

EFEITOS DA INUNDAÇÃO EM ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVA E EXÓTICA

Effects of flooding in native and exotic tree species

Heliur Alves de Almeida Delevatti¹; Tanise Luisa Sausen¹.

¹ Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI Erechim. *E-mail*: tasausen@uricer.edu.br

Data do recebimento: 31/10/2017 - Data do aceite: 15/01/2018

RESUMO: A frequência e a intensidade dos períodos de inundação afetam o crescimento e o desenvolvimento das espécies arbóreas que ocorrem nas zonas ribeirinhas. O objetivo deste trabalho foi investigar os efeitos do alagamento do solo sobre o crescimento de espécies arbóreas (nativa e exótica), inferindo sobre a capacidade de estabelecimento dessas em florestas ribeirinhas. O estudo foi desenvolvido com as espécies *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae), espécie nativa, e *Eucalyptus saligna* Sm. (Myrtaceae), espécie exótica. As espécies foram submetidas aos tratamentos Controle (C) e Inundação Parcial (IP), durante 15 dias. Após esse período, foram realizadas avaliações de parâmetros de crescimento e desenvolvimento. *E. saligna* apresentou maior índice de clorofila no C, enquanto a altura, massa seca da parte aérea e total foram maiores sob IP. *E. uniflora* apresentou maior massa seca da parte aérea e total no C em relação às plantas sob IP. Os resultados observados indicaram que a capacidade de *E. saligna* em tolerar períodos de inundação está associada com o aumento no acúmulo de reservas, enquanto na espécie *E. uniflora* a tolerância à inundação envolve uma redução no metabolismo.

Palavras-chave: Plasticidade. *Eugenia uniflora*. *Eucalyptus saligna*. Mudança no uso do solo.

ABSTRACT: The frequency and intensity of flooding periods affect the growth and development of tree species occurring in riverside areas. The aim of this work was to investigate the effects of soil flooding on the growth of native and exotic tree species, inferring on the establishment potential in riparian forests. The study was developed with *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae), native species, and *Eucalyptus saligna* Sm. (Myrtaceae), an exotic species. The species were submitted to Control (C) and Partial Flooding (PF)

treatments during fifteen days. After this period, growth and development parameters were evaluated. *E. saligna* showed higher chlorophyll content in C, while height, shoot and total dry matter were higher in PF plants. *E. uniflora* showed a higher shoot and total dry mass in C plants in relation to the plants under PF. The results indicated that the ability of *E. saligna* to tolerate flood periods is associated with an increase in accumulation of reserves, while in *E. uniflora*, flood tolerance involves a metabolism reduction.

Keywords: Plasticity. *Eugenia uniflora*. *Eucalyptus saligna*. Land use change.

Introdução

As florestas ribeirinhas ocorrem ao longo dos cursos d'água e apresentam uma transição entre o sistema terrestre e aquático, caracterizando um equilíbrio dinâmico da heterogeneidade ambiental (NILSSON; SVENDMARK, 2002; BUDKE et al., 2010; KESTRING et al., 2009). Em florestas ribeirinhas subtropicais, os períodos de inundações são ocasionados pelas precipitações, com frequência imprevisível ao longo do ano e intensidade de até 15 dias, com coluna de água reduzida (BUDKE et al. 2010). Estudos com espécies arbóreas nativas do Sul do Brasil evidenciam os efeitos negativos dos períodos de inundação sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas (BINOTTO et al. 2016; BENDER et al., 2017).

Os efeitos da inundação sobre o crescimento e o desenvolvimento das espécies arbóreas são dependentes de sua intensidade, da altura da coluna d'água e das frequências ao longo do tempo, apresentando efeitos cruciais para a sobrevivência das plantas durante seu crescimento (NOHARA; TSUCHIYA, 1990; VERVUREN et al. 2003; NIU et al. 2014). O estresse imposto pela saturação hídrica do solo teve um caráter fortemente seletivo durante o curso da evolução (LOBO; JOLY, 1998). As espécies apresentam diferentes estratégias de adaptação (CRAWFORD;

BRANDLEY, 1996). Segundo Huber et al. (2012) e Niu et al. (2014), os períodos de inundação podem ainda influenciar respostas futuras no crescimento. Estas respostas podem acarretar a morte da planta ou envolver estratégias de sobrevivência (CHIRKOVA, 1988; SILVA et al. 2010), envolvendo modificações morfofisiológicas e metabólicas para suportar as situações de estresse (LOBO; JOLY, 1995).

