo experimental com 50 sementes (dez réplicas com cinco sementes cada), 75 frutos (cinco réplicas com quinze frutos cada) e 50 plântulas (2 réplicas, sendo uma com 13 e outra com 37 plântulas). Sementes, frutos (ou diásporos) e plântulas são aqui referidos como unidades biológicas, lembrando que o fruto é o diásporo natural da espécie. Os diferentes desenhos experimentais se atribuem ao fato de que estes experimentos foram conduzidos em períodos diferentes (2016 para sementes; 2017 e 2018 para frutos e plântulas) nos quais variou a disponibilidade de unidades biológicas e utensílios de laboratório. No entanto, as comparações foram feitas por análise estatística na qual a uniformidade nos desenhos amostrais não fosse pré-requisito para sua realização – adiante descrito em detalhe.

Sementes e frutos foram acondicionados em recipientes plásticos contendo água livre de cloro, formando uma coluna de no mínimo 15 cm de altura. As plântulas, que tinham altura

média da parte aérea de 40 cm, foram acondicionadas em caixas d'água (de 1000L), onde foi possível estabelecer coluna de água suficiente para cobrir aproximadamente 30 cm da parte aérea destas plântulas.

Os testes foram acompanhados de controles, nos quais não houve inundação. Nestes, o material foi mantido úmido o suficiente para não haver perdas por desidratação, permitindo assim a verificação da capacidade de germinar, para sementes e frutos, ou de se manter, no caso de plântulas. Os experimentos foram monitorados diariamente e sementes e frutos foram considerados como germinados quando houve protrusão e curvatura geotrópica positiva da radícula (Labouriau 1983). Para sementes e frutos não germinados ao final do período de observação, programou-se a realização de teste de tetrazólio para verificação de viabilidade do material, embora tal teste não tenha sido exequível conforme se relata nos resultados.

Análise de dados

Cada indivíduo foi tratado como unidade amostral e os resultados registrados de modo binomial, representando com “1” os eventos de germinação (para sementes e frutos) e a continuidade de plântulas vivas ao final dos períodos de teste (15 e 30 dias de inundação). Captou-se desta forma a proporção (convertível a porcentagem) de sobreviventes por unidade biológica após simulações de inundação e nos controles.

Com o monitoramento diário foi possível registrar o dia de cada evento de germinação ou morte de plântulas, permitindo o cálculo do tempo médio de germinação (TMG) ou morte (TMM) dentro dos períodos de teste. Este cálculo se dá por média aritmética simples entre os tempos registrados para aqueles eventos. O TMG dos controles de sementes e frutos é apresentado apenas para 15 dias de monitoramento.

A sobrevivência ao final do período de teste foi calculada como a proporção do número de indivíduos germinados (para frutos e sementes) e do número de vivos (para plântulas) em relação ao total. Os desvios-padrão (dp) foram obtidos pelo cálculo previsto para dados com distribuição binomial, onde p é a proporção de sobreviventes e n é o total de indivíduos testados (50 para sementes e plântulas e 75 para frutos):

$$dp = \sqrt{(p * (1 - p))/n}$$

A comparação de desempenho entre os testes para cada unidade biológica e entre as unidades biológicas foi feita por “modelos lineares generalizados” com distribuição binomial. Com o uso desta análise foi possível verificar se a variável resposta “número de sobreviventes” é afetada pelo preditor “teste” cujo código incorporava a unidade biológica (semente, fruto ou plântula), a condição ambiental (inundado ou não) e o tempo de exposição à condição (15 ou 30 dias). O modelo foi executado com “Bootstrapping” (mil reamostragens), função de ligação Logit e comparações múltiplas por diferença mínima significativa (Material Suplementar 1).

As análises, cálculos e gráfico foram realizados no software SPSS Statistics 21 e o gráfico foi retrabalhado no software Inkscape 0.92.3.

