



III SINPROVS

III SIMPÓSIO NACIONAL DE PRODUÇÃO VEGETAL

contato@sinprovs.com.br  
WWW.SINPROVS.COM.BR  
(83) 3322-3222

## INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NAS RESPOSTAS FOTOSSINTÉTICAS DE ORA-PRÓ-NOBIS (*Pereskia aculeata*) CRESCIDAS EM AMBIENTE SEMIÁRIDO

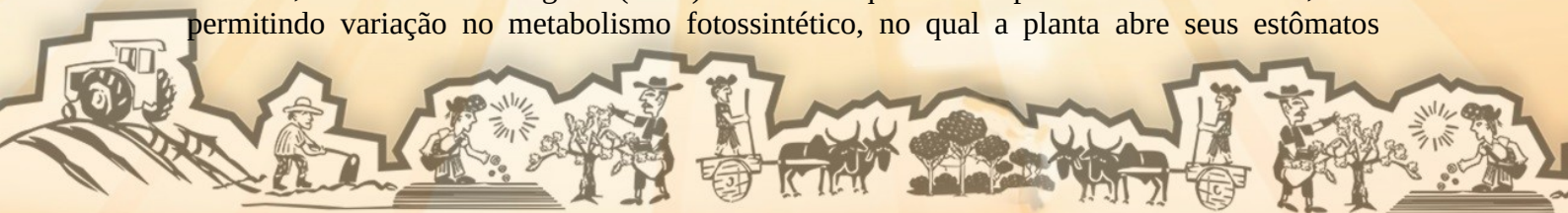
### INFLUENCE OF TEMPERATURE IN THE PHOTOSYNTHETIC RESPONSE OF ORA-PRÓ-NOBIS (*Pereskia aculeata*) GROWTH IN SEMIARID ENVIRONMENT

Barroso Neto, J; Hermínio, PJ; Amorim, TL; Morato, RP; Ferreira-Silva, SL  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Pós-Graduação em Produção Vegetal CEP 56.909-535, Serra Talhada/PE. Brasil. [barroso.neto@hotmail.com](mailto:barroso.neto@hotmail.com); [pedro.hermínio@ufrpe.br](mailto:pedro.hermínio@ufrpe.br); [tiallaamorim@hotmail.com](mailto:tiallaamorim@hotmail.com); [renilsonpessoa@gmail.com](mailto:renilsonpessoa@gmail.com); [sergio.luiz@ufrpe.br](mailto:sergio.luiz@ufrpe.br)

**Resumo** Entender como o aumento da temperatura afeta a fotossíntese das plantas tem sido o foco de vários estudos. Porém, o excesso de calor pode afetar diferentemente o metabolismo fotossintético dependendo da espécie e/ou variedade estudada. Assim, espécies adaptadas a ambientes áridos podem auxiliar no entendimento de mecanismos fisiológicos responsáveis por essa aclimação, particularmente para processos metabólicos primários como a fotossíntese. O presente estudo avaliou os distúrbios fotossintéticos induzidos pelo aumento da temperatura em plantas de Ora-pró-nobis (*Pereskia aculeata*). As plantas, obtidas a partir de estacas, foram cultivadas em vasos de cinco litros e irrigadas com solução nutritiva diariamente em casa de vegetação. Após 45 dias do plantio das estacas, as plantas com média de 30 folhas foram utilizadas no experimento. Foram elaboradas as curvas de fotossíntese líquida (A) em repostas ao aumento da luminosidade (densidade de fluxo de fótons fotossintéticos - DFFF) sob três intensidades de temperatura (20, 30 e 40 °C). As plantas submetidas a 20 e 30° C apresentaram respostas similares de trocas gasosas, com maior fotossíntese líquida, porém com um melhor rendimento quântico naquelas expostas a 30° C. Por outro lado, as plantas sob temperatura mais elevada (40 °C) apresentaram redução drástica da fotossíntese associada a maiores taxas de condutância estomática e transpiração, indicando perda da eficiência de uso de água nessas condições.

