

Fotossíntese em *Mentha piperita* e *Melissa officinalis* sob Sombreamento

Daniela Cassol¹, Antelmo Ralph Falqueto² e Marcos Antonio Bacarin³

Introdução

A espécie *Mentha piperita* L. (hortelã) é utilizada na “medicina popular” para o combate da fadiga geral, atonia digestiva, gastralgia, cólicas, afecções hepáticas, bronquite crônica, dentre outras enfermidades. A *Melissa officinalis* L., popularmente conhecida por melissa ou erva-cidreira, é empregada como calmante, revitalizante, antidepressivo, antialérgico, carminativo, hipotensor, tônico geral, antiespasmódico. Além disso, ambas as espécies apresentam elevado potencial para a produção de óleos essenciais.

Informações a respeito do desempenho fotossintético dessas espécies em resposta às variações da intensidade luminosa são escassas, principalmente, no que tange às características da fluorescência da clorofila e à assimilação líquida do CO₂. O ambiente de luz onde a planta cresce é de fundamental importância, pois a adaptação das plantas a este ambiente depende do ajuste do seu aparelho fotossintético, de modo que a luminosidade ambiental seja utilizada de maneira mais eficiente possível. As repostas dessas adaptações serão refletidas no crescimento global da planta [1].

A análise do potencial fotossintético de uma planta e suas relações com o ambiente em que estão crescendo e se desenvolvendo permite a ampliação dos conhecimentos sobre sua adaptabilidade às condições de cultivo e à maximização do seu potencial produtivo.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características de absorção de energia luminosa e da taxa fotossintética de plantas de hortelã e melissa, quando cultivada em ambiente com redução da luminosidade.

Material e métodos

Sementes de *Mentha piperita* L. e *Melissa officinalis* L., adquiridas no comércio local de Pelotas/RS, foram colocadas para germinar em copos plásticos contendo solo como substrato. Posteriormente as plantas em estágio vegetativo inicial foram transferidas para vasos plásticos com capacidade para cinco litros, com solo como substrato, onde permaneceram por um período de três meses, sendo mantidas em casa de vegetação. Os parâmetros da fluorescência [F_v/F_m , coeficiente de extinção fotoquímico (q^p), eficiência quântica fotoquímica do fotossistema II (Φ_{PSII}), *quenching*

não-fotoquímico (q^N e NPQ)] foram medidos usando um fluorômetro modulado (FMS-2, Hansatech, King's Lynn, UK).

A taxa fotossintética bruta, expressa por meio da taxa de liberação de oxigênio, foi estimada por meio de um eletrodo de oxigênio de fase gasosa (Leaflab 2, Hansatech, King's Lynn, UK) à temperatura constante de 30°C, 5% de CO₂ e irradiação igual a 2000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. A taxa de assimilação do CO₂ foi obtida ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) pelo uso de um analisador de gás infravermelho (IRGA), sob concentração de CO₂ ambiental de 360 $\mu\text{mol mol}^{-1}$.

Imediatamente após estas determinações, as plantas foram divididas em dois lotes uniformes, e colocadas em duas condições de luminosidade: sem redução de luz e sob redução de 50% da luminosidade. Decorridos 20 dias do início dos tratamentos as determinações foram repetidas. O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial 2x2, sendo duas condições de luminosidade e duas datas de avaliações, com quatro repetições por tratamento para cada espécie. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$).

Resultados e discussão

Os resultados deste estudo mostram que a intensidade de luz e o tempo de exposição das plantas à luz alteram de forma significativa o desempenho fotossintético de plantas de *Melissa officinalis* L. e *Mentha piperita* L.. De acordo com a Tab. 1, não houve diferença significativa na relação F_v/F_m entre tratamentos para ambas as espécies. A relação F_v/F_m expressa a eficiência máxima da captação da energia luminosa pelo fotossistema II em total ausência de luz. Estudos mostram valores máximos de F_v/F_m em torno de 0,83 para a maioria das espécies vegetais na ausência de estresses ambientais [2]. Reduções em F_v/F_m são indicativos de danos ao aparato fotossintético [3] e podem levar os fotossistemas a danos fotooxidativos.

