

Resposta fotossintética de plântulas de *Dalbergia nigra* Allem. em relação à temperatura

Fernanda de Vasconcellos Barros¹ e José Pires de Lemos-Filho²

Introdução

Na maioria das espécies a fotossíntese é reduzida quando a planta é submetida a temperaturas extremas, sendo seu valor ótimo em temperaturas intermediárias [1]. Porém muitas espécies possuem certa plasticidade fenotípica, modificando sua morfologia e fisiologia para responder melhor as condições ambientais [2]. Desta maneira, espécies com maior plasticidade tenderiam a ter uma distribuição mais ampla, conseguindo sobreviver em ambientes mais diferenciados.

Outro fator também importante na fotossíntese é a quantidade de energia luminosa. A aclimação à temperatura e a radiação incidente envolvem mudanças na taxa fotossintética [1]. No geral as plantas que crescem em ambientes com temperaturas mais elevadas apresentam máxima taxa fotossintética a maiores temperaturas [3].

Plantas tropicais quando expostas a baixas temperaturas podem sofrer uma forma de estresse conhecida como resfriamento (“chilling”). A mais rápida resposta ao “chilling” é a inibição da fotossíntese mesmo em moderadas intensidades de luz. Em condições de temperaturas muito elevadas o estresse pode promover danos ao fotossistema II (PSII), reduzindo o transporte de elétrons e a assimilação do CO₂ [4].

Dalbergia nigra Allem. conhecida popularmente por jacarandá-da-bahia ocorre na Mata Atlântica, da Bahia até o estado de São Paulo [5], apresenta madeira de alta qualidade, sendo bastante procurada e por isso, encontra-se hoje ameaçada de extinção. Desta maneira, o objetivo do presente trabalho foi verificar a resposta fotossintética de plântulas desta espécie à temperaturas diferentes. A predição é que *D.nigra*, por apresentar uma distribuição restrita à floresta tropical, apresente decréscimo significativo na sua performance fotossintética quando submetidas tanto a baixas como a altas temperaturas.

Material e métodos

Coleta das sementes

As sementes foram coletadas no mês de setembro de 2005, de duas populações de *D. nigra*, na região de Belo Horizonte e Bom Jesus do Amparo, sendo colocadas para germinar a 25°C com fotoperíodo de 12/12horas claro/escuro. Foram feitas 30 mudas em copos plásticos de 500 ml com solo orgânico e destas, somente 15 foram

utilizadas no experimento.

Experimento e análise de dados

Cinco plantas com 45 dias de idade foram submetidas às temperaturas de 10, 20 e 40°C em câmaras de crescimento, sob 30 $\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ de radiação fotossinteticamente ativa. Após 24 e 48 horas, a fotossíntese foi avaliada através de medidas de fluorescência da clorofila a, utilizando-se um fluorímetro Walz (MINIPAM). A resposta aos tratamentos de temperatura, foi determinada a partir de curvas de saturação de luz. O rendimento quântico do fotossistema II ($\phi = \Delta F/F'm$) foi determinado conforme Genty et al [6]; e a partir da densidade do fluxo de fótons de radiação fotossinteticamente ativa (DFF) incidente foi determinada a taxa relativa de transporte de elétrons, conforme Lütge et al [5]:

$$\text{ETR} = (\Delta F/F'm) 0,84 \text{ DFF } 0,5;$$

onde 0,84 corresponde a uma estimativa da fração da luz incidente que é absorvida efetivamente; e 0,5 a um fator considerando a excitação luminosa dos dois fotossistemas.

As curvas de resposta foram ajustadas utilizando-se o programa PRISMA. Com o mesmo programa, após teste de normalidade, os valores de ETR máximo foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas utilizando-se o teste de Tukey.

Resultados

Em relação às curvas de saturação, pode-se observar que nas curvas obtidas com 24 horas (Fig. 1A), houve distinção entre os tratamentos, com maiores valores de ETR a 20°C, menores valores a 10°C e comportamento intermediário a 40°C. Apesar dessas diferenças, a saturação do transporte de elétrons ocorreu aproximadamente nos mesmos valores de DFF, para todas as temperaturas ($\sim 600 \mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$). Após 48 horas de exposição aos tratamentos, as curvas de resposta dos à luz nas temperaturas de 10 e 40°C se igualaram, mas a 20°C os valores de ETR permaneceram superiores. Após esse tempo, nas plantas mantidas a 20°C, a densidade do fluxo de fótons necessária para a saturação do transporte de elétrons continuou praticamente a mesma, porém, para as demais temperaturas, o valor de DFF para saturação da ETR decresceu (Fig. 1B).

