

Tamanho de mudas de G. ulmifolia e a sobrevivência a alagamento

**O TAMANHO DAS MUDAS DE *Guazuma ulmifolia* LAM.
(MALVACEAE) É DECISIVO NA SUA SOBREVIVÊNCIA À
INUNDAÇÃO**

Mariele Elza Leite das Neves¹, Renata Rodrigues Paraguassu² & Patrícia Carla de Oliveira^{3}*

¹ Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica e Ecologia, Laboratório de Sementes Nativas, Av. Fernando Correa da Costa, Bairro Boa Esperança, CEP 78060-900, Cuiabá, MT, Brazil.

² Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica e Ecologia, Laboratório de Sementes Nativas, Av. Fernando Correa da Costa, Bairro Boa Esperança, CEP 78060-900, Cuiabá, MT, Brazil.

³ Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica e Ecologia, Av. Fernando Correa da Costa, Bairro Boa Esperança, CEP 78060-900, Cuiabá, MT, Brazil.

E-mails:marieleelza19@gmail.com, renataparaguassu2@gmail.com, patricia.oliveira@ufmt.br (*autor correspondente).

Resumo: Este estudo avaliou o efeito do tamanho das mudas de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae) na sua sobrevivência ao alagamento e o crescimento das partes aéreas nos indivíduos alagados em comparação aos não alagados. *Guazuma ulmifolia* é uma espécie arbórea, importante para a fauna polinizadora e dispersora, com ocorrência natural no Pantanal em diferentes posições do gradiente de alagamento, além de ser estratégica para ações de restauração ecológica. Para o estudo foram coletadas sementes na região metropolitana de Cuiabá, Mato Grosso, Brasil, e germinadas para a produção de mudas de duas classes de tamanho: pequenas (P, parte aérea de $1,83 \pm 0,79$ cm) e grandes (G, parte aérea de $8,40 \pm 2,23$ cm). As duas classes de tamanho foram direcionadas a três condições experimentais: 30 dias em alagamento, 60 dias em alagamento e controle (substrato úmido, mas não alagado). Foram avaliados a mortalidade, o tempo médio de mortalidade e o crescimento da parte aérea. Não houve mortalidade para as mudas G,

independente do período de alagamento, tampouco para as mudas do controle. Já as mudas P alagadas por 30 e 60 dias tiveram, respectivamente, mortalidade de 67% e 100%, com os tempos médios de mortalidade sem diferenças entre os tratamentos ($p = 0,30$). As mudas G alagadas por 30 dias cresceram 92% mais que o seu controle, enquanto as alagadas por 60 dias cresceram 63% mais que o seu controle. Portanto, o tamanho da muda foi um importante fator de tolerância ao alagamento para *G. ulmifolia* e reforça que o tamanho do indivíduo jovem deve ser considerado na compreensão da resposta de uma espécie arbórea ao estresse por alagamento.

Palavras-chave: crescimento, chico-magro ou mutamba, ecofisiologia, Pantanal, tolerância a alagamento.

THE SIZE OF THE SEEDLINGS IN *Guazuma ulmifolia* LAM. (MALVACEAE) IS

DECISIVE FOR THEIR SURVIVAL DURING FLOODING: We investigate the effect of seedling size of *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae) on survival during flooding and the growth of its aerial parts in flooded and non-flooded individuals. For this purpose, we collected seeds in the metropolitan region of Cuiabá, Mato Grosso, Brazil, and germinated them to produce seedlings of two size classes: small [S (named “P” in portuguese), with an average aerial part size of 1.83 ± 0.79 cm] and large [L (named “G” in portuguese) with an average aerial part size of 8.40 ± 2.23 cm]. We subjected these two size classes to three experimental conditions: 30 days of flooding, 60 days of flooding, as well as control group (wet substrate, but not flooded). We evaluated mortality, average time of mortality, and shoot growth. No mortality was observed among the L seedlings, regardless of the flooded period, or among the control seedlings. However, the S seedlings flooded for 30 days exhibited a mortality rate of 67%, while the S seedlings flooded for 60 days showed 100% mortality, with no significant difference in mean mortality time between treatments ($p = 0.30$). The L seedlings subjected to flooding for 30 days grew 92% more than our respective control group, with a significant difference ($p < 0.001$), while the L seedlings subjected to flooding for 60 days showed a significant growth ($p < 0.05$), with a 63% increase compared to control group. Therefore, seedling size proved to be an important factor for flood

tolerance in *G. ulmifolia*, emphasizing the need to consider individual size to understand the response of tree species to flooding stress.

Keywords: growth, chico-magro or mutamba, ecophysiology, Pantanal, flooding tolerance.