Mudanças compensatórias no metabolismo, associadas com alocação diferencial de biomassa (PIEPADE et al. 2001; PAROLIN, 2001a), incremento em altura da parte aérea (GARSSSEN et al. 2015) e acúmulo de açúcares solúveis (POORTER et al. 2012, BENDER et al. 2017) são respostas associadas com a tolerância a inundação. Em florestas ribeirinhas subtropicais, a espécie *Eugenia uniflora* é característica de áreas frequentemente inundáveis (BUDKE et al., 2010). Todavia, como resultado de modificações antrópicas na paisagem, tem se observado o aumento da área ocupada por silvicultura, com o plantio de espécies do gênero *Eucalyptus* em zonas ripárias (TONELLO, 2016). Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi investigar os efeitos do alagamento do solo sobre o crescimento e o desenvolvimento de uma espécie arbórea nativa e uma exótica, inferindo sobre seu potencial de estabelecimento em florestas ribeirinhas subtropicais e

as implicações de uso em projetos de recomposição de zonas ripárias.

Material e Métodos

Espécies Estudadas e Condições Experimentais

O experimento foi realizado no Laboratório de Ecologia e Sistemática Vegetal da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI Erechim. As espécies utilizadas foram *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae), espécie nativa, com ocorrência em áreas frequentemente inundáveis, segundo a classificação de Budke et al. (2010), e *Eucalyptus saligna* Sm. (Myrtaceae), espécie exótica utilizada na silvicultura e que vem sendo introduzida em áreas próximas às florestas ribeirinhas (OLIVEIRA et al. 2016).

Para *Eugenia uniflora*, frutos foram coletados em fragmentos florestais localizados na região Norte do estado do Rio Grande do Sul, processados para a retirada da polpa e as sementes foram inicialmente submetidas ao teste de viabilidade, com a imersão para a retirada das sementes sobrenadantes. Posteriormente, as sementes viáveis foram desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio (1%) durante 20 minutos, seguida de lavagem por cinco minutos em água corrente. As sementes foram colocadas para germinar em bandejas contendo vermiculita. As mudas de *Eucalyptus saligna* foram obtidas de um viveiro comercial com idade aproximada de oito meses, e transferidas para tubetes plásticos de 100 cm³, contendo uma mistura de solo e vermiculita (3:1). As plantas de *E. uniflora* foram transferidas para os tubetes de 100 cm³ contendo uma mistura de solo e vermiculita (3:1), quando atingiram cerca de 5 cm de altura. As plântulas foram irrigadas a cada dois dias até a capacidade de vaso, permanecendo nessas condições por

um período de 20 dias. A temperatura média durante o período experimental foi de 18,9 °C e a umidade relativa de 71,9%.

Desenho Experimental e Parâmetros Avaliados

As plantas de *E. uniflora* e *E. saligna* foram distribuídas aleatoriamente em dois tratamentos hídricos, Grupo Controle (C), com as plantas sendo irrigadas até a capacidade de vaso a cada dois dias, e Inundação Parcial (IP), com as plantas sendo submersas à linha do colo da raiz. Cada tratamento hídrico foi composto por 8 plantas (réplicas) para cada uma das espécies avaliadas, totalizando 32 plantas. A inundação foi simulada em caixas plásticas de guarda-volumes, durante o período de 15 dias.

Após o período experimental foram realizadas avaliações dos parâmetros de crescimento e desenvolvimento: altura da parte aérea (do colo até a gema apical), comprimento da raiz (do colo da raiz principal até o meristema apical da raiz), diâmetro do caule (medido com paquímetro a 5 cm do colo da raiz), índice de clorofila (utilizado o ClorofiLOG), área foliar (utilizando o programa ImageJ), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST), razão Raiz: Parte Aérea (R:PA). As plantas foram retiradas dos tubetes, divididas em parte aérea e raiz, armazenadas em envelopes e secas em estufa a 60 °C até peso constante, posteriormente pesadas em balança analítica de precisão.