Os máximos valores de ETR (ETRmax) obtidos nas curvas de saturação foram estatisticamente distintos nas

1. Aluna de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre, Departamento de Biologia Geral, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais. Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte, MG, CEP 31270-910. E-mail: nandavascon@gmail.com

2. Professor Titular do Departamento de Botânica, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais. Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte, MG, CEP 31270-910.

Apoio financeiro: CAPES e CNPq.

diferentes temperaturas e tempos de exposição ($p < 0,0003$). Os valores ETRmax, após 24 horas foram significativamente maiores à 20°C em relação à 10°C, porém a média obtida a 40°C foi intermediária entre estes tratamentos, sendo estatisticamente similar à média obtida a 20 °C (Tab. 1). Com 48 horas, não houve uma redução significativa dos valores de ETRmax quando analisados em cada tratamento, porém a maior diferença temporal obtida, foi no tratamento de 40 °C, que de 28,5 passou para 17,4 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Ao comparar as médias das diferentes temperaturas em 48 horas, nota-se que os valores de ETRmax foram significativamente maiores em plântulas submetidas à 20°C (29,5 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), que foi, conforme o esperado, similar aos valores obtidos em 24 horas. No maior tempo de exposição, nas temperaturas extremas os valores de ETRmax foram inferiores ao observado a 20°C.

Discussão

Nas plantas de *D. nigra*, o estresse térmico causado tanto pelo resfriamento quanto pela alta temperatura pôde ser detectado por meio de técnicas de medidas de fluorescência da clorofila. As curvas de resposta da taxa relativa de transporte de elétrons no fotossistema II e os valores máximos de ETR demonstraram que a redução da temperatura afetou significativamente a atividade do PSII com 24 horas, porém à 40°C, a influência deste aumento da temperatura foi detectada somente com um maior tempo de exposição da plantas de *D. nigra*. Estes resultados sugerem uma situação de estresse das plantas de *D. nigra*, que quando expostas a temperaturas extremas, no caso 10 e 40°C, podem ter sofrido danos no seu aparato fotossintético, apresentando um decréscimo no rendimento quântico do fotossistema II e na assimilação do CO₂. Situações de estresse aumentam a probabilidade de maior dissipação dos elétrons absorvidos pelo complexo antena, na forma de calor, resultando numa inibição fotossintética [8].

A importância da temperatura nos processos metabólicos relacionados à manutenção celular, já foi demonstrada por diversos trabalhos [1,9,10].

O aumento na temperatura promove um aumento na atividade enzimática, porém quando excessivo pode causar danos a estas proteínas, do mesmo modo que temperaturas muito baixas promovem um decréscimo nesta atividade [1].

A exposição à temperatura de 20 °C não foi um fator tão estressante para *D.nigra*, que apresentou seu maior

rendimento quântico, neste tratamento. Isso pode estar relacionado à faixa de temperatura, que é mais favorável ou às características da espécie, que possui sua distribuição restrita ao trecho da Mata Atlântica entre a Bahia e São Paulo. Possivelmente, a sensibilidade às baixas temperaturas limitou a expansão da espécie ao sul da sua área de ocorrência.

Agradecimentos

À Maira, Sérgio e Marcos pela ajuda nas coletas, triagem e germinação das sementes. Aos professores e técnicos do Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Minas Gerais. À CAPES, financiadora da bolsa de mestrado. J. P.Lemos-Filho agradece a bolsa de pesquisa do CNPq.