**Palavras-chave:** Modulação fotossintética; temperatura; *Pereskia aculeata*.

**Introdução:** As flutuações da temperatura são desafios enfrentados pelos ambientes agrícolas ao longo do tempo, e preocupam a produção vegetal nos próximos anos (IPCC, 2007). A fotossíntese é dependente da luz e é modulada pela temperatura das folhas (GREER, 2015) e demais condições ambientais, sendo importante entender como as variações no clima afetam esse processo (BAGLEY et al., 2015). Parâmetros de eficiência fotossintética tem sido frequentemente determinados e fornecem dados quantitativos da capacidade fotossintética de espécies vegetais e do habitat ao qual elas são adaptadas (LIMA NETO et al., 2015). *Pereskia aculeata*, Ora-pró-nobis, é uma planta Cactaceae com valiosas propriedades nutricionais, incluindo grandes quantidades de proteínas, minerais, vitaminas e fibras (SILVA et al., 2017), e por isso torna-se objeto de estudo devido ao grande potencial que apresenta para alimentação humana e animal. Por apresentar caracteres primitivos da subfamília Pereskioideae (MAUSETH; LANDRUM, 1997), as plantas desta espécie parecem manter o metabolismo fotossintético ancestral C3, em oposição às demais cactaceas que apresentam padrão CAM típico, avaliado como mais evoluído (ALTESOR; EZCURRA; SILVA, 1992; DUARTE; HAYASHI, 2005), ou seja, com a absorção líquida de CO<sub>2</sub> pelas folhas durante o dia (NOBEL; HARTSOCK, 1986). No entanto, em estudo com diferentes espécies de *Pereskia*, Edwards e Donoghue (2006) revelaram que essas apresentam ciclo CAM, mas permitindo variação no metabolismo fotossintético, no qual a planta abre seus estômatos



durante o dia e os fecha durante a noite, porém com reassimilação interna do  $\text{CO}_2$  respirado. Diante desse cenário, e pela escassez de estudos que avaliam as trocas gasosas em *Pereskia aculeata*, principalmente com a influência de outros fatores ambientais, objetivamos avaliar a influência das diferentes temperaturas na eficiência fotossintética de Ora-pró-nobis crescidas em ambiente semiárido.

**Metodologia:** Foram utilizadas estacas de Ora-pró-nobis com comprimento de 10 cm, adquiridas comercialmente, as quais foram cultivadas em vasos de cinco litros contendo substrato com mistura de areia e vermiculita (1/1), em condições de casa de vegetação, localizada na Unidade Acadêmica de Serra Talhada/PE, da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, durante os meses de fevereiro e março de 2018. O fornecimento de água ocorreu diariamente, mantendo-se a umidade do substrato próximo da saturação, e a partir das primeiras folhas emitidas as plantas foram abastecidas com solução nutritiva a quarta força conforme recomendações de Hoagland e Arnon (1950). As curvas dos parâmetros de trocas gasosas em respostas as crescentes densidades de fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF), e às diferentes temperaturas, foram realizadas em folhas totalmente expandidas, na região mediana dos ramos, aos 45 dias de crescidas, utilizando o analisador de gás infravermelho GFS 3000 (Heinz Walz, Germany), com DFFF variando entre 0 e 1600  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . A faixa de temperatura variou de 20 a 40 °C, em intervalos de 10 °C, sendo ajustadas e controladas inteiramente pelo sistema e câmara foliar do equipamento. Para cada temperatura, três repetições foram realizadas. A partir destas curvas foram estimados os parâmetros de eficiência fotossintética, como respiração no escuro ( $R_{\text{dark}}$ ), rendimento quântico aparente ( $\phi$ ), ponto de compensação de luz (LCP), e taxa máxima absorção de  $\text{CO}_2$  ( $A_{\text{max}}$ ), de acordo com metodologia de Marshall e Biscoe (1980). Esses dados foram submetidos ao teste F a 0,05 de probabilidade e as médias, quando diferentes estatisticamente, comparadas pelo teste de Tukey em mesmo nível significância com auxílio do programa R (R Development Core Team - 2010).

