

CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE VÁRZEA AMAZÔNICA EM RESPOSTA A MUDANÇAS NO REGIME HIDRICO

Edirlan Rodrigues MENDES¹

Maria Teresa Fernandez PIEDADE^{3;5}

Aurélia Bentes FERREIRA⁴

Aline LOPES²

¹Bolsista Iniciação Científica INPA-PIBIC/CNPq;

²Orientadora INPA/MAUA;

³Colaboradora INPA/MAUA; ⁴Colaboradora Bolsista AT/FAPEAM;

⁵PG-ECO-INPA; ⁶CBIO/INPA.

INTRODUÇÃO

A dinâmica sazonal hidrológica dos rios da Amazônia, com uma fase terrestre e uma fase aquática, durante o ano, influencia o estabelecimento e crescimento da vegetação nessas áreas Junk (1989); Wittmann *et al.* (2004); Parolin *et al.* (2010). O excesso de água induz vários fatores estressantes nas plantas (Jackson e Colmer 2005). Dentre estes fatores, pode-se destacar a hipóxia causada pelo elevado consumo de oxigênio pela respiração das raízes e micro-organismos, e pela difusão insuficiente de oxigênio na água e em tecidos submersos (Crawford 1992; Armstrong *et al.* (1994); Visser *et al.* (2003). Por outro lado, a limitação de água na fase terrestre resulta em perdas de biomassa e redução de crescimento, levando à mortalidade de muitas plântulas das espécies arbóreas (Waldhoff *et al.* (2002); Schöngart *et al.* (2002); Ferreira *et al.* (2007); Parolin *et al.* (2010). Apesar das alterações morfológicas, bioquímicas e ecofisiológicas das plântulas de áreas alagáveis em respostas ao alagamento serem bastante estudadas, existem ainda dificuldades na compreensão de como mudanças no ciclo hidrológico afetaria esses processos e como influenciaria a distribuição e o estabelecimento de plântulas nessas áreas alagáveis.

O objetivo desse estudo foi avaliar o crescimento de duas espécies arbóreas de várzea Amazônica, *Pseudobombax munguba* (Mart. & Zucc.) Dugand e *Vitex cymosa* Bertero ex Spreng frente à mudanças no regime hídrico.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos foram coletados na Costa do Catalão que está localizada na margem esquerda do rio Solimões. Após a coleta foram despolidos e as sementes saudáveis foram selecionadas para os experimentos. Foi realizada a germinação de 150 sementes de cada espécie sendo que plântulas de aspecto saudável e semelhantes entre si foram posteriormente selecionadas para o experimento. Após o período de aclimação, as plântulas de ambas as espécies foram numeradas, sorteadas aleatoriamente e separadas em 3 lotes, com 25 indivíduos cada um, num total 75 plântulas de cada espécie. Cada lote foi submetido aos tratamentos por cinco meses, aos seguintes regimes hídricos: 1. Parcialmente inundado (simulando sítios da várzea baixa) com 5 meses de inundação parcial; 2. Seca (indivíduos de cada população protegidos da chuva e com irrigação limitada a uma vez na semana) com 5 meses exposto à seca; 3. Controle (indivíduos de cada população protegidos da chuva e regularmente irrigados com água do poço artesiano). Os parâmetros utilizados para medir o crescimento

foram: diâmetro do colo (mm), altura (cm) e contagem das folhas. Foi feita também avaliação da biomassa vegetal do caule, raiz e folhas, em balança digital (modelo Bel Mark 210 A) com capacidade para 210 g e precisão de 0,0001g. Para calcular o peso seco, as plântulas foram levadas a estufa de circulação forçada DELTA a 80 °C, até peso constante, utilizando a mesma balança. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas no tempo para análises de dados de crescimento e para as medidas de biomassa foi utilizada ANOVA seguida de Teste de Tukey a 5% para testar as diferenças entre os tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os 150 dias em que os indivíduos das duas espécies ficaram submetidos aos tratamentos de inundação parcial, seca e controle, a taxa de sobrevivência para ambas as espécies nesses tratamentos foi de 100%. Entretanto, os resultados apresentados neste estudo mostraram uma clara variação nos aspectos morfológicos relacionadas às respostas aos diferentes tratamentos a que essas espécies foram expostas, como necrose foliar, raízes adventícias e lenticelas hipertrofiadas que ocorreram nas duas espécies já com 15 dias de inundação. Estas adaptações morfológicas ao estresse alagamento são descritas também para outras espécies amazônicas como *Cassia leiandra*, *Nectandra amazonum* e *Pouteria glomerata* (Waldhoff e Furch (2002); Waldhoff (2003). Após três meses, as plântulas no presente estudo apresentaram acentuada perda de folhas principalmente nos tratamentos controle e seca, e demoram mais três meses para recuperar as folhas.

