



APROVEITAMENTO DE LUZ POR ÁRVORES NO SUB-BOSQUE DE UMA FLORESTA NA AMAZÔNIA CENTRAL

TAKAHASHI, F.S.C.¹ e GONÇALVES, J.F.C.²

¹Programa de Pós Graduação em Ecologia – UnB; ²Coordenação de Pesquisa em Silvicultura Tropical - INPA.

INTRODUÇÃO

A luz é um recurso valioso para as comunidades vegetais e notadamente escasso nas camadas inferiores de ambientes florestais densos, freqüentes na Amazônia. A luz disponível no sub-dossel apresenta grandes flutuações de intensidade devido às pequenas aberturas no dossel que, com o movimento de rotação da Terra, proporcionam a passagem de *lightflecks* ao longo do dia. Estes potencialmente proporcionam de 10 a 80% do aporte energético da comunidade de plantas do sub-bosque, dependendo da estrutura do dossel (Küppers et al. 1997). Os *lightflecks* podem causar estresse às plantas presentes nos estratos inferiores da floresta (Kursar & Coley 1999) devido à capacidade relativamente baixa de transporte de elétrons do aparato fotossintético de plantas aclimatadas a ambientes com baixas intensidades de luz (Sassenrath-Cole & Pearcy 1994).

A energia luminosa captada segue por diversas vias na planta conforme sumarizado por Niyogi (2000). Uma encruzilhada importante deste sistema ocorre no PSII, devido a sua grande capacidade de regulação e sensibilidade a danos. Os principais caminhos que a energia não utilizada pela fotossíntese pode seguir são: (1) dissipação não fotoquímica relacionada à fotoproteção (NPQ); (2) emissão de fluorescência; (3) formação da clorofila *triplet*, pelo processo de *intersystem crossing*; (4) recombinação de cargas entre P680 e feofitina o que resulta na formação de P680 *triplet*. Desta forma, o estado do PSII é um indicador do desempenho geral da fotossíntese e da presença de excessos de energia direcionados a vias potencialmente danosas, como as duas últimas acima relacionadas.

O objetivo deste trabalho foi investigar o destino da energia luminosa em plantas arbóreas no sub-dossel de uma floresta Amazônica considerando as rápidas transições de intensidade luminosa presentes neste ambiente. Utilizando técnicas de fluorescência da clorofila *a*, avaliamos se *lightflecks*

curtos e intensos são potencialmente importantes para plantas de sub-dossel ou se são apenas tolerados, sendo a luminosidade de penumbra o aporte energético principal.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizamos o estudo nas reservas com mata contínua do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF) localizadas a 80 km da cidade de Manaus. Utilizamos espécies abundantes, pertencentes a famílias diferentes e que ocupam, quando adultas, estratos diferentes da floresta. As espécies *Eschweilera wachenheimii* (Lecythidaceae), *Fusaea longifolia* (Annonaceae), *Rinorea racemosa* (Violaceae) e *Virola calophylla* var. *calophylla* (Myristicaceae) são consideradas árvores de sub-bosque ou arvoretas. Por outro lado, *Licania heteromorpha* (Chrysobalanaceae), *Theobroma sylvestri* (Sterculiaceae) e *Swartzia reticulata* (Leguminosae) chegam a alturas medianas, podendo alcançar o topo do dossel. A espécie *Scleronema micranthum* (Bombacaceae) é, dentre as espécies estudadas, a que apresenta a maior altura, podendo atingir o *status* de emergente.

Realizamos as medições de fluorescência utilizando um fluorômetro PAM (modelo OS5-FL, Opti-Sciences, Tyngsboro). Utilizamos para cada indivíduo um ramo destacado pertencente à porção inferior da copa das árvores (aproximadamente de 4 a 12 metros de altura). Simulamos a transição da luminosidade de penumbra (PPFD de ~25 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) para a luminosidade equivalente a um *lightfleck* (PPFD de ~1160 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) utilizando a lâmpada do aparelho. Após 30 e 300 segundos de alta luminosidade, medimos o rendimento quântico do fotossistema II (\dot{O}_{PSII}), o rendimento quântico da extinção não fotoquímica relacionada à fotoproteção (\dot{O}_{NPQ} ou Y_N) e o rendimento quântico da extinção associada a outros processos não fotoquímicos (\dot{O}_{NO} ; este somente após 300s) (Kramer et al. 2004). Avaliamos as diferenças