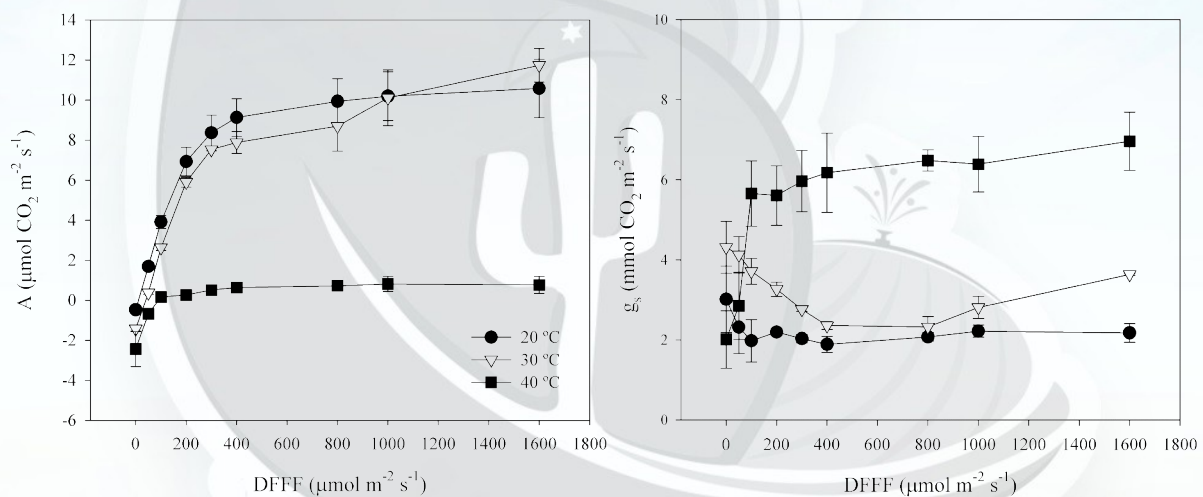


**Figura 1.** Leituras dos parâmetros de trocas gasosas em resposta às crescentes DFFF, sob diferentes temperaturas foliares e concentrações de  $\text{CO}_2$ , em plantas de *Pereskia aculeata* crescidas em condições de casa de vegetação e ambiente semiárido.

**Resultados e Discussão:** Nas temperaturas de 20 e 30 °C, as crescentes luminosidades estimularam o aumento da assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  (Figura 2), sendo o ponto saturante para a menor temperatura em torno de 400  $\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , enquanto que aos 30 °C as plantas ainda respondiam acima dos 1000  $\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Para a temperatura de 40 °C houve uma redução drástica da assimilação líquida de  $\text{CO}_2$ , que ficou próximo a faixa de 0 durante toda a curva, sendo saturada antes mesmo dos 200  $\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . A fotossíntese média máxima foi de 10,57, 11,73 e 1,19  $\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , para as temperaturas foliares de 20, 30 e 40 °C, respectivamente (Figura 3). Os resultados de condutância estomática demonstram que este parâmetro é relativamente baixo para a espécie em todos os tratamentos, mas se mostra



inversamente proporcional à fotossíntese, ocorrendo um incremento na temperatura de 40 °C a medida que a luminosidade aumentava, sugerindo que a baixa ou quase nenhuma assimilação líquida de CO<sub>2</sub> nesta condição não está limitada pela condutância. Uma possibilidade é que a elevada temperatura tenha causado danos diretos ao aparato fotossintético (WISE et al., 2004), por provocar mudanças na membrana do tilacóide e alterar as propriedades físico-químicas e, também, a organização funcional dessas estruturas celulares (ALBERTO; BORGES, 2009). Apesar de não ter sido mensurada diretamente, o aumento da temperatura pode ter causado o bloqueio dos centros de reação do PSII e, em seguida, a dissociação do complexo proteína-pigmentos da antena do núcleo central do aparato coletor de luz do PSII (ARMOND; SCHREIBER; BJÖRKMAN, 1978). Apesar da temperatura foliar de 40 °C ter mostrado inibir totalmente a fotossíntese, ao observar as plantas durante a condução do experimento em temperaturas ambientes que chegam próximo a esse patamar, é possível perceber que a planta apresenta uma adaptação para manter a temperatura foliar resfriada, o que pode estar relacionado à maior condutância estomática e maior transpiração apresentada nestas condições (Figura 3). A manutenção da temperatura foliar igual ou ligeiramente inferior à temperatura do ar comprova a capacidade de refrigeração das diversas cultivares ou espécies, via transpiração, no intuito de manter a planta protegida das faixas térmicas muito elevadas (OLIVEIRA; FERNANDES; RODRIGUES, 2005).



**Figura 2.** Assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A) e condutância estomática (g<sub>s</sub>) em resposta ao aumento da densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (μmol fótons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) em plantas de *Pereskia aculeata* submetidas a diferentes temperaturas foliares, crescidas em condições de casa de vegetação.