INTRODUÇÃO

Os estudos da vegetação das áreas alagáveis do Pantanal revelam que há espécies de plantas exclusivas da fase úmida, outras exclusivas de fase terrestre e algumas permanecem constantes na paisagem, independentemente da fase do ciclo hidrológico (Schessl 1999, Rebellato & Nunes da Cunha 2005, Nunes da Cunha, *et al.* 2007, Pott & Pott 2021). Neste último grupo, o exemplo mais notável é o das árvores, organismos vegetais detentores de ciclo de vida longo, o que as torna capazes de presenciar e registrar variações ambientais anuais e plurianuais (vide trabalhos em dendroecologia, como os de Schongart 2012 e Fortes *et al.* 2018). Fato é que muitas espécies de árvores encontradas em áreas alagáveis do Pantanal também ocorrem em áreas não alagadas, embora sua densidade possa variar substancialmente entre os dois ambientes (Nunes da Cunha *et al.* 2007, Pott & Silva 2016, Souza *et al.* 2021). Importante frisar que nem todas as espécies encontradas em áreas não alagáveis podem ocupar ambientes alagados, o que mostra a capacidade de apenas algumas espécies arbóreas tolerarem a inundação. Incluem-se aqui o Cambará (*Vochysia divergens* Pohl) e o Paratudo (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore), espécies capazes de formar paisagens monodominantes (Nunes da Cunha *et al.* 2007), e também a Mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.).

A submersão, total ou parcial, impõe uma condição adversa às plantas (Larcher 2000), pois a difusão dos gases na água é dez mil vezes mais lenta do que no ar (Taiz & Zeiger 2013). Em consequência, tanto o acesso da planta ao gás carbônico para a fotossíntese, quanto ao oxigênio para a oxidação dos carboidratos é dificultado durante a submersão (Voesenek *et al.* 2006). A privação de oxigênio (anoxia, se completa, hipoxia, se parcial) leva à paralisação ou redução da

principal via de obtenção de energia das plantas, isto é, a respiração aeróbia (Larcher 2000). Mesmo para aquelas plantas que usam a fermentação como recurso alternativo para a obtenção de energia metabólica na falta de oxigênio (Gibbs & Greenway 2003), o impacto na produção de ATPs (adenosinas trifosfato) via fermentação é de aproximadamente -95% em comparação à respiração aeróbia (Taiz & Zeiger 2013). Assim, em termos gerais, ter pelo menos uma parte de si exposta ao ar atmosférico já garante ao organismo mais trocas gasosas e, conseqüentemente, um melhor suprimento de energia em relação aos que estão submersos, o que seria decisivo para a sobrevivência das fases juvenis das plantas. Por esta lógica, os indivíduos maiores de uma dada espécie teriam maior chance de sobrevivência em comparação aos menores, sob condição de alagamento.

As plantas diferem em sua habilidade de lidar com a submersão (Blom 1999). Focando apenas nas características que permitem mais acesso ao oxigênio, há espécies que formam tecido especializado em ventilação (aerênquimas) (Larcher 2000), outras que hipertrofiam lenticelas nas partes não submersas (Pimenta *et al.* 1998), permitindo mais trocas gasosas da planta com o meio, e outras que investem em rápido crescimento da parte aérea para alcançar ou permanecer em contato com a atmosfera (Voesenek *et al.* 2006). Rápido crescimento sob condições de alagamento garante a estas últimas um melhor suprimento de gás carbônico e oxigênio que, em última instância, representa mais energia. Se forem detentores desta estratégia, os indivíduos de uma dada espécie teriam maior crescimento na condição alagada do que na condição não alagada.

O objetivo deste estudo foi testar o efeito do alagamento sobre plantas jovens (mudas) de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae), avaliando tanto a sobrevivência de indivíduos de duas classes de tamanho quanto o crescimento da parte aérea entre indivíduos alagados e não alagados. A referida espécie foi escolhida por ser muito frequente no Pantanal (Pott & Pott 1994), constituir importante recurso para a fauna polinizadora e dispersora (Carvalho 2007), colonizar áreas íntegras e antropizadas, sendo importante em ações de restauração (Magalhães 2017), além de ocupar diferentes posições no gradiente de inundação do Pantanal, de áreas secas a moderadamente alagáveis (Oliveira *et al.* 2019).

MATERIAIS E MÉTODOS

Produção de mudas

As mudas foram produzidas a partir de sementes advindas de seis matrizes, distantes entre si por pelo menos um quilômetro linear, situadas na região metropolitana de Cuiabá, estado de Mato Grosso, Brasil. Nos meses de outubro e novembro de 2021, os frutos foram coletados sob as matrizes e apresentavam sinais característicos de maturação, como coloração escura e início de abertura das fendas (Figura 1a).

A completa abertura dos frutos foi realizada em laboratório com o uso de ferramentas (martelo e alicate) para a liberação das sementes (Figura 1b). Estas foram então selecionadas, eliminando-se as com tamanho e coloração anormais, ou as com danos mecânicos ou fúngicos. Para a superação de dormência (Figura 1c), as sementes foram colocadas em água quente (~80°C) por dois minutos (método adaptado a partir de Costa-Filho *et al.* 2011) e em seguida distribuídas nos recipientes com substrato.