RESULTADOS

Sementes

As sementes de *D. alata* não sobrevivem à inundação nem por 15, tampouco por 30 dias (Tab. 1; Fig. 2). Embora parte das sementes exponha a radícula com curvatura para baixo, evento que em média acontece com $6,43 \pm 0,85$ dias, ao final dos 15 ou 30 dias não foram

observados sobreviventes e todas as sementes apresentaram sinais de decomposição, como amolecimento dos tecidos, formação de bolhas em seu entorno e mau cheiro, dispensando o teste de tetrazólio para verificação de viabilidade. Em contrapartida, no controle (simulação de condição terrestre) as unidades mostraram germinabilidade de 82% com tempo médio de germinação de 5,46 dias (Tab. 2), não havendo perdas no material germinado durante os 30 dias de monitoramento. Ao contrário, os indivíduos mantiveram o desenvolvimento para a formação de plântulas, com emissão de raízes secundárias e nós foliares durante todo o período de observação. Este desenvolvimento requereu transferência de material das placas de Petri para bandejas e gerboxes, a fim de permitir o cumprimento do monitoramento.

As sementes foram sensíveis à inundação, havendo diferença significativa entre suas performances de germinação da condição controle para a inundada ($p < 0,001$) por 15 ou 30 dias. As comparações com demais unidades biológicas estão no gráfico abaixo (Fig. 2) e os valores de significância no Material Suplementar 1.

TABELA 1. Proporção média de sobreviventes e desvios-padrão de unidades biológicas (semente, fruto e plântula) de *Dipteryx alata* Vogel (Fabaceae) submetidas a condições aquática (inundação por 15 e 30 dias) e terrestre (controle).

Condição		Semente	Fruto	Plântula
Aquática	15 dias	0	$0,11 \pm 0,04$	$0,98 \pm 0,02$
	30 dias	0	$0,08 \pm 0,03$	$0,78 \pm 0,06$
Terrestre (controle)	15 dias	$0,82 \pm 0,05$	$0,20 \pm 0,05$	1
	30 dias	$0,82 \pm 0,05$	$0,13 \pm 0,04$	1

TABELA 2. Tempo médio (dias) de germinação (para sementes e frutos) e tempo médio (dias) de morte para plântulas de *Dipteryx alata* Vogel (Fabaceae) submetidas a condições aquática (inundação por 15 e 30 dias) e terrestre (controle).

Condição		Semente	Fruto	Plântula
Aquática	15 dias	0	$43,38 \pm 10,06$	5*
	30 dias	0	$81,33 \pm 17,88$	$29,82 \pm 3,31$
Terrestre (controle)	15 dias	$5,46 \pm 1,31$	$44,93 \pm 8,61$	0

* refere-se a uma única morte, portanto sem desvio padrão.

Frutos

Os frutos, diásporos naturais de *D. alata*, apresentaram baixa sobrevivência sob inundação não diferindo significativamente entre 15 e 30 dias de alagamento ($p = 0,569$), períodos em que foram observadas as sobrevivências de 11% e 8%, respectivamente (Tab. 1; Fig. 2). O número de sobreviventes a partir de frutos inundados não difere daquele obtido em sementes inundadas, ou seja, zero. No entanto a quantidade de sobreviventes observados nos frutos do controle, no prazo de quinze dias, foi significativamente maior que os sob inundação (Fig. 2). No Material Suplementar 1 estão disponíveis as comparações estatísticas.

Importante destacar que as germinações a partir de frutos não aconteceram durante o alagamento simulado, o que ampliou ainda mais o tempo necessário às poucas germinações observadas a partir desta unidade biológica (Tab. 2). Em não sendo possível investigar a viabilidade do material não germinado por teste de tetrazólio, uma vez que o processo de

abertura do fruto pós-experimento se mostrou danoso à semente, decidiu-se ampliar o período de monitoramento por mais quinze e trinta dias, repetindo o mesmo prazo em que os diásporos estiveram sob água. Para tanto, as unidades foram mantidas úmidas, tal como no controle – acompanhado por mais 30 dias. Este prolongamento do monitoramento mostrou 20% e 13% de sobrevivência após 15 e 30 dias, respectivamente (Tab. 1).