A respiração no escuro (R<sub>dark</sub>) foi maior para as plantas submetidas a temperatura mediana de 30°C, bem como a essa temperatura as plantas tiveram uma maior eficiência quântica (φ), sendo necessário em média cerca de 0,17 mol (CO<sub>2</sub>) mol<sup>-1</sup> (fótons), enquanto que as plantas nas temperaturas extremas de 20 e 40 °C tiveram uma redução na eficiência de 58,14% e 97,67% (Tabela 1), respectivamente. O ponto de compensação de luz (LCP) foi extremamente maior para as plantas submetidas a temperatura mais elevada, enquanto os valores médios para as temperaturas de 20 e 30 °C não diferiram estatisticamente. Já a taxa máxima de absorção de CO<sub>2</sub> (A<sub>max</sub>) foi superior para a temperatura mediana (30 °C), com 16,37 μmol (CO<sub>2</sub>) m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, seguidos da menor temperatura (20 °C), com 13,37 μmol (CO<sub>2</sub>) m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, e da temperatura de 40 °C, com apenas 2,51 μmol (CO<sub>2</sub>) m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, uma redução de aproximadamente 84% em comparação as plantas com o melhor desempenho.





BAGLEY, J.; ROSENTHAL, D. M.; RUIZ-VERA, U. M.; SIEBERS, M. H.; KUMAR, P.; ORT, D. R.; BERNACCHI, C. J. The influence of photosynthetic acclimation to rising CO<sub>2</sub> and warmer temperatures on leaf and canopy photosynthesis models. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 29, n. 2, p. 194–206, 1 fev. 2015.

DUARTE, M. R.; HAYASHI, S. S. Estudo anatômico de folha e caule de *Pereskia aculeata* Mill. (Cactaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 2, p. 103–109, jun. 2005.

EDWARDS, E. J.; DONOGHUE, M. J. *Pereskia* and the Origin of the Cactus Life Form. **The American Naturalist**, v. 167, n. 6, p. 777–793, 2006.

GREER, D. H. Photon flux density and temperature-dependent responses of photosynthesis and photosystem II performance of apple leaves grown in field conditions. **Functional Plant Biology**, v. 42, n. 8, p. 782, 2015.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water-culture method for growing plants without soil**. v. 347, p. 1-32, 1950.

IPCC. IPCC Fourth Assessment Report (AR4). **Ipcc**, v. 1, p. 976, 2007.

LIMA NETO, M. C.; MARTINS, M. de O.; FERREIRA-SILVA, S. L.; SILVEIRA, J. A. G. *Jatropha curcas* and *Ricinus communis* displaying contrasting photosynthetic mechanisms in response to environmental conditions. **Scientia Agricola**, v. 72, n. 3, p. 260–269, 2015.

MARSHALL, B.; BISCOE, P. V. A model for C<sub>3</sub> leaves describing the dependence of net photosynthesis on irradiance: II. Application to the analysis of flag leaf photosynthesis. **Journal of Experimental Botany**, v. 31, n. 1, p. 41–48, 1980.

MAUSETH, J. D.; LANDRUM, J. V. Relictual vegetative anatomical characters in Cactaceae: the genus *Pereskia*. **Journal of Plant Research**, v. 110, n. 1, p. 55–64, mar. 1997.

NOBEL, P. S.; HARTSOCK, T. L. Leaf and Stem CO<sub>2</sub> Uptake in the Three Subfamilies of the Cactaceae. **Plant physiology**, v. 80, p. 913–917, 1986.

OLIVEIRA, A. D. de; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. de J. D. Condutância estomática como indicador de estresse hídrico em feijão. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, p. 86–95, 2005.

SILVA, D. O.; SEIFERT, M.; NORA, F. R.; BOBROWSKI, V. L.; FREITAG, R. A.; KUCERA, H. R.; NORA, L.; GAIKWAD, N. W. Acute Toxicity and Cytotoxicity of *Pereskia aculeata*, a Highly Nutritious Cactaceae Plant. **Journal of Medicinal Food**, v. 20, n. 4, p. 403–409, abr. 2017.

WISE, R. R.; OLSON, A. J.; SCHRADER, S. M.; SHARKEY, T. D. Electron transport is the functional limitation of photosynthesis in field-grown Pima cotton plants at high temperature. **Plant, Cell and Environment**, v. 27, n. 6, p. 717–724, 2004.