O substrato foi preparado com duas partes de terra preta para uma de areia, homogeneizado e distribuído em copos descartáveis (180 ml de substrato em copos de 200 ml), perfurados no fundo e forrados com papel, para evitar a perda de conteúdo (Figura 1d). Em cada um dos 100 copos (recipientes) foram depositados superficialmente quatro sementes de *G. ulmifolia*. Ao longo de 45 dias o substrato foi mantido úmido para permitir a germinação das sementes e o crescimento das mudas. Nos recipientes onde houve mais que uma germinação, as mudas menos vigorosas foram eliminadas. Depois de 10 dias, este processo foi repetido visando a produção de mudas com diferentes tamanhos (Figura 1e-f) ao final dos 45 dias, desde o início da produção. Terminado o período inicial de germinação e crescimento, com a distância entre o colo e o meristema apical mais alto (doravante “comprimento da parte aérea”) de 200 mudas variando de 1,0 a 12,0 cm, foi então estabelecido o teste de sobrevivência a alagamento.

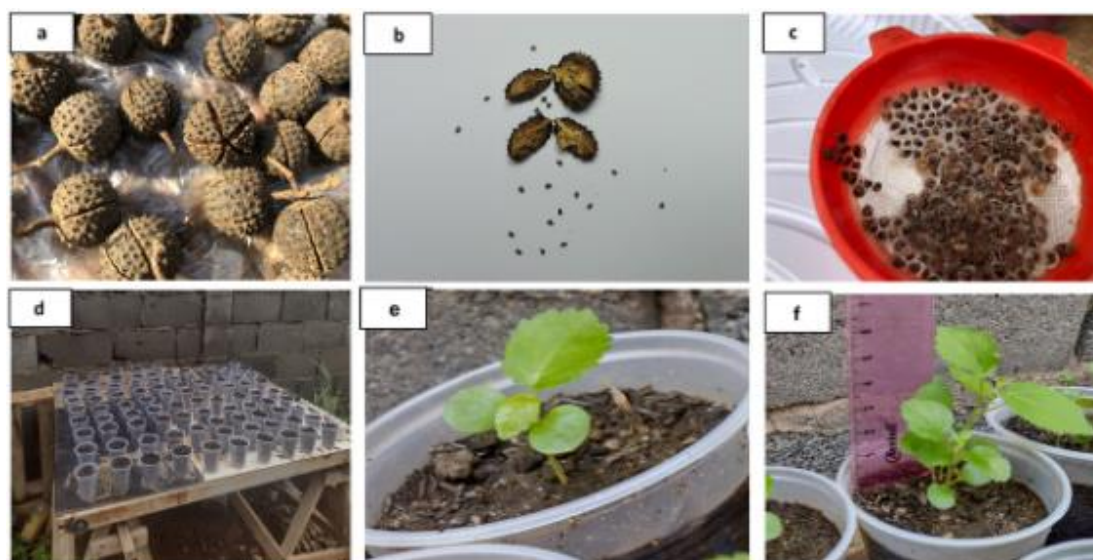


Figura 1. Produção de mudas de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae) para experimentação em condição de alagamento: a) frutos coletados, demonstrando sinais de maturação, b) fruto aberto em laboratório, para liberação das sementes, c) sementes após imersão em água quente, para superação de dormência, d) recipientes com substrato para produção das mudas, e) muda menor (P), f) muda maior (G).

Figure 1. Production of *Guazuma ulmifolia* Lam (Malvaceae) seedlings for experimentation under flooded conditions: a) collection of ripe fruits showing signs of maturation; b) fruit opened in the laboratory to release the seeds; c) seeds after immersion in hot water to overcome dormancy; d) containers with substrate for seedling production; e) small-sized seedling (P); f) large-sized seedling (G).

Teste de sobrevivência a alagamento

Entre as 200 mudas produzidas na etapa anterior, foram selecionadas 90 unidades divididas em duas categorias de tamanho: G (mudas maiores, com comprimento médio da parte aérea de $8,40 \pm 2,23$ cm) e P (mudas menores, com comprimento médio da parte aérea de $1,83 \pm 0,79$ cm). Os copos com as mudas foram etiquetados de acordo com as classes propostas. Em seguida, uma muda G e uma P foram colocadas em um mesmo vasilhame (unidade amostral) para a simulação de alagamento (Figura 2). A água neste vasilhame era suficiente para cobrir o substrato, submergindo a maior parte das mudas P mas não as mudas G (Figura 2). Havia 15 unidades amostrais (vasilhames), cada uma contendo uma muda P e uma G, para alagamento por 30 dias e outras 15 unidades amostrais para alagamento por 60 dias. O controle foi estabelecido com 15 mudas P e 15 mudas G mantidas fora da condição de alagamento, mas com manutenção de umidade para permitir sua sobrevivência e crescimento.