O coeficiente de extinção fotoquímico (q^p) variou em função da intensidade luminosa tanto em *Melissa officinalis* L. como em *Mentha piperita* L. (Tab. 2). Os tratamentos causaram uma redução significativa em q^p em relação ao tempo inicial. O coeficiente de extinção fotoquímico representa a proporção da energia dos fótons capturada pelos centros de reação do fotossistema II (FSII) abertos e dissipada via transporte de elétrons [4]. Em outras palavras, q^p fornece um indicativo da capacidade de

1. Laboratório de Metabolismo Vegetal, Universidade Federal de Pelotas, Estudante de Ciências Biológicas, Bolsista IC FAPERGS, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, CEP 96010-900. E-mail: daninhacassol@yahoo.com.br

2. Laboratório de Metabolismo Vegetal, Universidade Federal de Pelotas, Estudante de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, CEP 96010-900. E-mail: antelmofalqueto@yahoo.com.br

3. Professor Adjunto, Laboratório de Metabolismo Vegetal, Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, Brasil, 96010-900.

Apoio financeiro: CAPES, CNPq e FAPERGS.

transporte de elétrons pela cadeia transportadora de elétrons do FSII. Os resultados deste estudo mostram prováveis efeitos de fotoinibição da fotossíntese e, ao mesmo tempo, a redução da eficiência do transporte de elétrons sob intensidade luminosa reduzida.

A eficiência quântica fotoquímica do fotossistema II (Φ PSII) em estado adaptado à luz diferiu significativamente apenas em *Mentha piperita* L. (Tab. 2). Os valores dos *quenching* não-fotoquímicos também variaram nesta espécie e foram negativamente correlacionados aos valores de Φ PSII (Tab. 2). O *quenching* não-fotoquímico, de uma forma geral, faz inferência aos processos de de-excitação não fotoquímica da energia luminosa incidente sobre os fotossistemas. A energia luminosa não utilizada no transporte dos elétrons do fotossistema II em direção ao fotossistema I é dissipada como calor. Dessa forma, os elevados valores de q^N e NPQ obtidos em *Mentha piperita* L. quando exposta a maior tempo à radiação pode indicar um mecanismo de fotoproteção do aparato fotossintético contra o elevado fluxo de fótons incidente, refletindo a sensibilidade do aparato fotossintético à luminosidade elevada.

Os valores obtidos para a taxa fotossintética bruta, expressa como a taxa de evolução do oxigênio, variaram em *Mentha piperita* L. em função da intensidade luminosa (Tab. 2). Sob condição de sombreamento, houve um incremento na evolução do oxigênio fotossintético nesta espécie. Não foram observados efeitos da intensidade luminosa em *Melissa officinalis* L. em relação à taxa de fotossíntese bruta.

Ao contrário, a taxa fotossintética líquida (*A*) mostrou-se muito sensível aos tratamentos. Em ambas as espécies, os tratamentos influenciaram negativamente a taxa de assimilação de CO₂ (Tab. 2). O tempo de exposição à luz reduziu em 75% e 33% a taxa de assimilação do CO₂ em *Melissa officinalis* L. e *Mentha piperita* L., respectivamente, em relação ao tempo zero (*I*). Analogamente, a redução da intensidade luminosa em 50% causou um decréscimo

de 57% e 60% na taxa de assimilação do CO₂ em *Melissa officinalis* L. e *Mentha piperita* L., respectivamente, em relação ao tempo zero (Tab. 2).

Segundo Okada & Katoh [5] a fotossíntese em folhas mantidas em baixas intensidades luminosas é limitada e proteínas relacionadas à fixação do CO₂ são rapidamente degradadas. Por outro lado, as proteínas envolvidas na absorção e utilização da energia luminosa são fortemente protegidas sob baixas intensidades luminosas. Esta afirmativa está condizente com os resultados obtidos em *Melissa officinalis* L. e *Mentha piperita* L..

O presente estudo mostrou que a capacidade de absorção da energia luminosa pelo FSII não sofreu alterações em resposta às variações da intensidade luminosa. Por outro lado, o transporte de elétrons através do FSII, a energia liberada na forma de calor (*quenching* não-fotoquímico – q^N e NPQ), a evolução do oxigênio e a fotossíntese líquida foram influenciados negativamente. Estas características também foram diferentes nas respectivas espécies. Dessa forma, pode-se supor que a etapa bioquímica da fotossíntese é mais sensível aos efeitos da luz nas espécies estudadas. Além disso, diferenças inter-específicas apontam *Melissa officinalis* L. como espécie melhor adaptada à redução do regime de luz do ambiente.

