

TROCAS GASOSAS E FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA EM MUDAS DE
Prunus salicina Lindh. SUBMETIDAS À RESTRIÇÃO HÍDRICA E ALAGAMENTO

**FARIAS, Márcio Espinosa^{1,2}; MARTINAZZO, Emanuela Garbin¹; PERBONI,
Anelise Tessari¹; OLIVEIRA, Pablo Valadão^{1,3}**

¹Laboratório de Metabolismo Vegetal, UFPel, Instituto de Biologia, Depto. Botânica, UFPel, Instituto de Biologia, Depto. Botânica, Campus Universitário S/N. Capão do Leão, RS. CEP: 96160-000; marcinhoef@hotmail.com; ²Bolsista Fapergs; ³Bolsista PIBIC/CNPq;

BACARIN, Marcos Antonio¹

¹Laboratório de Metabolismo Vegetal, UFPel, Instituto de Biologia, Depto. Botânica, UFPel, Instituto de Biologia, Depto. Botânica, Campus Universitário S/N. Capão do Leão, RS. CEP: 96160-000

1 INTRODUÇÃO

O estresse hídrico, considerado importante fator ambiental que compromete as taxas fotossintéticas, é um dos principais impedimentos do crescimento e produtividade vegetal. O alagamento do solo tem importantes efeitos sobre culturas agrícolas, limitando o crescimento de muitas plantas, principalmente em regiões úmidas (Ahmed et al 2002). Já o déficit hídrico tem profundo impacto sobre os sistemas ecológicos e agrícolas, tendo em vista que as reações da planta a esse estresse diferem significativamente em vários níveis de organização, dependendo da intensidade e da duração do estresse, bem como da planta, da espécie ou estágio de desenvolvimento (Shao et al, 2008).

Além das medições clássicas da fotossíntese, medições da fluorescência da clorofila são um método amplamente utilizado para estudar o funcionamento da maquinaria fotossintética devido à sua relação com a fotossíntese (Meroni et al, 2009), sendo comumente utilizadas para estudos com estresse hídrico (Oukarroum et al, 2009). Por ser um método não-invasivo, confiável, rápido e facilmente mensurável, permite a obtenção de informações importantes sobre a fotossíntese, provando ser um método sensível para a detecção e quantificação das alterações induzidas no aparelho fotossintético (Mehta et al, 2010).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o impacto do estresse hídrico sobre a resposta da atividade fotossintética de plantas de ameixeira cultivar América (*Prunus salicina* Lindh.).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisadas a taxa de assimilação de CO₂ e a fluorescência da clorofila *a* em plantas de *Prunus salicina* Lindh com aproximadamente 12 meses de idade, cultivadas em vasos com capacidade de cinco litros, mantidas em estufa. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro períodos de alagamento: 24, 96, 168 e 240 horas (realizado através da alocação dos vasos individualmente em recipientes maiores sem vazão de água, sendo mantida uma coluna d'água de 2,5 cm acima da superfície do substrato) e quatro períodos de seca: 48, 120, 192 e 264 horas (sem irrigação).

A taxa assimilatória líquida do CO₂ (A), concentração interna de CO₂ (Ci), condutância estomática (gs) e a taxa transpiratória (E) foram avaliadas em folhas maduras, completamente expandidas, localizadas no terço médio de cada ramo

usando um analisador portátil de fotossíntese, LI-COR 6400 (LI-COR, Lincoln, NE, E.U.A.). Para cada variável, os valores foram obtidos de três folhas por planta, nove folhas por tratamento.

As medidas de fluorescência da clorofila foram realizadas em folhas intactas, ligadas a planta, e adaptadas ao escuro por 20 minutos. Quatro repetições foram utilizadas por planta, totalizando 12 repetições por tratamento. A fluorescência transiente da clorofila *a* foi analisada de acordo com o teste JIP (Strasser e Strasser, 1995), com o software 'Biolyzer' (Laboratory of Bioenergetics, University of Geneva, Switzerland).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observa-se redução na taxa assimilatória líquida do CO₂ (A) para ambos os estresses hídricos quando comparado ao tratamento controle (Figura 1), sendo que o efeito da restrição hídrica foi mais marcante após 120 h de estresse, atingindo valores mínimos a partir do oitavo dia (192 h) após o início da restrição hídrica. O estresse por alagamento também reduziu a taxa assimilatória líquida, porém com grau de redução menor do que provocado pelo estresse por falta de água. A redução nas taxas de assimilação de CO₂ foram dependentes do fechamento estomático, que diminuiu a disponibilidade interna de CO₂. O fechamento estomático ajuda a manter o elevado teor de água nas folhas, levando a redução da atividade fotossintética e transpiração (Tezara et al, 2008).