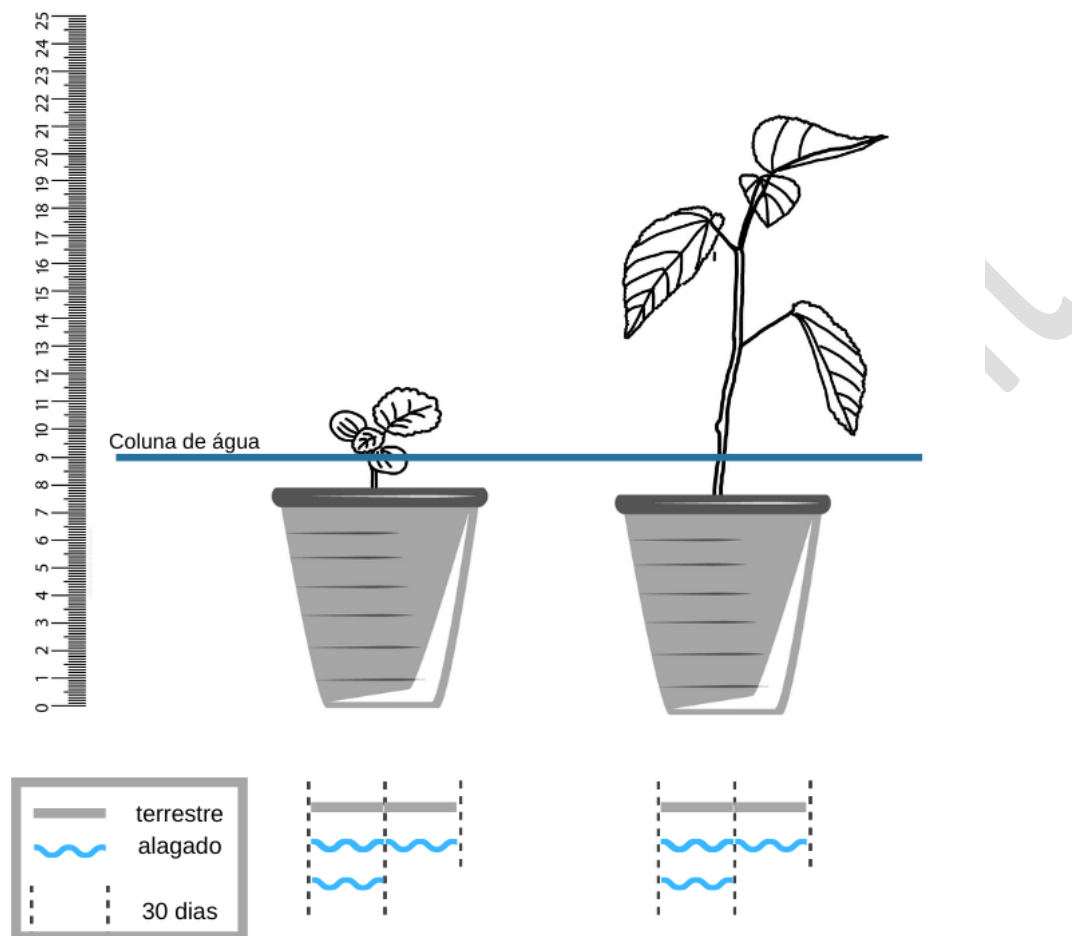


Figura 2. Mudanças de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae) de tamanhos diferentes submetidas ao teste de sobrevivência em alagamento com coluna de água de 9 cm. À esquerda, ilustração das mudas menores (P) com comprimento médio da parte aérea de $1,83 \pm 0,79$ cm. À direita, representação das mudas maiores (G) com comprimento médio da parte aérea de $8,40 \pm 2,23$ cm.

Figure 2. Seedlings of *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae) of varying sizes subjected to the survival test in flooding with a water column of 9 cm. On the left, an illustration of smaller seedlings (P) with an average shoot length of 1.83 ± 0.79 cm. On the right, a representation of the larger seedlings (G) with an average shoot length of 8.40 ± 2.23 cm.

A altura da coluna de água foi mantida constante, havendo reposição de água quando necessário. As larvas de mosquito que se desenvolveram no dispositivo experimental foram controladas com solução de hipoclorito de sódio a 5%. A sobrevivência foi monitorada diariamente, sendo que para cada ocorrência de morte foi associado o tempo correspondente (em dias). Após o término do período de alagamento, as mudas foram removidas daquela condição e

aguardou-se por um período de 15 dias. A sobrevivência foi verificada após re-exposição às condições aeróbias correspondentes ao ambiente natural, marcando o retorno à fase terrestre depois da inundação. Subsequentemente houve a medição do comprimento da parte aérea de todas as mudas.

Avaliação de crescimento sob alagamento

Para cada indivíduo sobrevivente, assim como os do controle, foi obtida a diferença entre o seu comprimento da parte aérea final e o inicial, representando o quanto houve de acréscimo na parte aérea de cada indivíduo no período observado e para cada condição (alagada ou controle). Este conjunto de diferenças foi usado na comparação estatística entre crescimentos observados em cada uma das condições.

Análise de dados

A variável-resposta mortalidade foi registrada de modo binomial (0 para planta viva e 1 para planta morta), gerando uma proporção de sua ocorrência em cada tratamento e no controle. As comparações foram feitas por teste binomial de duas proporções, adotando-se o valor da probabilidade unilateral e o nível de significância de 0,05, usando-se o software BioEstat 5.3. Considerando a natureza binomial da variável em questão, a proporção observada foi considerada como sua média e o desvio padrão (dp) obtido através da fórmula:

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

Em que: m é a proporção do evento observado (mortalidade) e n é o total de indivíduos (mudas) por tratamento ($n = 15$).