A altura das plântulas de *Pseudobombax munguba* foi afetada pelos tratamentos, ($F= 15,357$, $p<0,001$), pelo tempo ($F= 140.171$, $p< 0,0001$) e pela interação tempo e tratamento ($F= 12,474$, $p< 0,0001$). Desde o início dos experimentos, o tratamento de inundação parcial apresentou maior crescimento em relação aos demais tratamentos, especialmente entre 90, 120 e 150 dias. Os tratamentos de controle e seca apresentaram crescimento continuado muito parecido, mas com valores de incremento menores em relação ao tratamento de inundação parcial (Figura 1 A). A altura de *Vitex cymosa* também foi influenciada pelos tratamentos ($F=8.036$, $p = 0,001$), havendo influencia do tempo ($F= 97,287$, $p < 0,001$) e da interação entre tempo e tratamentos ($F= 12.210$, $p < 0,001$). No início dos experimentos, os indivíduos de cada tratamento apresentaram crescimentos muito semelhantes. Ao final do experimento, as plântulas submetidas ao tratamento de inundação parcial, seguidamente pelo tratamento de seca apresentaram maiores valores de altura que o controle (Figura 1 B).

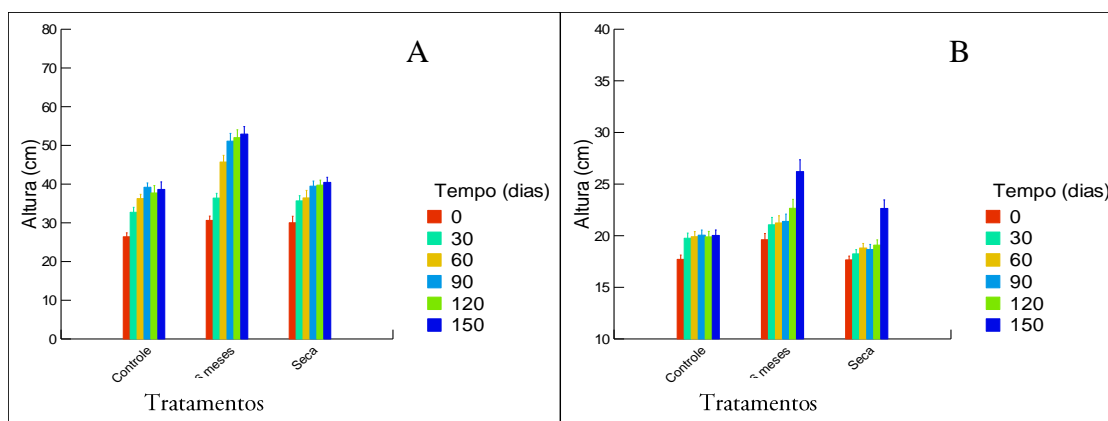


Figura 1. Média da altura das plantas nos 3 tratamentos, durante 150 dias de experimento de *Pseudobombax munguba* (Mart. & Zucc.) Dugand (A); *Vitex cymosa* Bertero ex Spreng (B).

As duas espécies utilizadas neste estudo mostraram diferentes estratégias devido a suas diferentes posições no gradiente de inundação na várzea, podendo ambas tolerar a inundação parcial e seca por 150 dias durante o presente experimento. As plântulas de *Pseudobombax munguba* quando submetidas ao alagamento parcial demonstraram crescimento rápido em altura ao longo do experimento em relação aos demais tratamentos, seguindo a estratégia proposta por Parolin (2009) de tentativa de escape a inundação. Já as de *Vitex cymosa*, quando submetidas ao alagamento parcial, mostraram crescimento reduzido em altura, com um aumento apenas aos 150 dias mostrando uma estratégia de preservação de energia durante a situação de estresse Parolin (2009); Parolin *et al.* (2010).

O diâmetro do colo caulinar de *Pseudobombax munguba* foi influenciado pelos tratamentos ($F=11,932$, $p=0,001$), pelo tempo ($1.098,572$, $p<0,001$) e pela interação entre tempo e tratamento ($F=15,352$, $p<0,001$). Desde o início do experimento, as plântulas do tratamento de inundação parcial, apresentaram maior crescimento que os demais tratamentos. As plântulas submetidas aos tratamentos controle e seca tiveram dados muito semelhantes desde o início ao término do experimento, apresentando o menor incremento em relação às plântulas do tratamento parcialmente inundado (Figura 2 A). Na espécie *Vitex cymosa* o diâmetro do colo caulinar não sofreu influência significativa pelos tratamentos ($F=1,919$, $p= 0,154$), porém, foi influenciado pelo tempo ($F=505,390$, $p< 0,001$) e também pela interação em tempo e tratamento ($F=9,595$; $p< 0,001$). Nos primeiros 30 dias, todos os tratamentos apresentaram valores semelhantes. Contudo, ao final dos tratamentos, as plântulas expostas à seca e inundação parcial obtiveram crescimentos menores em diâmetro que o tratamento controle. (Figura 2 B).