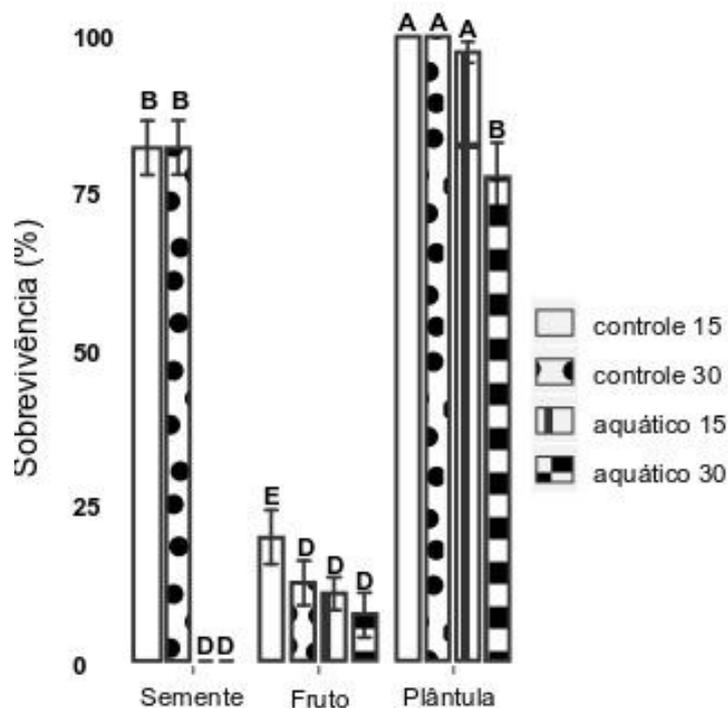


FIGURA 2. Sobrevivência média de sementes, frutos e plântulas de *Dipteryx alata* Vogel a condições aquática (aquático, por 15 e 30 dias) e terrestre (controle, por igual período).

Plântulas

Houve 98% de sobrevivência das plântulas submetidas a quinze dias de alagamento, o que é resultado de uma única morte registrada no quinto dia de observação (Tabs. 1 e 2; Fig. 2), e 78% para plântulas sob 30 dias de alagamento.

O desempenho das plântulas no controle (condição terrestre) não diferiu significativamente das plântulas alagadas por quinze dias ($p=0,728$), mas a diferença foi significativa para o conjunto submetido a trinta dias de alagamento ($p < 0,001$) (Fig.2). As perdas ali observadas foram concentradas no final do experimento, sendo o tempo médio das mortes de 29,82 dias (Tab.2). Tal desempenho teve o menor coeficiente de variação (desvio-padrão: média) comparado aos demais tempos ($3,31: 29,82 = 0,11$).

DISCUSSÃO

O regime de inundação define a distribuição de espécies no Pantanal (Junk et al. 2006), constituindo-se importante gargalo para estágios juvenis de espécies arbóreas (Parolin & Wittmann 2010, Melo et al. 2015). Segundo Nunes da Cunha et al. (2007) a espécie *D. alata* é distribuída no Pantanal em regiões menos sujeitas à inundação, preferencialmente em diques onde a inundação chega apenas em anos excepcionalmente úmidos. Tal distribuição é endossada pelo que foi registrado neste estudo quanto à quantidade de sobreviventes deixadas

pelos diásporos. Embora possam atingir virtualmente áreas em todo o espectro de inundação do Pantanal, a sobrevivência de seus diásporos sob alagamento não difere de zero - como observado para as sementes. Não foi confirmada, portanto, a hipótese de que a dormência mecânica imposta pelas estruturas do fruto à semente pudesse conferir alguma vantagem na sobrevivência em condições de alagamento nos períodos testados. Reforçando ainda essa sensibilidade, está o fato de haver encerrada no fruto uma semente completamente sensível à inundação.

Plântulas constituem o estágio chave para explicar a presença desta espécie em áreas úmidas com baixa intensidade de inundação. Neste trabalho, estas unidades biológicas mostraram-se completamente tolerantes à inundação por quinze dias, não diferindo significativamente do controle. No entanto, houve perdas significativas com a ampliação do estresse para trinta dias. Ainda assim, houve mais sobreviventes entre as plântulas submetidas a trinta dias de alagamento do que aqueles deixados pelos diásporos. A ocorrência de *D. alata* em áreas sazonalmente inundáveis (Nunes da Cunha et al. 2007, Santos et al. 2009), mesmo que em locais de menor intensidade de inundação, parece depender da tolerância de suas plântulas a este fator. As plântulas que teriam sido formadas após as primeiras chuvas são garantidoras da nova geração quando se inicia a enchente no ciclo hidrológico de áreas úmidas. Em contrapartida, falham os diásporos ainda não germinados.