O tempo de cada mortalidade foi registrado em dias e as comparações entre tratamentos realizados por teste-t para amostras independentes, tendo sido atendidas as premissas de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Assim, a média aritmética simples (tempo médio de

mortalidade) e respectivo desvio padrão foram calculados. Neste caso, o desvio foi obtido pela fórmula:

$$dp = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \underline{x})^2 / n}$$

Onde: x_i é o tempo de mortalidade de cada indivíduo, \underline{x} é o tempo médio das mortalidades e n é o número de indivíduos que constituíram a amostra naquele tratamento.

As diferenças do ganho em altura entre os tratamentos foram avaliadas pelo teste de Mann-Whitney, em decorrência da natureza não paramétrica dos dados, verificada pelo teste de normalidade da distribuição dos dados, o teste de Shapiro-Wilk. Adotou-se o nível de significância de 0,05. As análises estatísticas foram realizadas no programa R Core Team (2022), com o uso do pacote “rstatix”.

RESULTADOS

Sobrevivência a alagamento

Não houve mortalidade para as mudas maiores (G) durante qualquer um dos dois períodos de alagamento testados (30 e 60 dias), ou mesmo no controle (Tabela 1). Entre as menores (P), houve mortalidade de 67% para as mudas sob 30 dias de alagamento e total para o conjunto de mudas submetido a 60 dias de alagamento, sendo significativa a diferença entre os tratamentos e entre cada um deles e o controle ($p < 0,01$ em quaisquer comparações mencionadas). As mortalidades registradas, entre as mudas pequenas, ocorreram no período entre 18 e 36 dias e de modo simultâneo entre os indivíduos dos tratamentos de 30 e 60 dias de alagamento (Figura 3), uma vez que não houve diferença significativa entre os tempos médios de mortalidade em ambos os tratamentos ($p = 0,30$).

Tabela 1. Desempenho de mudas de diferentes tamanhos de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae) submetidas a alagamento por 30 e 60 dias. Mudas P possuíam inicialmente comprimento médio da parte aérea de $1,83 \pm 0,79$ cm e as mudas G de $8,40 \pm 2,23$ cm. TMM: tempo médio de mortalidade. NA: não se aplica. Os controles permaneceram sob monitoramento pelos mesmos períodos, mas sem alagamento.

Table 1. Performance of seedlings of different sizes of *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae) under flooding for 30 and 60 days. P seedlings have an average aerial length of 1.83 cm, while G seedlings have an average aerial length of 8.40 cm. TMM represents mean time to mortality. NA indicates not applicable.

Control groups remained under monitoring for the same period, without flood.

Classes de Tamanho	Controle		30 dias		60 dias	
	Mortalidade (%)	TMM (dias)	Mortalidade (%)	TMM (dias)	Mortalidade (%)	TMM (dias)
Mudas P 1,83 ± 0,79 cm	0	NA	67 ± 12	24,9 ± 3,84	100	26,6 ± 3,99
Mudas G 8,40 ± 2,23 cm	0	NA	0	NA	0	NA

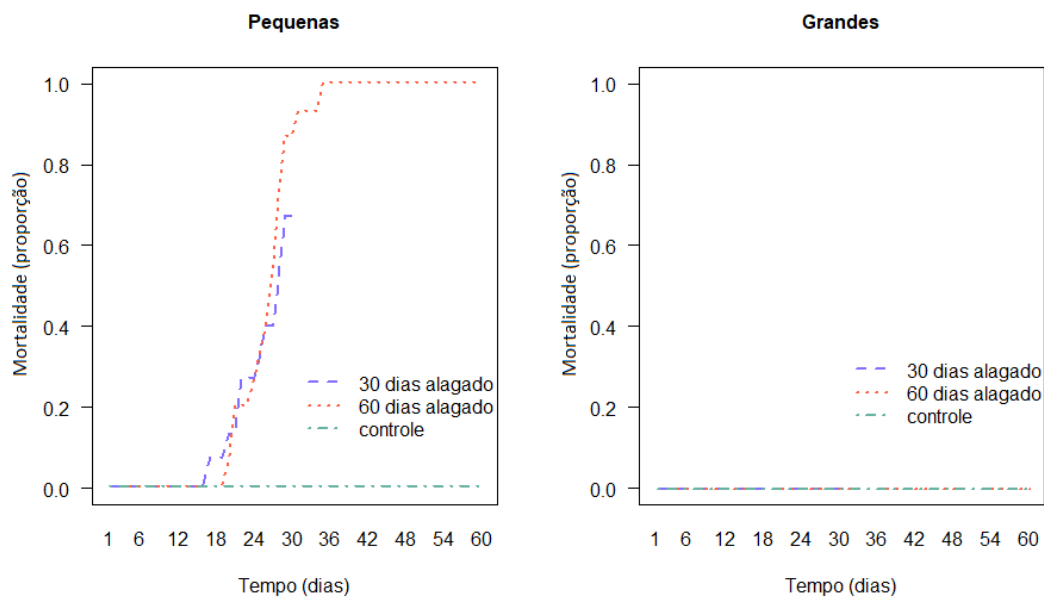


Figura 3. Mortalidade (em proporção) a diferentes períodos de alagamento (30 e 60 dias) de mudas de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae) com tamanhos diferentes. Mudas pequenas iniciaram o experimento com comprimento médio da parte aérea de $1,83 \pm 0,79$ cm e as mudas grandes com $8,40 \pm 2,23$ cm.

