

MORFO-ANATOMIA DO DESENVOLVIMENTO DE *Celtis iguanaea* (JACQ.) SARG. (ULMACEAE) SUBMETIDA AO ALAGAMENTO E À SUBMERSÃO

Pilati, Rosemari; de Souza, Luiz Antonio

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Biologia, Avenida Colombo, 5790 (87020-900) Maringá, Paraná, Brasil

Recibido: 30-03-2004

RESUMEN: *Celtis iguanaea* es una especie pionera de la vegetación rebaliera. Las plantas de esta especie que ocurren en la planicie de inundación, con el eófilo completamente extendido, fueron sometidas a los siguientes tratamientos: capacidad de campo, anegadas por 25, 50 y 75 días y sumergidas por 25 y 50 días. Se constató que el anegamiento y la sumersión inhiben el crecimiento de las plantas causando una disminución de la materia seca de la parte aérea y la raíz. Plantas hundidas también presentaron abscisión foliar, degeneración del sistema radicular y un proceso precoz de senescencia. Después de 50 días de sumersión, todas las plantas murieron. Las plantas anegadas y sumergidas presentaron crecimiento secundario reducido de la raíz, hipocótilo y epicótilo. Las plantas anegadas por 75 días presentaron lenticelas y mayor número de pelos absorbentes. Los cotiledones y eófilo de las plantas anegadas y sumergidas no presentaron alteraciones anatómicas evidentes. El porcentaje de espacios intercelulares tampoco fue alterado. *Celtis iguanaea*, al presentar algunos caracteres que posiblemente se adapten a las condiciones de saturación hídrica del suelo, puede ser considerada como planta intolerante del anegamiento y la sumersión por un largo período. **Palabras clave:** *Celtis iguanaea*, morfología, anatomía, anegamiento, sumersión.

DEVELOPMENTAL MORPHOLOGY AND ANATOMY OF *Celtis iguanaea* (JACQ.) SARG. (ULMACEAE) SUBMITTED TO FLOODING AND SUBMERSION

ABSTRACT: *Celtis iguanaea* is a pioneer species of ciliary forest. In order to elucidate aspects of tolerance to the flooding and the submersion, plants were submitted to the following treatments: field capacity, flooded for 25, 50 and 75 days and submerged by 25 and 50 days. It was verified that the flooding and the submersion inhibit the growth of the plants (decrease of the dry weight of the aerial part and root). Plants submerged also presented chlorosis, leaf abscission, degeneration of the root system and precocious senescence. After 50 days of submersion, all the plants died. Submerged and flooded plants presented reduced secondary growth of the root, hypocotyl and epicotyl. Flooded plants for 75 days presented lenticels and larger number of absorbent hairs. Cotyledons and eophylls of the flooded and submerged plants did not present evident anatomical alterations. Percentage of intercellular spaces in the root cortex was also not altered. *Celtis iguanaea* can be considered as intolerant plant to the flooding and the submersion, for long period. **Key Words:** *Celtis iguanaea*, morphology, anatomy, flooding, submersion.

INTRODUÇÃO

Ao longo do processo evolutivo as peculiaridades do ambiente atuaram de forma diferenciada na seleção de estratégias adaptativas das espécies típicas de cada ambiente²⁴. Plantas de diferentes populações ou espécies, crescendo em um mesmo habitat, e expostas a fatores severos de estresse ambiental, assim como alagamentos, podem possuir diferentes estratégias no ciclo de vida para assegurar a sua sobrevivência¹. O alagamento elimina os espaços de ar do solo limitando as trocas gasosas com a atmosfera e em poucas horas as raízes e os microorganismos consomem o oxigênio presente na água, criando um ambiente hipóxico ou anóxico²⁴. Respostas de plantas a essa condição podem variar amplamente, com diferenças de acordo com a espécie e constituição genética, idade e natureza do ambiente²¹. De um modo geral, várias mudanças, principalmente na morfologia e anatomia das plantas têm sido documentadas. O comportamento mais comum, verificado principalmente para aquelas espécies consideradas intolerantes às condições de saturação hídrica do solo, inclui, redução do crescimento^{20,21,39}, epinastia, clorose³⁴ e abscisão foliar e senescência precoce^{33,34,37}. Estas respostas, assim como, o desenvolvimento de lenticelas hipertróficas^{20,28}, produção de tecidos aerenquimatosos^{9,10,15,20,39}, e formação de raízes superficiais e adventícias^{23,37}, desenvolvidas tanto por espécies tolerantes quanto por aquelas não tolerantes, são decorrentes, entre outros fatores, das alterações hormonais nas plantas e suas

interações³². Todas essas modificações estruturais e adaptações, possivelmente, melhoram as trocas gasosas entre as plantas e o meio^{11,28}, possibilitando o estabelecimento das espécies no ambiente alagado.

Em planícies de inundações os processos envolvidos na dinâmica da vegetação são fortemente influenciados pelo regime hidrosedimentológico e por fatores geomorfológicos e edáficos associados, determinando um certo grau de instabilidade e heterogeneidade dos parâmetros ecológicos²⁹. Como consequência, a vegetação mostra-se mais heterogênea e complexa, sendo influenciada por esses fatores em sua distribuição espacial, estrutura e dinâmica. Na planície de inundações do alto rio Paraná, a variabilidade do relevo predispõe à instalação de espécies vegetais condicionadas a áreas alagáveis bem como, a áreas não alagáveis.

Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg., conhecida vulgarmente como sarã, é uma espécie pioneira^{2,3,4,12,14,19}, típica de mata ciliar³⁶. Essa espécie tem sido registrada em levantamentos fitossociológicos no alto rio Paraná formando agrupamentos ao longo das margens, freqüentemente inundáveis^{30,36} ocorrendo também em diques marginais, muito freqüentemente, em solos arenosos⁸. Não há registros de dados referentes à influência da pressão de inundações sob o desenvolvimento dessa espécie e se a sua ocorrência em áreas mais elevadas poderia estar relacionada com tal fator.