Referências

- [1] ENGEL, V.L.; POGGIANI, E. 1991. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 3: 39-45.
- [2] HUNT, S. 2003. Measurements of photosynthesis and respiration in plants. *Physiologia Plantarum*, 117: 314-325.
- [3] ROHACEK, K.; BARTAK, M. 1999. Technique of the modulated chlorophyll fluorescence: basic concepts, useful parameters, and some applications. *Photosynthetica*, 37: 339-363.
- [4] JUNEAU, P.; GREEN, B.R.; HARRISON, P.J. 2005. Simulation of Pulse-Amplitude-Modulated (PAM) fluorescence: Limitations of some PAM-parameters in studying environmental stress effects. *Photosynthetica*, 43: 75-83.
- [5] OKADA, K.; KATOY, S. 1998. Two long-term effects of light that control the stability of proteins related to photosynthesis during senescence of rice leaves, *Plant Cell Physiology*, 39: 394-404.

Tabela 1. Eficiência fotoquímica do fotossistema II (F_V/F_M), razão F_V/F_O , razão F_M/F_O em plantas de *Melissa officinalis* L. e *Mentha piperita* L. cultivadas em casa de vegetação sob sombreamento.

Espécie/Parâmetros	Tratamentos		
	I	II	III
<i>Melissa officinalis</i> L.			
F_V/F_M	0,785 ± 0,048	0,798 ± 0,032	0,834 ± 0,006
F_V/F_O	3,809 ± 1,032	4,041 ± 0,806	5,030 ± 0,198
F_M/F_O	4,808 ± 1,031	4,735 ± 1,299	6,028 ± 0,200
<i>Mentha piperita</i> L.			
F_V/F_M	0,829 ± 0,004	0,828 ± 0,032	0,825 ± 0,018
F_V/F_O	4,784 ± 0,132	4,923 ± 0,964	4,764 ± 0,623
F_M/F_O	5,588 ± 0,121	5,923 ± 0,964	5,763 ± 0,623

I - Tempo zero; II – sem redução da luminosidade; III- 50% luminosidade.

Tabela 2. Parâmetros da fluorescência da clorofila e taxas fotossintéticas bruta (evolução do oxigênio) e líquida (A) em plantas de *Melissa officinalis* L. e *Mentha piperita* L. cultivadas em casa de vegetação sob sombreamento.

Espécie/Parâmetros	Tratamentos		
	I	II	III
<i>Melissa officinalis</i> L.			
q^P	0,972 ± 0,008 A	0,937 ± 0,019 B	0,949 ± 0,005 B
q^N	0,164 ± 0,023	0,186 ± 0,045	0,158 ± 0,007
NPQ	0,131 ± 0,011	0,150 ± 0,035	0,163 ± 0,110
Φ_{PSII}	0,775 ± 0,022	0,740 ± 0,028	0,750 ± 0,034
Evolução do O_2 ($\mu\text{mol } O_2 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$)	25,61 ± 3,397	24,09 ± 5,531	16,54 ± 5,735
A ($\mu\text{mol } CO_2 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$)	14,715 ± 0,587 A	3,793 ± 2,751 B	6,29 ± 2,06 B
<i>Mentha piperita</i> L.			
q^P	0,971 ± 0,013 A	0,954 ± 0,007	0,956 ± 0,007
q^N	0,094 ± 0,023 B	0,226 ± 0,004 A	0,098 ± 0,067 B
NPQ	0,077 ± 0,019 B	0,191 ± 0,006 A	0,080 ± 0,050 B
Φ_{PSII}	0,778 ± 0,020 A	0,711 ± 0,053 B	0,745 ± 0,029 AB
Evolução do O_2 ($\mu\text{mol } O_2 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$)	24,848 ± 2,503 B	29,950 ± 10,092 B	43,706 ± 7,482 A
A ($\mu\text{mol } CO_2 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$)	14,765 ± 1,831 A	9,803 ± 2,541 B	5,813 ± 1,055 C

I - Tempo zero; II – sem redução da luminosidade; III- 50% luminosidade.

Médias seguidas por letras maiúsculas indicam diferença significativa pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos (I, II e III) dentro de cada parâmetro.