Figure 3. Mortality (as a proportion) at different flooding periods (30 and 60 days) for seedlings of *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae) with varying sizes. Small seedlings initiated the experiment with an average shoot length of 1.83 ± 0.79 cm, while large seedlings measured 8.40 ± 2.23 cm in average shoot length.

Crescimento sob alagamento

Em razão do baixo número de sobreviventes da classe P, restrito a apenas um período de alagamento, foi avaliado o crescimento apenas das plantas da classe G submetidas a 30 e 60 dias de alagamento, assim como as plantas controle. As mudas alagadas por 30 dias cresceram

significativamente em relação ao seu controle (Figura 4) ($p < 0,001$). O ganho médio em altura alcançado pelas mudas alagadas por 30 dias foi de $5,80 \pm 2,18$ cm, enquanto para as mudas controle no mesmo período foi de $3,02 \pm 1,53$ cm. Sob 60 dias de alagamento o panorama não foi diferente, com as mudas alagadas crescendo mais ($6,83 \pm 3,95$ cm) do que as não alagadas ($4,20 \pm 1,72$ cm) ($p < 0,05$). Embora a mortalidade tenha sido maior nas condições com alagamento (tabela 1), nestas se registrou plantas com maior crescimento em comparação ao controle (Figura 3). Os indivíduos alagados por 30 dias cresceram 92% mais que o seu controle, enquanto os alagados por 60 dias cresceram 63% mais que o seu controle.

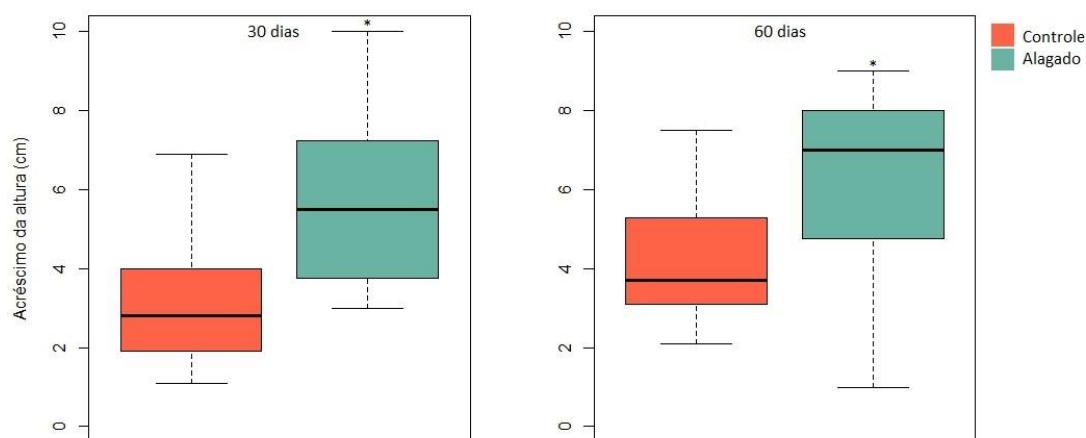


Figura 4. Acréscimos (cm) de altura em mudas de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae) submetidas a 30 e 60 dias de alagamento em comparação aos seus respectivos controles (sem alagamento). O sinal (*) aponta diferença significativa pelo teste de Mann-Whitney ($p < 0,05$), dada a distribuição não-normal dos dados.

Figure 4. Height increases (in cm) in seedlings of *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae) exposed to 30 and 60 days of flooding compared to their respective controls (without flooding). The asterisk (*) denotes a significant difference based on the Mann-Whitney test ($p < 0.05$), considering the non-normal distribution of the data.

DISCUSSÃO

O tamanho das mudas de *G. ulmifolia* dita a sua sobrevivência em áreas alagáveis. Neste estudo, apenas as mudas maiores sobreviveram ao maior período de submersão. Este fato torna necessário tomar em consideração tanto o tamanho das mudas a serem usadas em ações aplicadas no Pantanal quanto as condições hidrológicas locais (Garcia *et al.* 2021), especialmente nos aspectos de duração do alagamento e altura da coluna de água.