Considerando que as características peculiares de planícies de inundações afetam significativamente o ciclo

de vida das espécies vegetais, principalmente em seu estágio inicial, considerando ainda, a importância de dados morfológicos referentes às fases juvenis das plantas, principalmente devido a sua utilização em trabalhos taxonômicos e ecológicos, pretendeu-se, neste trabalho, avaliar aspectos de crescimento e a morfo-anatomia de *Celtis iguanaea*, submetida ao alagamento e à submersão.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

As sementes utilizadas no experimento foram provenientes de frutos maduros de *Celtis iguanaea* coletados de vários espécimes, em fragmentos da floresta Estacional Semidecidual Submontana e Aluvial⁶, localizados na planície de inundação do alto rio Paraná nas imediações dos municípios de Porto Rico, no Estado do Paraná e Taquaruçu, no Estado do Mato Grosso do Sul (22° 43' 22" S e 53° 15' 53" 20" W) (Figura 1).

O clima da região, de acordo com o sistema de Köppen, é classificado como Cfa, caracterizado por um verão quente e temperatura do mês mais quente acima de 22°C. A temperatura média anual é de 22°C. A precipitação média é de 1200 à 1300 mm^{5,25}. A altitude aproximada é de 230m s.n.m.

Obtenção das plantas

Após a retirada do fruto, as sementes foram acondicionadas em placas de petri revestidas com papel

de filtro e secas à temperatura e luz ambiente. Amostras com 200 sementes foram distribuídas de maneira uniforme sobre papel especial para germinação, CEL-065, em caixas de plástico transparente do tipo gerbox (11x11x5cm). As sementes foram colocadas para germinar em câmara de germinação (Tecnal-T-400), com temperatura constante de 30°C, e mantidas sob luz fluorescente contínua do tipo "luz do dia". A umidade do substrato foi mantida com água destilada e deionizada. Todas as sementes que apresentaram desenvolvimento da radícula com 5mm ou mais foram consideradas germinadas e retiradas do gerbox. A seguir, as plântulas foram transferidas para vasos plásticos contendo mistura de solo orgânico e areia originária da região de Porto Rico, na proporção de 1:1. O desenvolvimento das mesmas ocorreu em casa de vegetação.

Análise do desenvolvimento das plantas submetidas ao alagamento e à submersão

Todas as plantas com o eofilo completamente expandido foram então, submetidas aos seguintes tratamentos: capacidade de campo (planta-controle), alagado por 25, 50 e 75 dias (lâmina d'água até a altura dos cotilédones) e submerso por 25 e 50 dias.

Alguns parâmetros foram utilizados para avaliar os mecanismos de tolerância das plantas à saturação hídrica do solo. O crescimento e desenvolvimento foram analisados como incorporação de matéria seca. Foram utilizadas amostras de cinco plantas, no início do

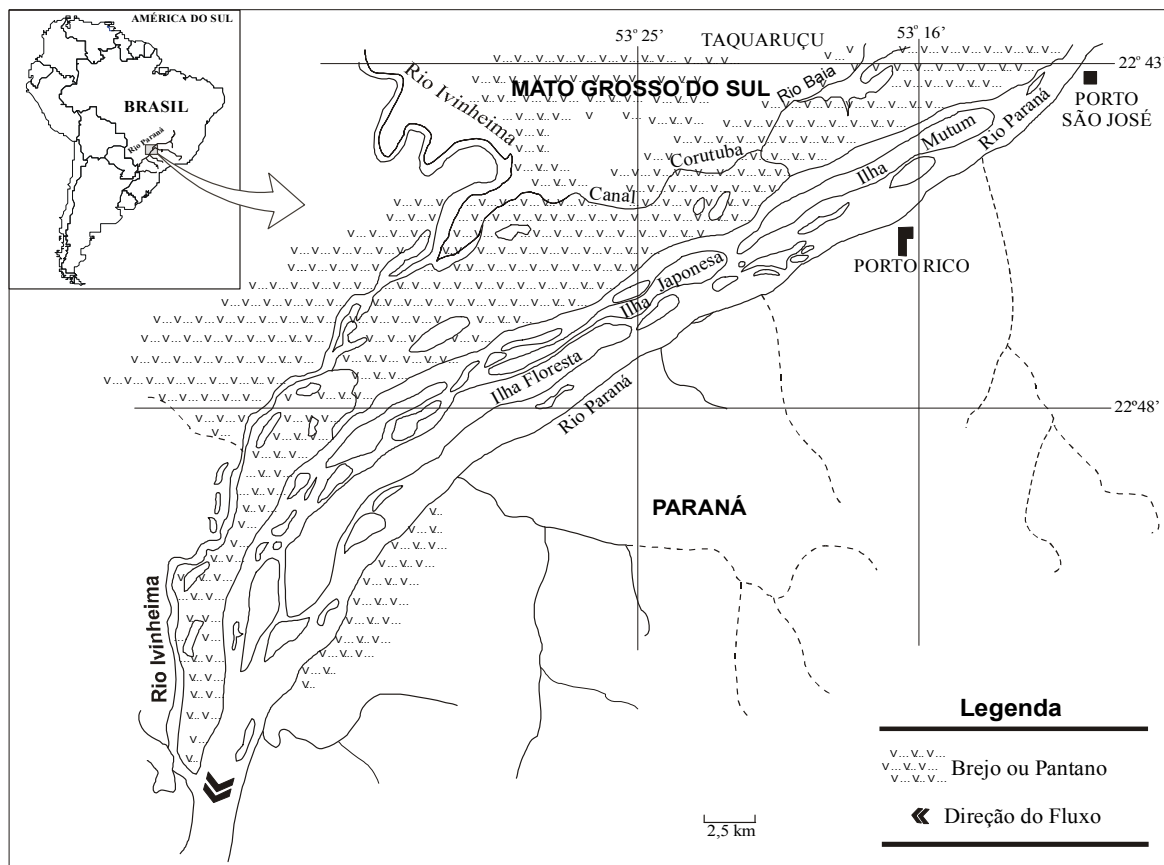


Figura 1: Localização da área de estudo.