Análise de Dados

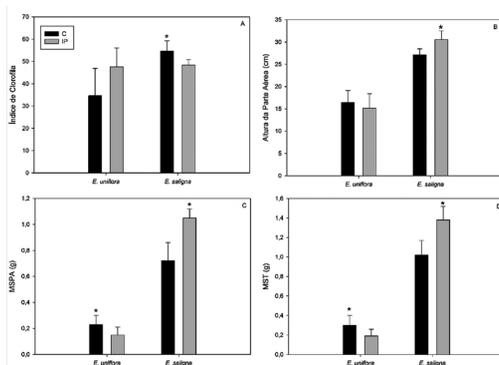
Os resultados experimentais para os parâmetros de crescimento e desenvolvimento avaliados para os tratamentos hídricos (controle e inundação parcial) foram submetidos à Teste *t*, ($p \leq 0,05$) para cada uma das espécies avaliadas. As análises foram realizadas no

Tabela I - Resultados do Teste t para os parâmetros de crescimento e desenvolvimento nas espécies *Eugenia uniflora* e *Eucalyptus saligna* após o período experimental de 15 dias sob inunda  o parcial. Valor de $P < 0,05$; valor de t e df (grau de liberdade).

Parâmetros	<i>Eugenia uniflora</i>			<i>Eucalyptus saligna</i>		
	p	t	df	p	t	df
Altura	0,408	0,85	13,51	0,015*	-3,16	7,18
Diâm. Caule	0,438	-0,80	11,02	0,952	0,06	8,00
Número de Folhas	0,763	-0,31	12,00	0,054	-2,58	4,56
��ndice de Clorofila	0,395	-0,88	12,09	0,037*	2,67	5,97
��rea Foliar	0,342	-1,01	7,43	0,341	-1,02	6,84
Comp. Raiz	0,185	1,40	13,37	0,585	0,57	6,85
MSPA	0,023*	2,56	13,34	0,003*	-4,86	5,84
MSR	0,121	1,71	9,13	0,712	-0,38	7,80
MST	0,026*	2,51	13,00	0,005*	1,35	4,95
R:PA	0,080	-1,94	10,19	0,236	-3,86	7,99

* Indica $p \leq 0,05$

Figura 1 - Parâmetros de crescimento e desenvolvimento em plantas de *Eugenia uniflora* e *Eucalyptus saligna* submetidas a condi  es controle (C) e após 15 dias sob inunda  o parcial (IP). (A)   ndice de clorofila, (B) Altura da Parte Aérea, (C) Massa seca da Parte Aérea (MSPA) e (D) Massa seca Total (MST).



Software R (R Core Team, 2017). Os dados foram analisados quanto a normalidade utilizando o Shapiro-Wilk e no caso de distribui  o não normal foram transformados para $(\log+1)$.

Resultados

E. saligna apresentou maior   ndice de clorofila no tratamento C do que sob IP (Tabela I, Figura 1A). A massa seca da parte aérea, total e altura da parte aérea foram maiores sob IP comparado ao C (Tabela I, Figura 1B – D).

E. uniflora apresentou maior massa seca da parte aérea e total no tratamento C comparado a IP (Tabela I, Figura 1C - D).

Discussão

As espécies arbóreas são consideradas tolerantes a inunda  o quando apresentam a capacidade de manter ou aumentar a massa seca da parte aérea durante períodos de inunda  o (LOBO; JOLY, 1998; STRIKER, 2012). Neste estudo, *Eucalyptus saligna* apresentou uma maior massa seca nas plantas submetidas ao tratamento de inunda  o, o que pode ser utilizado como um critério de tolerância a inunda  o. O aumento da massa seca da parte aérea pode ocorrer devido ao aumento no número de folhas, na área foliar ou na altura. Os resultados deste estudo indicam que o maior crescimento em altura da parte aérea, responsável pelo aumento na massa seca da parte aérea, observado em plantas de *E. saligna* sob inunda  o parcial, também pode ser considerada uma estratégia fundamental para o escape da submersão, visto que o alongamento dos órgãos aéreos    uma importante estratégia para aumentar

o acesso ao oxigênio (PAROLIN, 2001b; SANTIAGO; PAOLI, 2003; CHEN et al. 2009; STRIKER, 2012), para facilitar as trocas gasosas (VOESENECK et al. 2004; GARSSSEN et al. 2015). Por outro lado, as plantas sob inundação apresentaram uma redução no índice de clorofila, indicando os efeitos negativos da inundação sobre a síntese de pigmentos e fotossíntese (COSTA et al. 2006).