Guazuma ulmifolia tem sido referida no Pantanal como uma espécie generalista (“com alta frequência e ampla distribuição geográfica”) (Souza *et al.* 2021) ou mesmo ruderal (Schessl 1999), termos estes que refletem grande amplitude de nichos ecológicos. Aqui, compreendemos esta grande amplitude como um resultado do nicho de regeneração (*sensu* Grubb 1977), ou seja: os requerimentos, tolerâncias ou sensibilidades apresentadas pelas sementes e pelas plantas jovens funcionam como um primeiro gargalo determinando quais ambientes aquela espécie poderá ocupar (Jimenez-Alfaro *et al.* 2016). A tolerância à inundação aqui observada para mudas soma-se àquela registrada em sementes sem quebra de dormência por Oliveira *et al.* (2019), com germinações registradas em sementes após terem passado por submersão, e também aquela registrada por R. R. Paraguassu (dados não publicados), com germinação observada durante a submersão para sementes que passaram por procedimento prévio de quebra-dormência. Este conjunto de tolerâncias em sementes e plantas jovens ajuda a explicar o fato de a espécie ser apontada tanto como generalista (Souza *et al.* 2021) quanto como ruderal (Schessl 1999) no Pantanal.

Em mudas de *G. ulmifolia* sob alagamento parece existir uma janela de mortalidade entre a terceira e a quarta semana. No presente estudo, as mortalidades foram observadas apenas entre as mudas pequenas, em quaisquer prazos de submersão (30 ou 60 dias, sendo total no prazo mais longo) e de modo sincronizado (Figura 3). As mortes aconteceram do 18º ao 36º dia, não havendo diferença significativa entre os tempos médios de mortalidade observados tanto para as mudas que ficaram por 30 dias alagadas quanto para as que ficaram 60 dias, estando aí a nossa compreensão da janela de mortalidade. Isto sugere novas perguntas, a serem respondidas por experimentação, como em Freitas *et al.* (2020) e Moreno (2022): a) as mudas pequenas de *G. ulmifolia* sobreviveriam a períodos menores de alagamento (10 dias, por exemplo)? e b) uma vez tendo superado a janela de mortalidade, quanto tempo mais em alagamento estas plantas tolerariam, tanto pequenas quanto grandes?

O rápido crescimento da parte aérea foi registrado neste trabalho como resposta morfofisiológica de mudas de *G. ulmifolia* à inundação, garantindo aos indivíduos trocas gasosas

mais eficientes e um melhor metabolismo energético (Voesenek *et al.* 2006). Nas florestas alagáveis da Amazônia Central, o crescimento vigoroso também foi apontado como uma das respostas das plantas para lidar com o estresse causado pelas inundações cíclicas (Parolin & Wittmann 2010). São variadas as estratégias que permitem a sobrevivência das plantas sob inundação, incluindo-se aí aspectos fenológicos, anatômicos, morfológicos e fisiológicos (Voesenek *et al.* 2006), logo, não se pode tomar a característica aqui observada como o único ajuste que a espécie em questão possa apresentar frente à inundação.

Mudas de *G. ulmifolia* exibem tolerância à inundação, considerado um tamanho mínimo para tanto. A sobrevivência foi observada em indivíduos que passaram por até 60 dias de inundação mantendo-se em aberto a determinação da duração limite desta tolerância. As mudas alagadas crescem mais que as não alagadas, traço chave na tolerância observada por garantir melhor acesso a oxigênio e gás carbônico. Tais características nos permitem compreender a distribuição da espécie, assim como nos ajuda a empregar melhor *G. ulmifolia* em ações aplicadas, como as de restauração no Pantanal.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à família Leite das Neves por ter transformado parte de sua residência em viveiro e laboratório durante a condução dos experimentos aqui relatados, à Sabrine Leite da Silva, pela ajuda na morfometria do material biológico, e aos pesquisadores Nicolas Bosco da Silva, Eliana Celestino da Paixão Rodrigues dos Santos, Temilze Gomes Duarte e Lana Pavão Candelária pela apreciação em banca da monografia que deu origem a este trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blom, C. W. P. M. 1999. Adaptations to flooding stress: from plant community to molecule. *Plant Biology*, 1(3), 261–273. DOI: 10.1111/j.1438-8677.1999.tb00252.x

- Carvalho, P. E. R. 2007. Mutamba - *Guazuma ulmifolia*. Embrapa Florestas, Colombo, Circular Técnica 141, p. 13.
- Costa-Filho, H. da C., Nunes, G. H. de S., Costa, G. G., Nogueira, C. S. R. & Costa, M. R. da. 2011. Superação de dormência em sementes de mutamba, *Guazuma ulmifolia* Lam. *Revista Verde*, 6(2), 193–200.
- Fortes, C. F., Nunes da Cunha, C., Rosa, S. A., Paixão, E., Junk, W. J. & Schongart, J. 2018. Dendrochronological records of a pioneer tree species containing ENSO signal in the Pantanal, Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, 41(1), 167–174. DOI: 10.1007/s40415-017-0434-8
- Freitas, V. de M. B.; Scalon; S. de P. Q., Dresch, D. M., Bastos, S. da S., Souza, A. P. R. de, Junglos, F. S. 2020. Emergence, Initial Growth and Photosynthetic Metabolism of *Ormosia arborea* (Vell.) Harms Under Different Light Availabilities. *Floresta*, Curitiba: PR, 50(4), 1689–1697. DOI: 10.5380/ufv.v50i4.58541
- Garcia, L. C., Reis, L. K., Salis, S. M., Guerra, Angélica, Pereira, Z. V., Bogarín & M. R. A. & Pott, Arnildo. 2021. Ecological Restoration of Pantanal Wetlands. In: Damasceno-Junior, G. A. & Pott, A. *Flora and Vegetation of the Pantanal Wetland*. Springer Nature Switzerland AG, 18, pp. 739–766. DOI: 10.1007/978-3-030-83375-6
- Gibbs, J. & Greenway, H. 2003. Mechanisms of anoxia tolerance in plants. I. Growth, survival and anaerobic catabolism. *Functional Plant Biology*, Victoria, 30(1), 1–47. DOI: 10.1071/pp98095_er
- Grubb, P. J. 1977. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biological Reviews*, 52(1), 107–145. DOI: 10.1111/j.1469-185X.1977.tb01347.x
- Jiménez-Alfaro, B., Silveira, F. A. O., Fideli, A., Poschlod, P. & Commander, L. E. 2016. Seed germination traits can contribute better to plant community ecology. *Journal of Vegetation Science*, 27(3), 637–645. DOI: 10.1111/jvs.12375
- Larcher, W. 2000. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima: p. 531.