experimento, e tomadas as medidas do comprimento da parte aérea e da raiz e o comprimento e largura dos cotilédones e eofilos, com o auxílio de paquímetro. Em seguida as plantas foram divididas em parte aérea e raiz e colocadas em estufa a 70°C até atingir peso constante da matéria seca. O mesmo procedimento foi realizado com as plantas submetidas aos tratamentos acima descritos (5 plantas de cada tratamento). A taxa de crescimento relativo (TCR) para cada parte da planta e para a planta inteira foi calculada utilizando-se a fórmula: $TCR = (\ln Psf - \ln Psi) / d$, onde Psf é o peso da matéria seca final, Psi é o peso da matéria seca inicial e “d” é o número de dias de tratamento⁹.

A porcentagem de espaços intercelulares do parênquima cortical das raízes, foi determinada pelo método gravimétrico²⁷, a partir de registros histológicos em câmara clara.

As plantas de cada tratamento foram registradas mediante fotografias obtidas com máquina fotográfica NIKON F5.

O estudo anatômico comparado da raiz, hipocótilo, cotilédones, epicótilo e eofilo foi feito para plantas de cada tratamento, fixadas em FAA 50¹⁷ e conservadas em álcool etílico a 70%¹⁶. Esse material botânico foi seccionado transversalmente; no caso das folhas as seções foram feitas no seu terço médio. As seções obtidas foram coradas em safranina e azul de astra¹³ e montadas em lâminas permanentes, segundo técnica descrita¹⁷. A documentação anatômica foi feita através de fotografias

obtidas com filme colorido Fuji ISO 100, em microscópio Olympus BX 50. As escalas referentes às ilustrações foram obtidas nas mesmas condições ópticas.

As análises estatísticas basearam-se na análise de variância (ANOVA), sendo determinado o DMS pelo teste “a posteriori” de Tukey ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar de ser uma espécie típica de matas ciliares, *Celtis iguanaea* raramente é encontrada em solo altamente hidromórfico, embora Previdello *et al.*³⁰ registrem a ocorrência dessa espécie nesse tipo de solo. De fato, essa espécie parece não demonstrar preferência por essa condição, considerando os resultados encontrados nesse trabalho.

O peso da matéria seca, acumulado nas raízes e na parte aérea das plantas alagadas e submersas de *Celtis iguanaea*, foi significativamente menor que o peso da matéria seca das plantas-controle (Figuras 2 a 4). Evidenciou-se, portanto, que as plantas alagadas e submersas não se desenvolveram durante o período de alagamento ou tiveram crescimento insignificante, quando comparadas às plantas-controle. A inibição do crescimento em solos alagados, com baixa concentração de oxigênio, também foi observado em *Cedrela fissilis* Vell.²⁶, *Schyzolobium parahyba* (Vell.) Blake¹⁵, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong¹⁸ e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.¹⁸. Essas espécies são consideradas não tolerantes ao alagamento²⁴. As