Esse incremento em diâmetro não é esperado em plantas de áreas alagadas, Parolin *et al.* (2010) relatam que as plântulas submersas tendem a reduzir substancialmente seu crescimento em altura diâmetro e número de folhas como resposta ao estresse hídrico. Considerando que as duas espécies no presente estudo continuaram crescendo em diâmetro nos três tratamentos, podemos supor que nem o alagamento e nem seca causaram estresse suficiente para interromper o metabolismo e consequentemente o crescimento das plântulas.

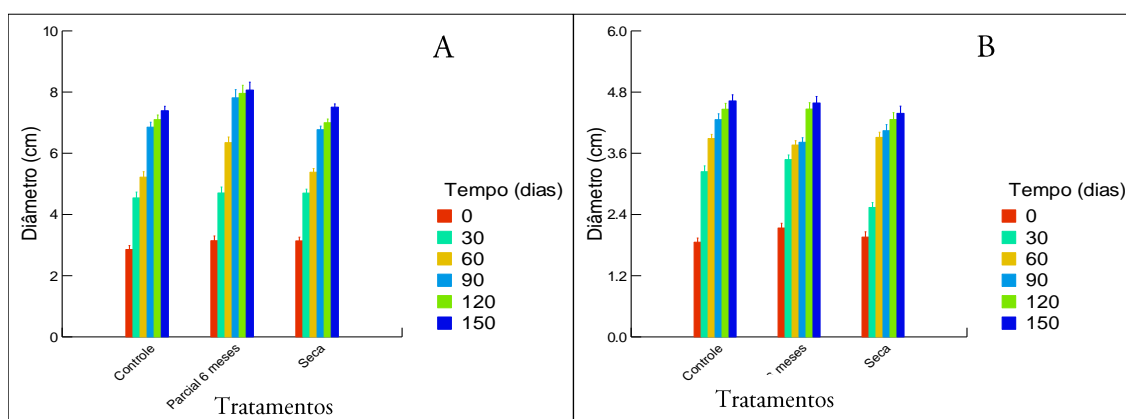


Figura 2. Média do diâmetro do colo caulinar nos tratamentos, durante 150 dias de experimento nos indivíduos *Pseudobombax munguba* Mart. & Zucc.) Dugand (A); *Vitex cymosa* Bertero ex Spreng (B).

O número de folhas de *P. munguba*, foi afetado pelos tratamentos ($F= 34,974$, $p=0,001$), pelo tempo ($F=320,640$, $p<0,001$) e foi influenciado pela interação tempo tratamento ($F=34,125$, $p<0,001$). Em todos os tratamentos houve ganho foliar nos primeiros 90 dias de tratamento. Porém, após esse período as plântulas

perderam um grande número de folhas e ao final do experimento os tratamentos de seca e inundação parcial tiveram menor produção de folhas que o controle (Figuras 3 A). Em *Vitex cymosa* o número de folhas foi afetado significativamente pelos tratamentos ($F=7,782$, $p=0,001$) pelo tempo ($F=307,537$, $p=0,001$) e pela interação tempo tratamento ($F=28,798$, $p=0,001$). Nos primeiros 60 dias, todos os tratamentos apresentaram aumento no número de folhas. Aos 90 dias, as plântulas começaram a perder as folhas, havendo uma recuperação ao termino do experimento, que foi menos evidente no tratamento controle (Figuras 3 B). A queda de folhas é uma estratégia de diversas espécies amazônicas quando no período de alagamento da várzea entre agosto e novembro (Worbes, 1997). Durante o período de seca a queda de folhas pode ser uma estratégia para diminuir o estresse da seca pela transpiração (Borchert 1983; Medina 1983; Wright e Cornejo 1990), o que pode ter ocorrido com as duas espécies no presente estudo que apresentaram queda de folhas em ambos os tratamentos.