Em *Eugenia uniflora*, a maior massa seca da parte aérea e total nas plantas controle parece indicar uma maior capacidade de alocação de recursos comparada as plantas inundadas. Todavia, é importante salientar que as plantas submetidas à inundação parecem manter atividade fotossintética, visto que não foram observadas diferenças no crescimento da parte aérea, sugerindo que a espécie pode tolerar períodos de inundação, conforme classificação com ocorrência em áreas frequentemente inundáveis (BUDKE et al. 2010). A menor massa seca da parte aérea nas plantas inundadas possivelmente está envolvida com modificações metabólicas (LOBO; JOLY, 1995).

Adaptações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas são fundamentais para a compreensão da dinâmica das comunidades e na distribuição de espécies e suas inter-relações (VALLADARES et al., 2006). Segundo Manzur et al. (2009) e Striker (2012), as plantas utilizam diferentes estratégias de fuga, por meio de alongamento do caule, maior crescimento em altura, ou permanecem em repouso permitindo enfrentar períodos de inundação.

Os resultados obtidos permitem inferir que ambas espécies apresentam diferentes estratégias de tolerância à inundação. Em *Eugenia uniflora* observamos a estratégia de tolerância associada com modificações metabólicas, podendo ser indicada em projetos de recomposição de zonas ripárias. Já para *Eucalyptus saligna*, observou-se a estratégia de alongamento da parte aérea e acúmulo de massa seca da parte aérea para tolerar a inundação. Todavia, como se trata de uma espécie exótica, é preciso cautela na utilização desta espécie em projetos de recomposição florestal e silvicultura de zonas ripárias, devido aos efeitos negativos sobre serviços ecossistêmicos (TONELLO, 2016).

REFERÊNCIAS

- BENDER, B.; CAPELLESSO, E.S.; LOTTICI, M.E.; SENTKOVISL, J.; MIELNICZKI-PEREIRA, A. A.; ROSA, L. M. G.; SAUSEN, T. L. Growth responses and accumulation of soluble sugars in *Inga marginata* Wild. (Fabaceae) subjected to flooding under contrasting light conditions. **Brazilian Journal of Biology**, v. 77, n. 2, p. 260-266, 2017.
- BINOTTO, B.; ANTONIAZZI, A. P.; NEUMANN, G. M.; SAUSEN, T. L.; BUDKE, J. C. Tolerância de plântulas de *Cedrela fissilis* Vell. a diferentes amplitudes e intensidades de inundação. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1339-1348, 2016.
- BUDKE, J. C.; JARENKOW, J. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Florestas ribeirinhas e inundação: de contínuos espaciais a gradientes temporais. In: José Eduardo Santos; Elisabete Maria Zanin; Luiz Eduardo Moschini. (Org.). **Faces da Polissemia da Paisagem: Ecologia, Planejamento e Gestão**. São Carlos: Rima Editora, v. 3, p. 201-218, 2010.
- CHEN, X., HUBER, H., DE KROON, H., PEETERS, A. J., POORTER, H., VOESENECK, L. A., & VISSER, E. J. Intraspecific variation in the magnitude and pattern of flooding-induced shoot elongation in *Rumex palustris*. **Annals of Botany**, v. 104, n. 6, p. 1057-1067, 2009.