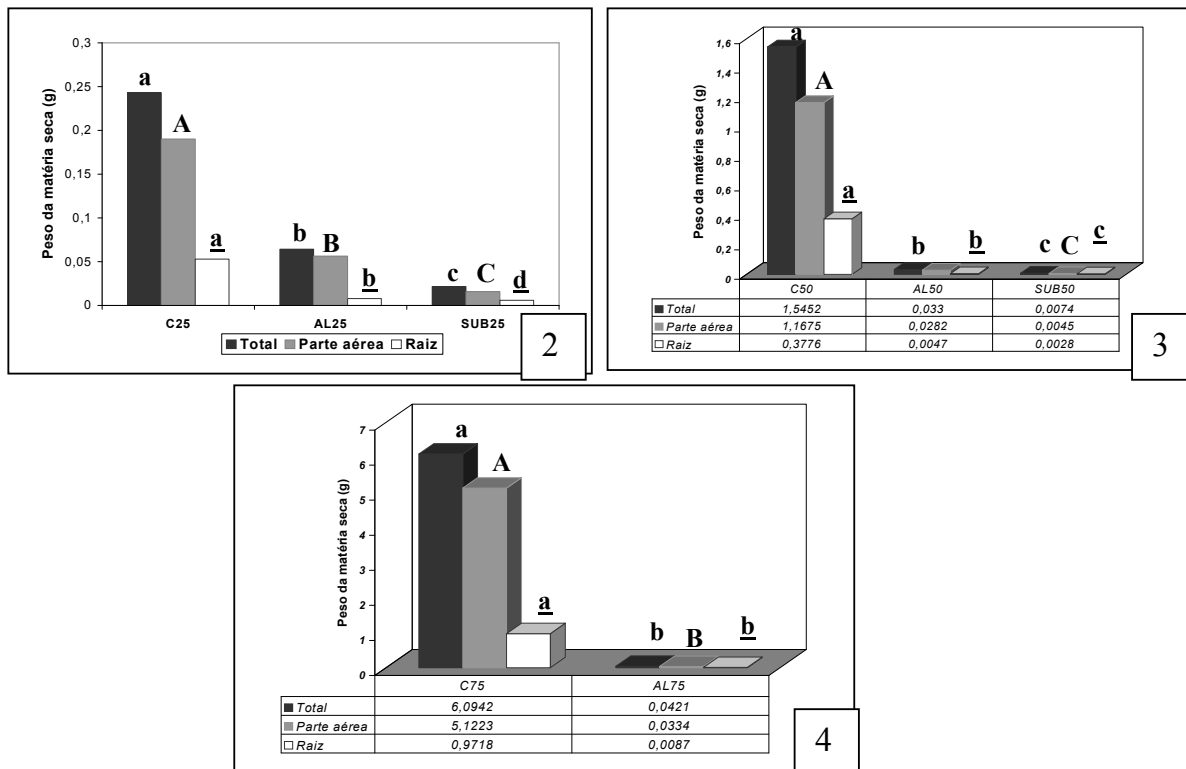
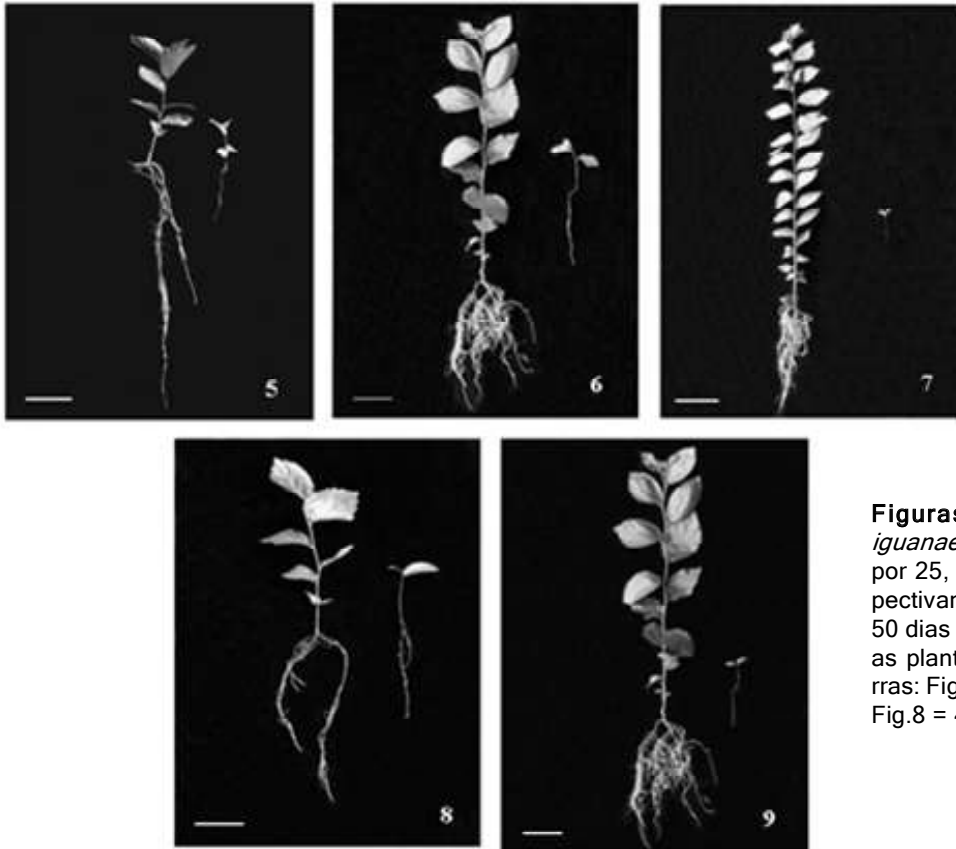


Figura 2 a 4. Peso da matéria seca de plantas de *Celtis iguanaea* submetidas ao alagamento e à submersão por 25 dias (Fig. 2), 50 dias (Fig. 3) e 75 dias (Fig. 4), comparadas com plantas-controle. As médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). N=5. (C25/C50/C75 = controle 25 dias, 50 dias e 75 dias, respectivamente. AL25/AL50/AL75 = alagado 25 dias, 50 dias e 75 dias, respectivamente. SUB25/SUB50 = submerso 25 dias e 50 dias, respectivamente).



Figuras 5 a 9: Plantas de *Celtis iguanaea* submetidas ao alagamento por 25, 50 e 75 dias (Figs. 5 a 7, respectivamente) e à submersão por 25 e 50 dias (Figs. 8 e 9), comparadas com as plantas-controle (à esquerda). (barras: Figs. 5, 6 e 9 = 5cm; Fig.7 = 10cm; Fig.8 = 4cm).

espécies tolerantes são aquelas que conseguem manter ou incrementar o peso seco da parte aérea, quando submetidas ao estresse por períodos comparáveis aos que estaria sujeita em seu habitat²⁴.

Nas plantas de *Celtis iguanaea* submetidas à submersão, além da inibição de seu crescimento, após um período de dez dias, a maioria das plantas apresentou folhas amareladas e/ou murchas, indicando um processo precoce de senescência. Esse processo também foi observado para as alagadas, porém, em poucas plantas. As plantas submersas não suportaram períodos de submersão superiores a 50 dias. Nesse intervalo de tempo, as plantas apresentaram também uma degeneração do sistema radicular e abscisão foliar. Essas respostas têm sido normalmente apresentadas por espécies consideradas intolerantes^{21,35,37}. Nos indivíduos totalmente submersos não existe a possibilidade de difusão de oxigênio da parte aérea para o sistema radicular, embora, algumas espécies tolerantes, como *Inga affinis* DC., possam apresentar mecanismos adaptativos que lhe permitem o crescimento e a sobrevivência em tais condições²².

O crescimento em altura da parte aérea foi significativamente afetado para as plantas de *Celtis iguanaea*, alagadas por 25, 50 e 75 dias (Figuras 5, 6 e 7) e, principalmente, em relação às plantas submersas por 25 e 50 dias (Figuras 8 e 9), quando comparadas com o desenvolvimento da planta-controle. Após 75 dias, o aumento cumulativo do diâmetro do caule nas plantas-controle foi de aproximadamente quatro vezes ao das plantas inundadas por esse período. Os sistemas aéreos,

na verdade, são indiretamente afetados pelo alagamento do solo, porque a saturação hídrica causa danos nas funções radiculares, das quais depende o sistema aéreo³⁸.