- Magalhães, M. L. L. 2017. Germinação e estabelecimento de arbustos e árvores pioneiros para a restauração florestal por semeadura direta. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. p. 68. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/24438>>
- Moreno, M. de C. 2022. Inundação: Filtro ou Acelerador para a Invasora *Leucaena Leucocephala* (Lam) de Wit (FABACEAE)? Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Mato Grosso. p. 24. Disponível em: <<https://ri.ufmt.br/>>
- Nunes da Cunha C., Junk, W. J. & Leitão Filho, H. F. 2007. Woody vegetation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil: a preliminary tipology. *Amazoniana*, 19(3), 159–184.
- Oliveira, P. C., Parolin P. & Borghetti, F. 2019. Can germination explain the distribution of tree species in a savanna wetland? *Austral Ecology*, 44(8), 1373–1383. DOI: 10.1111/aec.12811
- Parolin, P. & Wittmann, F. 2010. Struggle in the flood: Tree responses to flooding stress in four tropical floodplain systems. *AOB Plants*, 2010(1), 1–19. DOI:10.1093/aobpla/plq003
- Pimenta, J. A., Bianchini, E. & Medri, M. E. Adaptations to flooding by tropical trees: morphological and anatomical modifications. In: Scarano, F. R. & Franco, A. C. 1998(Org.). *Ecophysiological strategies of xerophytic and amphibious plants in the neotropics*. 1ed. 4, pp. 157–176. Rio de Janeiro: Computer @ Publish Editoração Ltda.
- Pott, V. J. & Silva, J. S. V. da. 2016. Terrestrial and Aquatic Vegetation Diversity of the Pantanal Wetland. In: Bergier, I. & Assine, M. L. *Dynamics of the Pantanal Wetland in South America*. Springer International Publishing Switzerland. pp. 111–131, New York: Dordrecht London. DOI: 10.1007/978-3-319-18735-8
- Pott, V. J. & Pott, A. 2021. Aquatic Plants. In: Damasceno-Junior, G. A. & Pott, A. *Flora and Vegetation of the Pantanal Wetland*. Springer Nature Switzerland AG, 18, pp. 229–288. DOI: 10.1007/978-3-030-83375-6
- Pott, A. & Pott, V. J. 1994. *Plantas do Pantanal*. Embrapa, Brasília. pp. 320.

R Core Team R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing 2021. Vienna: Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>.

Rebellato, L. & Nunes Da Cunha, C. Efeito do “fluxo sazonal mínimo da inundação” sobre a composição e estrutura de um campo inundável no Pantanal de Poconé, MT, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 19(4), 789–799, 2005. DOI: 10.1590/S0102-33062005000400015

Schessl, M. 1999. Floristic composition and structure of floodplain vegetation in northern Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Phyton*, 39(2), 303–336.

Schongart, J. The power of the rings: advances and challenges for tree-ring analyses in Brazil. In: 2012 IAWA Pan-American Meeting, Recife. 2012 IAWA Pan-American Meeting, pp. 51–52.

Souza, E. B., Pott, A., Wittmann, F. K., Parolin, P., Heike, Markus-Michalczyk, Bueno, M. L. & Damasceno-Junior, G. A. 2021. Composition and Distribution of Woody and Palm Vegetation in the Pantanal Wetland. In: Damasceno-Junior, G. A. & Pott, A. (Org.). *Flora and Vegetation of the Pantanal Wetland*. 1 ed. Cham: Springer, 18, 443–469. DOI: 10.1007/978-3-030-83375-6

Taiz, L. & Zeiger, E. 2013. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6, p. 918, Porto Alegre: ArtMed.

Voesenek, L. A. C. J., Colmer, T. D., Pierik, R., Millenaar, F. F. & Peeters, A. J. M. 2006. How plants cope with complete submergence. *New Phytologist*, 170(2), 213–226. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2006.01692.x

Submitted: 17 June 2023

Accepted: 18 October 2023

Published online: 08 November 2023

Associate Editor: Bianca Ott Andrade