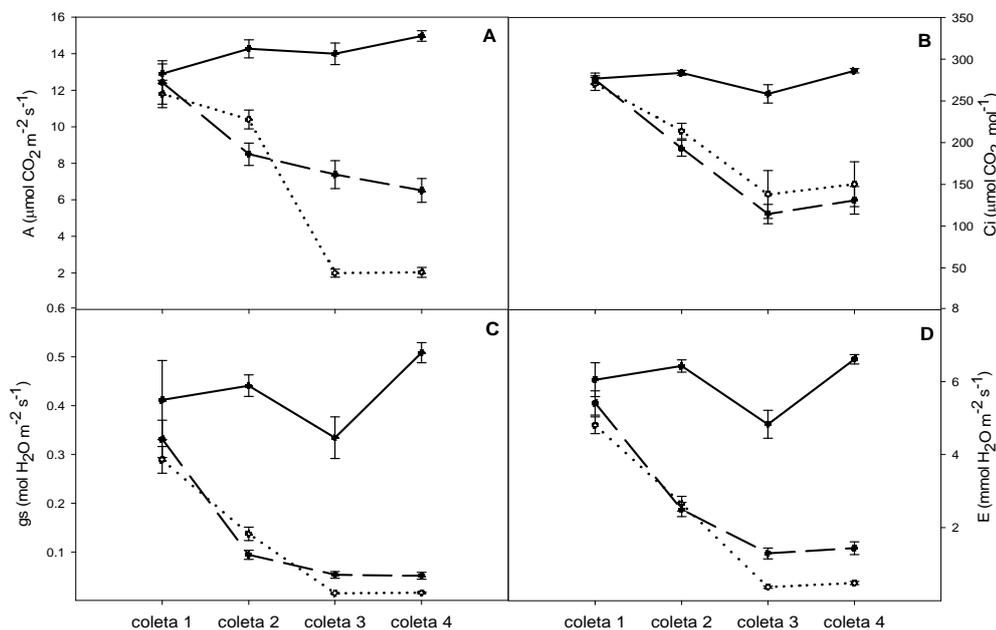


Figura 1 – Parâmetros de trocas gasosas de folhas de *P. salicina* durante o período de estresse imposto por restrição hídrica (.....♦.....) e alagamento (—■—). A: Taxa fotossintética líquida (A); B: concentração interna de CO₂ (Ci); C: condutância estomática (gs); D: taxa de transpiração

Independente do tratamento, as plantas de *P. salicina*, revelaram acentuada redução no índice de desempenho total (PI_{ABS,total}) conforme o aumento das horas de exposição aos distintos estresses. Em condições de alagamento, houve redução no PI_{total} de aproximadamente 38% para as três primeiras coletas e de 60% na coleta realizada após 240 horas (Figura 2). Em situação de restrição hídrica, o PI_{total} diminuiu 17% na primeira coleta, seguido de aproximadamente 46% nas duas coletas

seguintes e, após 264 horas de estresse, alcançou valores 87% menores quando comparados ao controle. A habilidade das plantas para mostrar PI elevado, após período de estresse, pode ser interpretada como uma compensação por sua baixa capacidade fotossintética (Oukarroum et al, 2007).

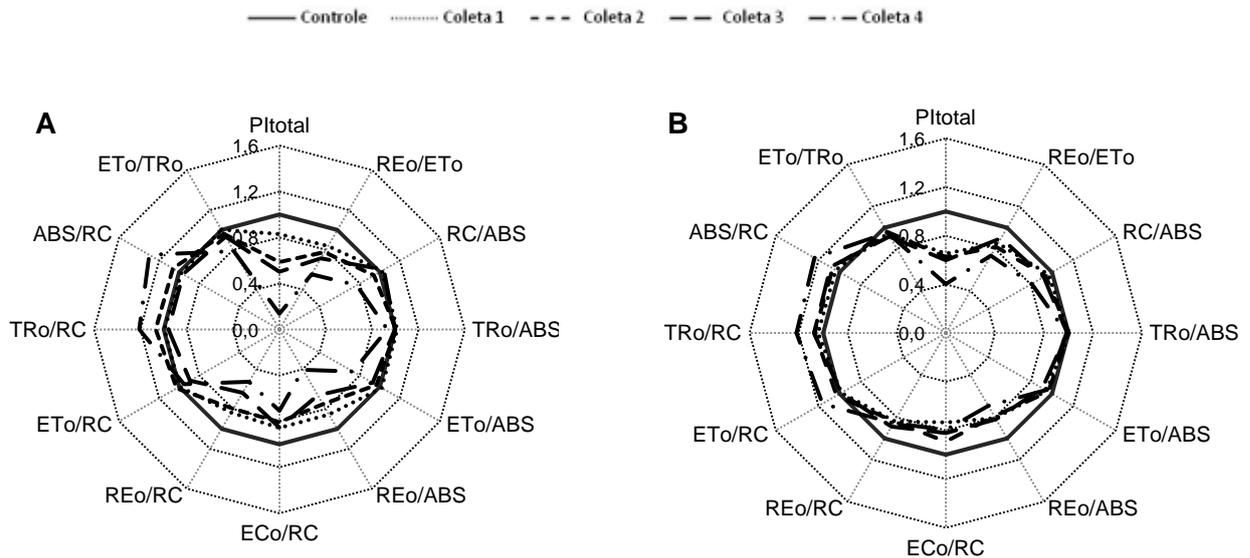


Figura 2 – Parâmetros da fotossíntese, deduzidos pela fluorescência transitente da clorofila, teste-JIP, de folhas de *P. salicina* submetida à restrição hídrica (A) e submetida ao alagamento (B). Para cada parâmetro, os valores foram normalizados, utilizando como referencia o controle, sem tratamento.