A raiz de *Celtis iguanaea* também apresentou uma redução no aumento do crescimento, tanto nas plantas alagadas quanto nas submersas, fato bem evidente naquelas alagadas e submersas após 50 dias (Figuras 5 a 9).

As plantas de *Celtis iguanaea* alagadas por 25 dias tiveram uma redução de 96,25% na taxa de crescimento relativo (TCR) da raiz. As submersas por 25 dias tiveram uma redução de 81%. As alagadas e submersas por 50 dias apresentaram uma redução de 89% e 77%, respectivamente, e as alagadas por 75 dias tiveram a taxa de crescimento reduzida em 99% (Tabela 1).

A redução do crescimento de alguns órgãos durante o alagamento das plantas pode ser uma estratégia para economizar energia e manter o metabolismo das regiões mais afetadas. Nesse caso, a sobrevivência da planta depende de um balanço na distribuição de fotoassimilados entre as várias partes vegetais⁹.

A produção de folhas novas foi insignificante para as plantas alagadas de *Celtis iguanaea*, quando comparadas com as do controle que tiveram um incremento de aproximadamente dez vezes, em relação às plantas alagadas, após o início do experimento. Nas plantas submersas dessa espécie não houve produção de folhas novas após a submersão. A abscisão de folhas foi

verificada em plantas alagadas por 50 e 75 dias e, como já citado anteriormente, nas submersas por 25 e 50 dias.

Tabela I. Taxa de crescimento relativo (TCR) de plantas de *Celtis iguanaea* mantidas na capacidade de campo, alagadas e submersas.

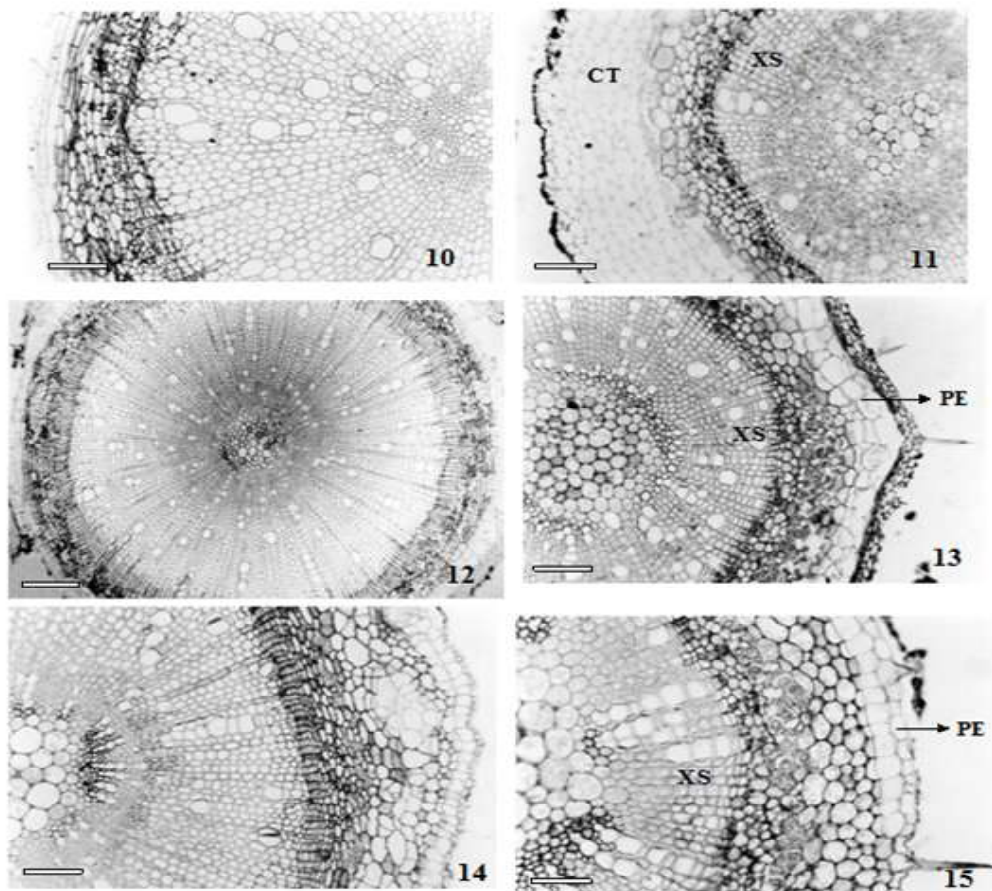
Tratamentos	TCR (mg g ⁻¹ d ⁻¹)		
	Parte aérea	Raiz	Planta
Controle	0,0920 a	0,0789 a	0,0879 a
25 dias Alagado	0,0441 b	0,0027 b	0,0354 b
Submerso	-0,0085 c	-0,0153 c	-0,0104 c
Controle	0,0843 a	0,0781 a	0,0810 a
50 dias Alagado	0,0080 b	-0,0084 c	0,0042 b
Submerso	-0,0275 c	-0,0182 b	-0,0249 c
Controle	0,0749 a	0,0654 a	0,0726 a
75 dias Alagado	0,0077 b	0,0006 b	0,0059 b

As médias seguidas de letras iguais, na coluna, para cada tratamento, não diferem pelo teste de Tukey. ($p < 0,05$), $n=5$.