Ainda está em aberto a determinação exata do limiar, em termos de duração do alagamento, a partir do qual não há mais sobreviventes de *D. alata* por plântulas. Nossa sugestão é que tal limite esteja muito próximo dos trinta dias, isto em função da sincronização das mortes, que foram concentradas no final do experimento. Tal fato é reforçado pelo coeficiente de variação para o tempo de mortes. Também é preciso investigar o desempenho destas unidades biológicas durante a reexposição à condição terrestre, quando então espécies reativas de oxigênio e outros produtos tóxicos gerados em condição de anóxia podem eliminar diversos organismos (Blokhina et al. 2003).

As informações obtidas neste trabalho têm aplicação direta nas práticas de restauração ecológica. Em sendo as sementes a principal fonte de propágulos à restauração, e a semeadura direta uma das técnicas amplamente empregada (Campos Filho & Correa s/a; ISA 2018), é importante considerar a perda de sementes ou diásporos de *D. alata* sob o estresse causado pelo alagamento, evitando tal técnica em áreas que inundam logo após o lançamento de sementes no solo.

AGRADECIMENTOS

Aos amigos Nicolas Bosco da Silva e José Emanuel Oliveira Rodrigues pelo apoio na manutenção da casa vegetação; aos docentes Alberto Lopez Teixido, Jerry Magno Ferreira Penha e Temilze Gomes Duarte pela apreciação da monografia que deu origem a uma parte deste trabalho; à Estela Gonçalves por atender tão prontamente a solicitação de confecção da figura 1; e à Universidade Federal de Mato Grosso, através do Instituto de Biociências, pelo provimento da estrutura necessária à realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLOKHINA, O.; VIROLAINEN, E.; FAGERSTEDT, K. V. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. *Annals of Botany*, v. 91 p. 179–194, 2003. Disponível em:

<<https://www.jstor.org/stable/42801210?seq=1>>Acessado em: jul/2020.

BRANCALION P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Restauração florestal. São Paulo: Oficina de Textos, 431p, 2015.

CAMPOS FILHO, E. M.; CORREA, P. Guia da Muvuca. Programa Xingu do Instituto Socioambiental (ISA), s/a. Disponível em:

<<https://us14.campaign-archive.com/?u=2e9f3527128e6ed6d086fc5b4&id=64400ed51b>>.

Acessado em: out/2020.

CARDOSO, E. L.; CRISPIM, S. M. A.; RODRIGUES, C. A. G.; BARIONI JÚNIOR, W. Efeitos da queima na dinâmica da biomassa aérea de um campo nativo no Pantanal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38 (6): 747-752, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/pab/v38n6/18224.pdf>>

Acessado em: jul/2020.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. Circular Técnica 83: Barú. Colombo-PR, Embrapa Florestal, 2003. Disponível em:

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/312990/1/CT0083.pdf>>

Acessado em: out/2020.

CRONK, J. K.; FENNESSY, M. S. *Wetland Plants: biology and ecology*. Lewis Publishers, Boca Raton, 462 p, 2001.

DALMAGRO, H. J.; LATHUILLIÈRE, M. J.; VOURLITIS, G. L.; CAMPOS, R. C.; PINTO JUNIOR, O. B.; JOHNSON, M. S.; ORTIZ, C. E. R.; LOBO, F. A.; COUTO, E. G. Physiological responses to extreme hydrological events in the Pantanal wetland: heterogeneity of a plant community containing super-dominant species. *Journal of Vegetation Science*, 2016. Doi: 10.1111/jvs.12379.

FERREIRA, R. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. D. M. Caracterização morfológica de fruto, semente, plântula e muda de *Dipteryx alata* Vogel-barú (Leguminosae Papilionoideae). *Cerne*, 4(1), 73-87, 1998. Disponível em:

<<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/18295>>. Acessado em: jul/2020.

FLORA DO BRASIL 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acessado em: 17 dez. 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Biomás e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil – Plataforma Geográfica Interativa*, 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/biomás/>>. Acessado em: 25 ago. 2020.

ISA - Instituto Socioambiental. Muvuca que vira floresta. 2018. Disponível em: <<https://www.socioambiental.org/pt-br/blog/blog-do-xingu/muvuca-que-vira-floresta>>. Acessado em: out/2020.