- CHIRKOVA, T. V. Pathways of adaptation of plants to hypoxia and anoxia. **Fiziologiya Rasstenni**, v. 35, p. 393-411, 1988.
- CRAWFORD, R. M. M.; BRÄNDLE, R. Oxygen deprivation stress in a changing environment. **Journal of Experimental Botany**, v. 47, n. 2, p. 145-159, 1996.
- COSTA, A. M.; GOBBI EL; DEMUNER, V. G.; HEBLING, S. A. O efeito da inundação do solo sobre o crescimento inicial de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake, guapuruvu. **Natureza on line**, v. 4, n. 1, p. 7-13, 2006.
- GARSSSEN, A. G., BAATTRUP-PEDERSEN, A., VOESENEK, L. A., VERHOEVEN, J. T.; SOONS, M. B. Riparian plant community responses to increased flooding: a meta-analysis. **Global Change Biology**, v. 21, p. 2881–2890, 2015.
- HUBER, H.; CHEN, X.; HENDRIKS, M.; KEIJSERS, D.; VOESENEK, L. A. C. J.; PIERIK, R.; POORTER, H.; KROON, H. D. & VISSER, E. J. W. Plasticity as a plastic response: how submergence-induced leaf elongation in *Rumex palustris* depends on light and nutrient availability in its early life stage. **New Phytologist**, v. 194, p. 572–582, 2012.
- KESTRING, D.; KLEIN, J.; MENEZES L. C. C. R.; ROSSI M. N. Imbibition phases and germination response of *Mimosa bimucronata* (Fabaceae: Mimosoideae) to water submersion. **Aquatic Botany**, v. 9, p. 105-109, 2009.
- LOBO, P. C.; JOLY, C. A. Mecanismos de tolerância à inundação de plantas de *Talauma ovata* St. Hil. (Magnoliaceae), uma espécie típica de matas de brejo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 18, n. 2, p. 177-183, 1995.
- LOBO, P. C.; JOLY, C. A. Tolerance to hypoxia and anoxia in neotropical tree species. In: SCARANO, F. R.; FRANCO, A. C. (Eds.). **Ecophysiological strategies of xerophytic and amphibious plants in the neotropics**. p. 137-156, 1998.
- MANZUR, M. E.; GRIMOLDI, A. A.; INSAUSTI, P.; STRIKER, G. G. **Escape from water or remain quiescent? Lotus tenuis changes its strategy depending on depth os submergence**. *Annals of Botany*, Oxford, v. 104, n. 6, p. 1163-1169, 2009.
- NILSSON C.; SVEDMARK M. Basic principles and ecological consequences of changing water regimes: riparian plant communities. **Environmental Management**, v. 30, n. 4, p. 468–480, 2002.
- NIU, S.; LUO, Y.; LI, D.; CAO, S.; XIA, J.; LI, J.; SMITH, M. D. Plant growth and mortality under climatic extremes: an overview. **Environmental and Experimental Botany**, v. 98, p. 13–19, 2014.
- NOHARA, S.; TSUCHIYA, T. Effects of water level fluctuation on the growth of *Nelumbo nucifera* Gaertn. In Lake Kasumigaura, Japan. **Ecological research**, v. 5, n. 2, p. 237–252, 1990.
- OLIVEIRA, M. de, RIL, F. L., PERETTI, C., CAPELLESSO, E. S., SAUSEN, T. L., & BUDKE, J. C. **Biomassa e estoques de carbono em diferentes sistemas florestais no sul do Brasil**. 2016.
- PAROLIN, P. *Senna reticulata*, a pioneer tree from Amazonian várzea floodplains. **The Botanical Review**, v. 67, n. 2, p. 239-254, 2001a.
- PAROLIN, P. Morphological and physiological adjustments to waterlogging and drought in seedlings of Amazonian floodplain trees. **Oecologia**, v. 128, n. 3, p. 326-335, 2001b.
- PIEDEDE, M. T. F.; WORBES, M. ; JUNK W. J. Geoecological controls on elemental fluxes in communities of higher plants in Amazonian floodplains. In: MCLAIN M. E. VICTORIA R. L.; RICHEY J. E. (Eds). **The Biogeochemistry of the Amazon Basin**. New York: Oxford University Press, p. 209-234, 2001.

POORTER, H., NIKLAS, K.J., REICH, P.B., OLEKSYN, J., POOT, P.; MOMMER, L. 2012. Biomass allocation to leaves stems and roots meta-analyses of interspecific variation and environmental control. **New Phytologist**, v. 193, n. 1, p. 30–50, 2012.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>, 2017.

SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; VAN DEN BERG, E. Effects of soil water table regime on tree community species richness and structure of alluvial forest fragments in Southeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 3, p. 465-471, 2010.

STRIKER, G. G. Time is on our side: the importance of considering a recovery period when assessing flooding tolerance in plants. **Ecological Research**, v. 27, n. 5, p. 983-987, 2012.

TONELLO, G. **Conversão de Florestas Ripárias Naturais em Áreas Agrícolas e Monoculturas Florestais**: Efeitos Sobre o Funcionamento de Riachos. 2016. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. Erechim, 2016.

VALLADARES, F.; SANCHEZ-GOMEZ D.; ZAVALA M. A. Quantitative estimation of phenotypic plasticity: bridging the gap between the evolutionary concept and its ecological applications. **Journal of Ecology**, v. 94, n. 6, p. 1103–1116, 2006.

VERVUREN P. J. A.; BLOM C. W. P. M.; DE KROON H. Extreme flooding events on the Rhine and the survival and distribution of riparian plant species. **Journal of Ecology**, v. 91, p. 135–146, 2003.

VOESENEK, L.; RIJNDERS, J.; PEETERS, A.; VAN DE STEEG, H.; DE KROON, H. Plant hormones regulate fast shoot elongation under water: from genes to communities. **Ecology**, v. 85, p. 16–27, 2004.