As plantas alagadas de *Celtis iguanaea* não apresentaram diferenças estruturais significativas no período inicial de alagamento, exceto pelo crescimento secundário reduzido da raiz, hipocótilo e epicótilo, quando comparadas com as plantas-controle (Figuras 10 a 15). Nas plantas submetidas ao alagamento pelos períodos de 50 e 75 dias, o crescimento secundário se manteve muito lento (Figuras 16 e 17), e observou-se nas plantas de 75 dias a presença de lenticelas (Figura 18) e maior número de pêlos absorventes na raiz, o que não se verifica nas

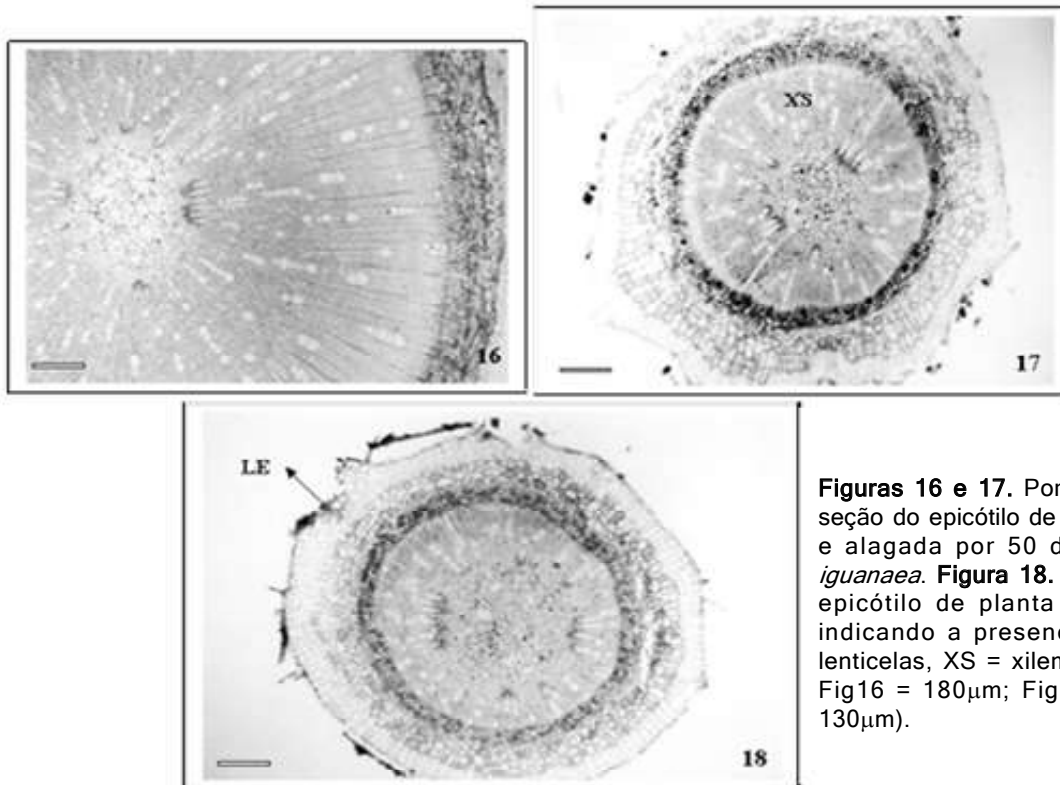
plantas-controle. Os cotilédones e o eofilo das plantas alagadas, durante todo o período experimental, não apresentaram alterações anatômicas em relação as folhas das plantas-controle, uma vez que já estavam formados quando as plantas foram submetidas ao alagamento e à submersão. No tocante a porcentagem de espaços intercelulares existentes no córtex da raiz, não foi constatada diferença marcante entre as plantas alagadas e as plantas-controle (Figura 19). Com referência às plantas submersas as alterações estruturais foram semelhantes às das plantas alagadas, no início do experimento. Entretanto, as plantas mantidas submersas por período mais longo mostraram muito pouco crescimento secundário e gradativa senescência de suas células, até a morte das plantas que ocorreu após os 50 dias.

O registro da presença de lenticelas e o número elevado de pêlos absorventes em plantas alagadas de *Celtis iguanaea* e a inexistência ou ocorrência em menor número dessas estruturas em plantas-controle, parece ser uma adaptação importante dessa espécie submetida ao alagamento. Aliás, é relatada a ocorrência de lenticelas hipertrofiadas em *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs, como caráter adaptativo dessa planta ao processo de alagamento²⁰. A presença de uma quantidade maior de pêlos absorventes na raiz de *Tabebuia avellaneda* Lor. ex Griseb, também é mencionada como uma adaptação à tolerância à inundaçã⁹.



Figuras 10 a 15.

Pormenores anatômicos de cortes transversais da raiz, hipocótilo e epicótilo (respectivamente) de *Celtis iguanaea*. Figuras 11, 13 e 15, plantas submetidas ao alagamento por 25 dias. Figuras 10, 12 e 14, seções de plantas-controle. (CT = córtex; PE = periderme; XS = xilema secundário). (barras: Figs. 10, 13 e 14 = 80 μ m; Fig. 11 = 90 μ m; Fig. 12 = 200 μ m; Fig. 15 = 55 μ m).



Figuras 16 e 17. Pormenores anatômicos de seção do epicótilo de plantas-controle (Fig.16) e alagada por 50 dias (Fig.17) de *Celtis iguanaea*. **Figura 18.** Pormenor anatômico do epicótilo de planta alagada por 75 dias, indicando a presença de lenticelas (LE = lenticelas, XS = xilema secundário). (barras: Fig.16 = 180 μ m; Fig.17 = 160 μ m; Fig.18 = 130 μ m).

Após 82 dias de alagamento todas as plantas de *Celtis iguanaea* morreram. A alta mortalidade de plantas sujeitas a um determinado período de inundação se deve a sua dificuldade de adaptação a ambiente dessa natureza. No solo inundado reduz-se grandemente a disponibilidade de nutrientes, devido a anoxia³¹. O resultado para a planta desenvolvida nesse solo  , freqüentemente, redução do crescimento, decomposição da clorofila³⁵, e a perda de folhas²¹, como constatado em *Celtis iguanaea*.