As condições impostas pelos estresses tiveram efeitos leves sob o rendimento máximo da fotoquímica primária ($TR_0/ABS = F_V/F_M$) confirmando alta estabilidade da eficiência do potencial fotoquímico do PSII durante o estresse hídrico, porém, observa-se que após 264 horas de restrição hídrica, houve redução de 7% quando comparada ao controle. Tal parâmetro parece não ser um indicador útil para situações de estresse provocadas pela restrição e ou excesso de água, tendo em vista que o mesmo permaneceu constante em relação ao controle, ao longo do período de estresse. Comportamento similar foi observado em variedades de *Hordeum vulgare* L. submetidas a condições de seca e posterior recuperação (Oukarroum et al, 2007), onde os autores observaram uma ligeira diminuição do rendimento quântico máximo durante a seca, acompanhada por declínio no índice de desempenho e mudanças significativas em outros parâmetros do teste JIP.

O tamanho aparente do sistema antena, juntamente com a máxima taxa que um éxciton é capturado pelo centro de reação, tende a aumentar com o passar das horas de estresse hídrico, atingindo valores aproximados de 25% (ABS/RC) e 12% (TR₀/RC). TR₀/RC representa a taxa máxima de redução de Q_A (Strasser e Strasser, 1995), o que sugere aumento na taxa de captura de éxcitons e conseqüente aumento na redução de Q_A.

4 CONCLUSÕES

A atividade fotossintética em condições de estresse hídrico, pela restrição ou excesso de água, foi reduzida pela menor disponibilidade de CO₂ causada pela limitação estomática. Ainda, os efeitos foram dependentes da intensidade do estresse que as plantas foram submetidas. Medidas da fluorescência transiente e sua análise pelo JIP-teste (a exemplo do índice de performance PI_{total}), sugere ainda que, a fluorescência transiente da clorofila *a* pode ser uma ferramenta rápida e não-invasiva para estudar respostas as condições de restrição hídrica e alagamento da fotossíntese em espécies frutíferas de clima temperado.

5 REFERÊNCIAS

- AHMED, S., NAWATA, E., HOSOKAWA, M., DOMAE, Y., SAKURATANI, T. Alterations in photosynthesis and some antioxidant enzymatic activities of mungbean subjected to waterlogging. **Plant Science** v.163, p.117-123. 2002
- MEHTA, P., JAJOO, A., MATHUR, S., BHARTI, S. Chlorophyll a fluorescence study revealing effects of high salt stress on Photosystem II in wheat leaves. **Plant Physiology and Biochemistry** v.48, p.16-20, 2010
- MERONI, M., ROSSINI, M., GUANTER, L., ALONSO, L., RASCHER, U., COLOMBO, R., MORENO, J. Remote sensing of solar-induced chlorophyll fluorescence: Review of methods and applications. **Remote Sensing of Environment** v.113, p.2037–2051, 2009
- OUKARROUM, A., SCHANSKER, G., STRASSER, R.J. Drought stress effects on photosystem I content and photosystem II thermotolerance analyzed using Chl a fluorescence kinetics in barley varieties differing in their drought tolerance. **Physiologia Plantarum** v.137, p.188–199, 2009
- OUKARROUM, A., MADIDI, S.E., SCHANSKER, G., STRASSER, R.J. Probing the responses of barley cultivars (*Hordeum vulgare* L.) by chlorophyll a fluorescence OLKJIP under drought stress and re-watering. **Environmental and Experimental Botany** v.60, p.438–446, 2007
- SHAO, H.B., CHU, L.Y., JALEEL, C.A., ZHAO, C. X. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. **C. R. Biologies** v.331 p. 215–225 2008
- STRASSER, B.J., STRASSER, R.J. Measuring fast fluorescence transients to address environmental questions: The JIP-test. – In: Mathis, P. (ed.): **Photosynthesis: From Light to Biosphere**, v.V, p.977-980. Kluwer Academic Publ., Dordrecht – Boston – London, 1995.
- TEZARA, W., DRISCOLL, S., LAWLOR, D.W. Partitioning of photosynthetic electron flow between CO₂ assimilation and O₂ reduction in sunflower plants under water deficit. **Photosynthetica** v.46 n.1, p.127-134, 2008

6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio das seguintes agências de fomento – Fapergs, CNPq, FINEP e CAPES.