Referências

- [1] HIKOSACA, K.; ISHIKAWA, A. B.; MULLER O. & ONODA Y. 2006. Temperature acclimation of photosynthesis: mechanisms involved in the changes in temperature dependence of photosynthetic rate. *Journal of Experimental Botany* 57 (2): 291-302.
- [2] SCHLICHTING, C. D. 1986. The Evolution of Phenotypic Plasticity in Plants. *Annual Review Ecology System* 17: 667-6693
- [3] BERRY, J. & BJORKMAN, O. 1980. Photosynthetic response and adaptation to temperature in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology* 31: 491-543.
- [4] BAKER, N. R. & ROSENQVIST, E. 2004. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. *Journal of Experimental Botany* 55:1607-1621.
- [5] LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: manual de identificação de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Ed Plantarum 1992, São Paulo. p 236.
- [6] GENTY, B.; BRIANTAIS, J.M. & RAKER, N.R 1989. The relationship between quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochim Biophys Acta* 990: 87-92.
- [7] LUTTGE, U.; HARIDASAN, M.; FERNANDES, G.W.; MATTOS, E.A.; TRIMBORN, P.; FRANCO, A.C.; CALDAS, L.S. & ZIEGLER, H. 1998. Photosynthesis of mistetoes in relation to their host at various sites in tropical Brazil. *Tree-Struct. Funct.* 12: 167-174.
- [8] LEMOS - FILHO, J. P. 2000. Fotoinibição em três espécies do cerrado (*Annona crassifolia*, *Eugenia dysenterica* e *Campomanesia adamantium*) na estação seca e na chuvosa. *Revista Brasileira de Botânica* 23(1): 45-50.
- [9] ATKIN, O. K.; LOVEYS, B. R.; ATKINSON, L. J. & PONS, T. L. 2006. Phenotypic plasticity and growth temperature: understanding interspecific variability. *Journal of Experimental Botany* 57: 267-281.
- [10] HENDRICKSON L., FURBANK R. T. & CHOW W. S. 2004. A simple alternative approach to assessing the fate of absorbed light energy using chlorophyll fluorescence. *Photosynthesis Research* 82: 73-81.

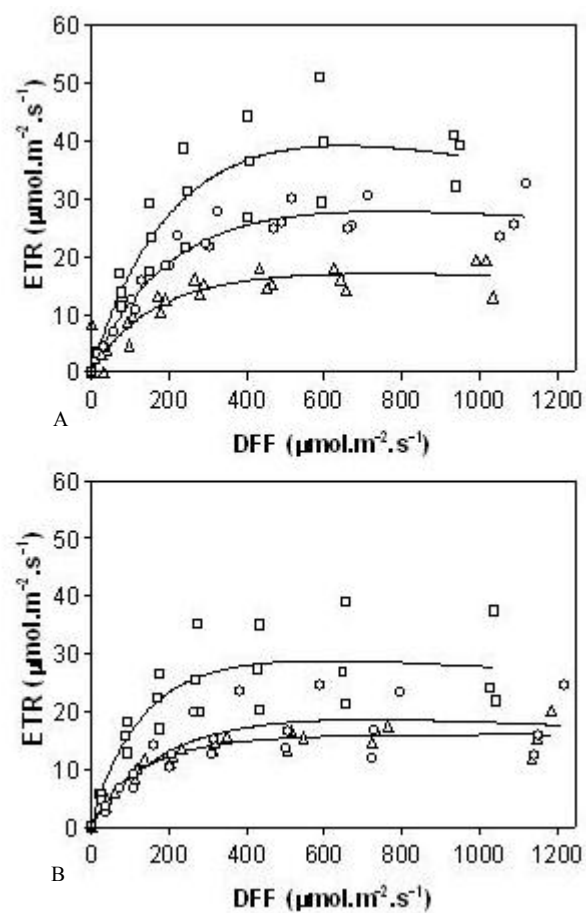


Figura 1. Curvas de saturação luminosa da taxa relativa de transporte de elétrons (ETR) em plantas de *D. nigra*, após 24 horas (A) e 48 horas (B) de exposição às temperaturas de 10°C (Δ), 20°C (\square) e 40°C (\diamond).

Tabela 1. Valor máximos de ETR ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) para *D. nigra* submetidas a temperaturas de 10, 20 e 40°C. Todos os tratamentos foram comparados, sendo as médias, seguidas de letras diferentes, significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Temperaturas	24 horas	48 horas
10 °C	17,68 ^{cd}	15,20 ^d
20 °C	31,58 ^{ab}	29,50 ^b
40 °C	28,58 ^{bc}	17,38 ^{cd}