Celtis iguanaea, portanto, parece não desenvolver mecanismos eficientes de adaptação às condições de saturação hídrica do solo, e que, a sua sobrevivência no período inicial, pode estar relacionada à utilização de reservas acumuladas, e/ou pode ter ocorrido a expensas de fotossintetatos necessários para manter as atividades metabólicas essenciais²⁴. Dificilmente uma espécie, com essas características, teria condições de se estabelecer com sucesso, atingindo a fase reprodutiva e disseminando propágulos, em áreas naturalmente sujeitas a inundaç es²⁴.

Esses resultados corroboram aqueles já encontrados em uma detalhada investigação da vegeta o arbórea de uma floresta ripária aluvial e suas rela es edáficas, que registrou a dominância de *Celtis iguanaea* (70,3% do total amostrado) em diques marginais, topograficamente mais elevados e cujo solo, aluvial, de textura arenosa e não hidrom rfico^{7,8}, raramente sofre influência direta de alagamentos. A presença de *Celtis iguanaea* em áreas mais elevadas pode ser uma estratégia adaptativa, uma vez que suas plantas provavelmente não sobreviveriam nas áreas de depressão, localizadas atrás dos diques

sedimentares das matas ciliares, com maior possibilidade de alagamento durante um período mais prolongado. Nos diques, a inundação dura poucas horas, no máximo alguns dias, com uma renova o contínua da  gua. Espécies típicas dos diques raramente ocorrem nas depressões e/ou matas de brejo²⁴.  reas raramente inundadas são ocupadas por um tipo de vegeta o intolerante ao alagamento¹.

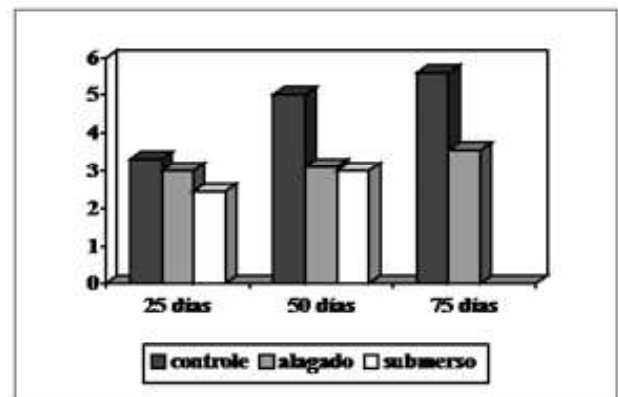


Figura 19. Porcentagem de espaçoes intercelulares corticais em ra es da planta de *Celtis iguanaea*, submetidas ao alagamento por 25, 50 e 75 dias e   submersão por 25 e 50 dias.

O sucesso de espécies neotropicais, em áreas sujeitas à saturação hídrica do solo, depende de uma combinação de adaptações morfoanatômicas, ecofisiológicas e metab licas²³. Assim, os resultados encontrados neste trabalho devem ser somados a outros estudos, além de observa es e coletas de dados no

campo, que são essenciais para completar aquelas obtidas em casa de vegetação e no laboratório.