associadas às condições de iluminação (penumbra, 30 segundos de *lightfleck* e 300 segundos de *lightfleck*) no conjunto das espécies por meio de análises de variância de dois fatores por randomização com o software RT 2.1 (Manly, University of Otago).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sob a iluminação de penumbra, o \dot{O}_{PSII} foi relativamente elevado, com diminuição muito acentuada durante os *lightflecks* simulados ($F=7855.02$; $P<0.001$), sendo muitas vezes abaixo do limite de detecção (menos de 0.1% da energia absorvida utilizada para processos fotoquímicos). Porém, ao final de 300 segundos de luminosidade elevada, houve tendência de elevação do \dot{O}_{PSII} , com valores acima do limite de detecção em mais da metade das amostras. Apesar da baixa eficiência de aproveitamento de energia durante *lightflecks*, a disponibilidade muito maior de energia luminosa proporciona taxas de transporte de elétrons muitas vezes superiores às obtidas sob iluminação de penumbra. Porém, realizando projeções simplistas da quantidade de elétrons transportadas durante um *lightfleck*, assumindo transições lineares de ETR entre os tempos 0, 30 e 300s, somente 30% das amostras obteve um transporte total de elétrons maior do que o esperado para o mesmo período com iluminação de penumbra.

Como esperado, o \dot{O}_{NPQ} apresentou marcante aumento sob a iluminação de *lightflecks* ($F=110.52$; $P<0.001$). O parâmetro Y_N , de significado semelhante a \dot{O}_{NPQ} , permitiu avaliar o rendimento quântico do NPQ após 30 segundos de *lightflecks*. Constatei que os valores de Y_N apresentam diferenças entre as condições de iluminação ($F=1287.64$; $P<0.001$), com valores sensivelmente maiores durante *lightflecks* sendo observado pequeno aumento entre 30 e 300 segundos. Considerando que aos 30s os valores de \dot{O}_{PSII} tendem a ser menores que aos 300s, houve uma maior alocação de energia para o \dot{O}_{NO} , portanto, a velocidade de ativação da dissipação térmica de excessos de energia foi insuficiente para proteger o aparato fotossintético no início de *lightflecks*. O componente restante da extinção não fotoquímica, quantificado pelo parâmetro \dot{O}_{NO} , foi maior durante *lightflecks* ($F=110.52$; $P<0.000$). É importante frisar que dentre os componentes do \dot{O}_{NO} existe o *intersystem crossing*, um processo que pode resultar na formação de espécies reativas de oxigênio capazes de causar danos ao PSII (Niyogi 2000).

Concluimos que os *lightflecks* curtos (30 e 300 segundos) de alta intensidade promoveram limitados aportes de energia para processos fotoquímicos e podem ser responsáveis pelo aumento da taxa de dano fotooxidativo. Portanto, a estratégia de utilização de luz observada nestas plantas foi aproveitar principalmente a luminosidade da penumbra sendo os *lightflecks* de maior intensidade de pequena contribuição energética e considerável potencial estressante.

(Agradecimentos: FAPEAM e PDBFF)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kramer, D. M., G. Johnson, O. Kiirats, G. E. Edwards. 2004. New fluorescence parameters for the determination of Q_A redox state and excitation energy fluxes. *Photosynthesis Research* **79**:209-218.
- Küppers, M., C. Giersch, H. Schneider, M. U. F. Kirschbaum. 1997. Leaf gas exchange in light- and sunflecks: response patterns and simulations. Pages 77-96 in H. Rennenberg, W. Eschrich, and H. Ziegler, editors. *Trees - Contributions to modern tree physiology*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Kursar, T. A., P. D. Coley. 1999. Contrasting modes of light acclimation in two species of the rainforest understory. *Oecologia* **121**:489-498.
- Niyogi, K. K. 2000. Safety valves for photosynthesis. *Current Opinion in Plant Biology* **3**:455-460.
- Sassenrath-Cole, G. F., R. W. Pearcy. 1994. Regulation of photosynthetic induction state by the magnitude and duration of low light exposure. *Plant Physiology* **105**:1115-1123.