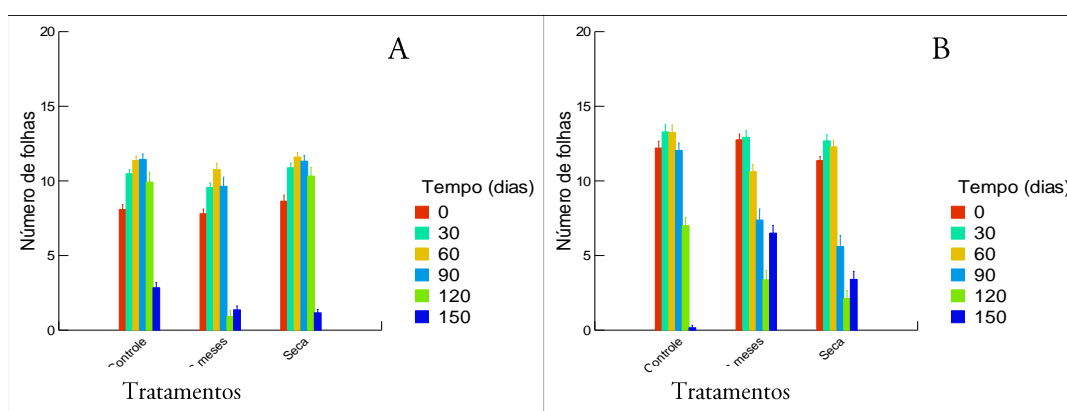


Figura 3. Média das folhas nos tratamentos, durante 150 dias de experimento nos indivíduos *Pseudobombax munguba* Mart. & Zucc.) Dugand (A); *Vitex cymosa* Bertero ex Spreng (B).

O incremento em biomassa de folhas de *Pseudobombax munguba* não foi influenciado pelos tratamentos ($F=1,589$, $p=0,248$), assim como a biomassa do caule ($F=1,885$, $p=0,194$). Porém, a biomassa da raiz apresentou alterações nos tratamentos ($F=6,744$, $p=0,011$), apresentando maiores valores nas plântulas submetidas a inundação parcial. A biomassa total também não foi influenciada pelos tratamentos ($F=1,589$, $p=0,623$, $p = 0,553$) (Figura 4 A). O incremento em biomassa das folhas de *Vitex cymosa* não foi influenciado pelos tratamentos ($F=1,206$, $p=0,355$). Porém, a biomassa do caule foi afetada pelos tratamentos ($F=8,468$, $p =0,005$), sendo maior nas plântulas no tratamento parcialmente inundado. A biomassa das raízes não foi afetada ($F=0,910$, $p= 0,429$). Já a biomassa total foi afetada pelos tratamentos apresentando maiores valores no tratamento de inundação parcial em relação ao controle ($F=8,054$, $p =0,006$) (Figura. 4 B). O período de maior incremento em biomassa das plantas de várzea é durante a fase terrestre (Worbes, 1997). Porém, no presente estudo não foi observado maior incremento no controle em relação aos tratamentos, mostrando que algum fator ambiental pode ter prejudicando as plantas controle, provavelmente a quantidade de luz que na cada de vegetação é reduzida em relação ao ambiente anual.

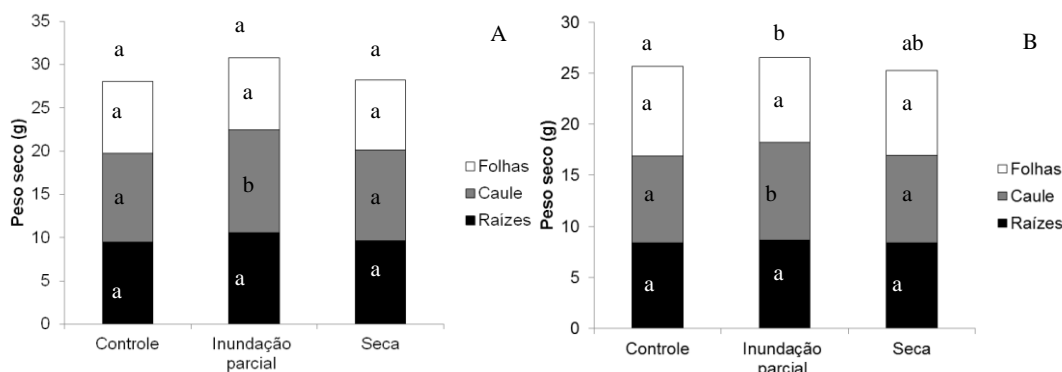


Figura 4. Biomassa de folhas, caule, raízes e total nos tratamentos, durante 150 dias de experimento nos indivíduos *Pseudobombax munguba* Mart. & Zucc.) Dugand (A); *Vitex cymosa* Bertero ex Spreng (B). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos, sendo as letras acima das barras indicando a diferença da biomassa total.