REFERÊNCIAS

- Blom, C.W.P.M., Bögemann, G.M., Laan, P., Samn, A.J.M., Steeg, H.M., Voeselek, L.A.C.J. Adaptations to flooding in plants from river areas. *Aquatic Bot.*, **38**: 29-47, 1990.
- Budowski, G. Forest succession in tropical lowlands. *Turrialba*, **13**: 42-44, 1963.
- Budowski, G. Distribution of tropical american rain forest species in the light of sucessional processes. *Turrialba*, **15**: 40-42, 1965.
- Budowski, G. Los bosques de los tropicos humedos de America. *Turrialba*, **16**: 278-285, 1966.
- Campos, J.B., Costa Filho, L.V. *Proposta Técnica de Implantação da Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Ilha Grande*. SEMA/IAP. Curitiba, Paraná, 1994.
- Campos, J. B., Souza, M. C. Vegetação. In: A. E. A. M. Vazzoler; A. A. Agostinho e N. S. Hahn. (eds.) *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Editora da Universidade Estadual de Maringá (EDUEM), Maringá, 1997, pp. 331-342.
- Campos, J.B., Romagnolo, M.B., Souza, M.C. Structure, composition and spatial distribution of tree species in a remnant of the semideciduous seasonal alluvial forest of the Upper Paraná river floodplain. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, **43**: 185-194, 2000.
- Campos, J.B., Souza, M.C. Arboreous vegetation of alluvial Riparian Forest and their soil relations: Porto Rico island, Paraná, Brazil. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, **45**: 137-149, 2002.
- Davanso-Fabro, V. M. *Tolerância à inundação: aspectos morfo-anatômicos e ecofisiológicos do desenvolvimento de Tabebuia avellanadae Lor. ex Griseb. (Bignoniaceae)*. Dissertação, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil, 1998.
- Davanso-Fabro, V. M., Medri, M.E., Bianchini, E., Pimenta, J. A. Tolerância à inundação: Aspectos da anatomia ecológica e do desenvolvimento de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (Fabaceae). *Braz. Arch. Biol. Technol.*, **41**: 475-482, 1998.
- Davanso-Fabro, V. M., Medri, M.E, Souza, L.A., Colli, S. *Tabebuia avellanadae* Lor. ex Griseb. (Bignoniaceae) submitted at the flooding and the "ethrel" and silver nitrate application. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, **46**: 57-64, 2003.
- Denslow, J. S. Gap partitioning among tropical rainforest tree. *Trop. Succ.*, **47**: 47-55, 1980.
- Gerlach, G. *Botanische Microtechnik, eine Einführung*. George Thieme, Stuttgart, 1969.
- Gómez-Pompa, A., Wiechers, B. L. Regeneración de los ecosistemas tropicales y subtropicales. In: A. Gómez-Pompa, C. Vasquez-Yanes, S. A. Rodriguez y A. Butanda Cervera. (eds.) *Regeneración de selvas*. Continental, Mexico, 1976, pp. 11-30.
- Hook, D.D. Adaptations to flooding with fresh water. In: T.T. Kozlowski (ed.). *Flooding and Plant Growth*. Academic Press, London, 1984, pp. 265-294.
- Jensen, W. A. *Botanical Histochemistry: Principles and Practice*. W.H. Freeman, San Francisco, 1962.
- Johansen, D. A. *Plant Microtechnique*. McGraw-Hill Book Company, New York, 1940, pp. 27-203.
- Joly, C. A. *Flooding tolerance mechanisms of some brazilian trees*. Ph. D. thesis, Univ. St. Andrews, St. Andrews, 1982.
- Kageyama, P. Y., Equipe técnica da CESP. Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP. *Ser. Técn. IPEF*, **8**: 1-43, 1992.
- Kolb, R.M., Medri, M.E., Bianchini, E., Pimenta, J.A., Giloni, P.C., Correa, T.G. Anatomia ecológica de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs (Euphorbiaceae) submetida ao alagamento. *Rev. Bras. Bot.*, **21**: 1-16, 1998.
- Kozlowski, T.T. Responses of Woody Plants to Flooding. In: T.T. Kozlowski (ed.) *Flooding and Plant Growth*. Academic Press, New York, 1984, pp. 129-163.
- Lieberg, S.A., Joly, C.A. *Inga affinis* DC (Mimosaceae): Germinação e tolerância de plântulas à submersão. *Rev. Bras. Bot.*, **16**: 175-179, 1993.
- 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. *Rev. Brasil. Bot.*, **18**: 177-183, 1995.
- Lobo, P. C., Joly, C. A. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do sudeste do Brasil. In: R. R. Rodrigues e H. F. Leitão Filho (eds.), *Matas ciliares: conservação e recuperação*. Editora da Universidade de São Paulo (Edusp), São Paulo, Brasil, 2000, pp.143-157.
- Maack, R. *Geografia Física do Estado do Paraná*. J. Olympio, Rio de Janeiro, 1981.
- Marques, M.C.M., Pimenta, J.A., Colli, S. Germinação de *Cedrela fissilis* Vell. e *Parapiptadenia rigida* (Benth) Bren. após pré-tratamento em condições hipóxicas e posterior estocagem a seco. *Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas* 620-624, 1992.
- Medri, M.E. *Anatomia comparada e correlações fisiológicas de seis clones de Hevea sp.* Tese de doutorado, Universidade do Amazonas/INPA, Manaus, 1980.
- Medri, M. E., Bianchini, E., Pimenta, J. A., Delgado, M. F., Correa, G. T. Aspectos morfo-anatômicos e fisiológicos de *Peltophorum dubium* (Spr.) Taub. submetida ao alagamento e à aplicação de ethrel. *Rev. Brasil. Bot.*, **21**: 261-267, 1998.
- Neiff, J.J. Las grandes unidades de vegetacion y ambiente insular del rio Parana en el tramo Candelaria - ta Ibate. *Rev. Assoc. Cienc. Nat. Litoral*, **17**: 7-30, 1986.
- Previdello, M. E., Souza, M. C., Romagnolo, M. B. Análise da estrutura da mata ciliar em área de colonização natural, ilha Mutum, rio Paraná, mun. De Taquaruçu, MS. *4º Congresso Nacional de Botânica*, Nova Friburgo, Brasil, 1996, p.200.
- Ponnamperuma, F.N. The chemistry of submerged soils. *Adv. Agron.*, **24**: 29-95, 1972.
- Reid, D.M., Bradford, K.J. Effects of flooding on hormone relations. In: T.T. Kozlowski, (ed.). *Flooding and Plant Growth*. Academic Press, London. 1984, pp. 195-219.

33. Schlüter, U.B., Furch, B., Joly, C.A. Physiological and anatomical adaptations by young *Astrocaryum jauari* Mart. (Arecaceae) in periodically inundated biotopes of Central Amazonia. *Biotropica*, **25**: 384-396, 1993.
34. Sena Gomes, A.R., Kozlowski, T.T. The effects of flooding on water relations and growth of *Theobroma cacao* var. *catonga* seedlings. *J. Hortic. Sci.*, **61**: 267-271, 1988.
35. Sena Gomes, A.R., Kozlowski, T.T. Physiological and growth responses to flooding of seedlings of *Hevea brasiliensis*. *Biotropica*, **20**: 286-293, 1988.
36. Souza, M. C., Cislinski, J., Romagnolo, M. B. Levantamento florístico. In: A. E. A. M. Vazzoler, A. A. Agostinho e N. S. Hahn. (eds.), *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Editora da Universidade Estadual de Maringá (EDUEM), Maringá, 1997, pp. 343-368.
37. Tang, Z.C., Kozlowski, T.T. Some physiological and growth responses of *Betula papyrifera* seedlings to flooding. *Physiol. Plant.*, **55**: 415-420, 1982.
38. Vartapetian, B.B., Jackson, M.B. Plant adaptations to anaerobic stress. *Ann. Bot.*, **79**: 3-20, 1997.
39. Yamamoto, F., Sakata, T., Terazawa, K. Growth, morphology, stem anatomy and ethylene production in flooded *Alnus japonica* seedlings. *IAWA J.*, **16**: 47-59, 1995.

Correspondencia: Rosemari Pilati, Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Biologia, Avenida Colombo, 5790 (87020-900) Maringá, Paraná, Brasil.
Correio eletrônico: rpilati@unipar.br