JIMÉNEZ-ALFARO, B.; SILVEIRA, F. A. O.; FIDELIS, A.; POSCHLOD, P.; COMMANDER, L. E. Seed germination traits can contribute better to plant community ecology. *Journal of Vegetation Science*, 2016. Doi:10.1111/jvs.12375.

JUNK, W.J., *et alli*. Biodiversity and its conservation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Aquat. Sci.* (68): 278–309, 2006. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00027-006-0851-4>> Acessado em: out/2019.

LABOURIAU, L. G. A germinação das sementes. Washington: Secretaria Geral da OEA. 174p, 1983.

LARCHER, Walter. *Ecofisiologia vegetal*. 2ª edição. São Carlos, Rima, p. 531, 2000.

MELO, R. B.; FRANCO, A. C.; SILVA, C. O.; PIEDADE, M. T. F.; FERREIRA, C. S. Seed germination and seedling development in response to submergence in tree species of the Central Amazonian floodplains. *AoB Plants*, 7, 2015. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/23820/1/ARTIGO_SeedGerminationSeedling.pdf Acessado em: out/2019.

NUNES DA CUNHA, C.; JUNK, W. J.; LEITÃO-FILHO, H. F. Woody vegetation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil: a preliminary typology. *Amazoniana*, 19(3/4), 159-184, 2007. Disponível em: < <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/72918>>. Acessado em: jul/2020.

OLIVEIRA, M. I. B.; SIGRIST, M. R. Fenologia reprodutiva, polinização e reprodução de *Dipteryx alata* Vogel (Leguminosae-Papilionoideae) em Mato Grosso do Sul, Brasil. 2008. Disponível em:

<<https://doi-org.ez52.periodicos.capes.gov.br/10.1111/aec.12811>> Acessado em: out. 2020.

OLIVEIRA, A. S. D.; FERREIRA, C. S.; GRACIANO-RIBEIRO, D.; FRANCO, A. C. Anatomical and morphological modifications in response to flooding by six Cerrado tree species. *Acta Botanica Brasilica*, 29(4), 478-488, 2015. Disponível em: < https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062015000400478> Acessado em: jul/2020.

OLIVEIRA, P. C.; PAROLIN, P.; BORGUETTI, F. Can germination explain the distribution of tree species in a savanna wetland? *Austral Ecology*, v.44(8), p. 1373-1383, 2019. Disponível em:

< <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/aec.12811>> Acessado em: jul/2020.

OOI, M. K. J.; AULD, T. D.; DENHAM, A. J. Climate change and bet-hedging: interactions between increased soil temperatures and seed bank. *Global Change Biology*, v. 15, p. 2375–2386, 2009. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.01887.x>> Acessado em: out. 2020.

PAROLIN, P.; WITTMANN, F. Struggle in the flood: tree responses to flooding stress in four tropical floodplain systems. *AoB Plants*. 2010.

POTT, A.; POTT, V. J. Plantas do Pantanal. Brasília: Embrapa. 320p, 1994. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/216417/1/PLANTAS-DO-PANTANAL-1994.pdf>>. Acessado em: out. 2020.

SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. Baru: biologia e uso. Documentos/Embrapa Cerrados. Planaltina – DF. 57p, 2004.

SANTOS, S. A.; RODELA, L. G.; TOMAS, W. M.; CUNHA, C. N. D. A.; RAVAGLIA, A.; PELLEGRIN, L. A. Mapeamento das unidades de paisagens, fitofisionomias e forrageiras chaves da sub-região de Poconé, Pantanal, MT. Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2, 2009.

SCHESSEL, M. Floristic Composition and Structure of Floodplain Vegetation in the Northern Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Phyton*, 39(2), 303–336, 1999.

SORIANO, B. M. A.; DANIEL, O.; SANTOS, A. S. Efficiency of fire risk indices for Pantanal sul-mato-grossense. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 25, n. 4, p. 809-816, out.- dez. 2015. Disponível em: < https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-50982015000400809> Acessado em: out/2020.

SOUZA, L. H. M. D.; QUINTÃO, S. D. P. S.; HEINZ, R. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. *Ciência Florestal*, 22(3), 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1980-50982012000300423&lng=en&tlng=pt. Acessado em: jul/2020.