CONCLUSÃO

No presente estudo ficou clara a estratégia diferencial das duas espécies como resposta ao estresse hídrico, sendo que *P. munguba*, como espécie pioneira, apresentou um crescimento mais rápido e *V. cymosa* uma espécie secundária apresentou um crescimento reduzido em período de estresse. Parâmetros fisiológicos precisam ainda ser analisados para se entender melhor os mecanismos que levam a estas estratégias diferenciadas. Porém, já se pode supor que as mudanças hidrológicas afetarão o metabolismo e, provavelmente afetarão a distribuição de espécies arbóreas nas áreas alagáveis amazônicas.

REFERÊNCIAS

- Armstrong, W.; Brandle, R.; Jackson, M.B. 1994. Mechanisms of flood tolerance in plants. *Acta Botanica Neerlandica*, 43: 307-358.
- Borchert, R. 1983. Phenology and control of flowering in tropical trees. *Biotropica*, 15: 8-89.
- Crawford, RMM. 1992. Oxygen availability as an ecological limit to plant distribution. *Advances in Ecological Research*, 23: 93-185.
- Fernandez, M.D.; Pieters, A.; Donoso, C.; Herrera, C.; Tezara, W. 1999. Seasonal changes in photosynthesis of trees in the flooded forest of the Mapipe River. *Tree Physiology*, 19: 79-85.
- Ferreira, C.S.; Piedade, M.T.F.; Junk, W.J.; Parolin, P.; 2007. Floodplain and upland populations of Amazonian *Himatanthus sukuuba*: effects of flooding on germination, seedling growth and mortality. *Environmental and Experimental Botany*, 60: 477-483.
- Jackson, M.B. & Colmer, T.D. 2005. Response and Adaptation by Plants to Flooding Stress. *Annal of Botany*. 96: 501-505.
- Junk, W.J.; Piedade, M.T.F.; Schöngart, J.; Cohn-Haft, M.; Adeney J.M.; Wittmann, F. 2011. A classification of major naturally-occurring Amazonian lowland wetlands. *Wetlands*, 31: 623-640.
- Junk, W.J.; Bayley, P.B.; Sparks, R.E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: D. P. Dodge (ed.) *Proceeding of the International Large River Symposium Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci*, 106: 503.

- Medina E. 1983. Adaptations of tropical trees to moisture stress. In: *Ecosystems of the world: Tropical rain forest ecosystems*. Golley F.B. (ed.). Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam Oxford NY, pp. 225-237.
- Parolin, P. 2009. Submerged in darkness: adaptations to prolonged submergence by woody species of the Amazonian floodplain. *Annals of Botany*, 103: 359-376.
- Parolin, P.; Lucas, C; Piedade, M.T.F.; Wittmann, F. 2010. Drought responses of floodtolerant trees in Amazonian floodplains. *Annals of Botany*, 105: 129-139.
- Schöngart, J.; Piedade, M.T.F.; Ludwigshausen, S.; Horna, V.; Worbes, M. 2002. Phenology and stemgrowth periodicity of tree species in Amazonian floodplain forests. *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, 18: 581- 597.
- Visser, M.E. et al. 2003. Variable responses to large-scale climate change in European Parus populations. *Proc. R. Soc. B*, 270: 367–372.
- Waldhoff, D. 2003. Leaf structure in trees of Central Amazonian floodplain forests (Brazil). *Amazoniana* 17(3/4):451-469.
- Waldhoff, D.; Furch, B.; Junk, W.J. 2002. Fluorescence parameters, chlorophyll concentration, and anatomical features as indicators for flood adaptation of an abundant tree species in Central Amazonia: *Symmeria paniculata*. *Environmental and Experimental Botany*, 48: 225-235.
- Waldhoff, D.; Furch, B. 2002. Leaf morphology and anatomy in eleven tree species from Central Amazonian floodplains (Brazil). *Amazoniana*, 17(1/2): 79-9.
- Wittmann, F.; Junk, W.J.; Piedade, M.T.F. 2004. The várzea forests in Amazonia: flooding and the highly dynamics geomorphology Interact with natural forest succssion. *Forest Ecology and Management*, 196: 199-212.
- Worbes, M. 1997. The forest ecosystem of the floodplains. In: *The central Amazon floodplain*. Junk, W. J. (ed.). pp. 223-265. Springer, Berlin.
- Wright S.J.; Cornejo F.H. 1990. Seasonal drought and the timing of flowering and leaf fall in a neotropical forest. In: *Reproductive Ecology of tropical forest plants*. Bawa K.S.; Hadley M. (eds). *Man and the Biosphere Series Paris* (Unesco), 7: 49-61.