

## ATIVIDADE FOTOSSINTÉTICA EM PORTA-ENXERTO HÍBRIDO DE PESSEGUIRO SUBMETIDO À RESTRIÇÃO HÍDRICA E ALAGAMENTO

**FARIAS, Márcio Espinosa<sup>1,2</sup>; MARTINAZZO, Emanuela Garbin<sup>1</sup>; RAMM, Aline<sup>1,3</sup> ;  
BACARIN, Marcos Antonio<sup>1,4</sup>**

<sup>1</sup>Laboratório de Metabolismo Vegetal, Instituto de Biologia, Depto. Botânica, UFPEL, Campus  
Universitário S/N. Capão do Leão, RS. CEP: 96160-000; <sup>2</sup>Bolsista Fapergs; <sup>3</sup>Bolsista de Apoio Técnico  
-CNPq; <sup>4</sup>Professor orientador (bacarin@ufpel.edu.br)

### 1 INTRODUÇÃO

O déficit hídrico tem profundo impacto sobre os sistemas agrícolas, já o excesso de água no sistema radicular, em plantas terrestres, pode ser prejudicial, pois bloqueia a transferência de oxigênio e outros gases entre o solo e a atmosfera (Drew, 1997). As reações da planta a esses estresses diferem em vários níveis de organização, dependendo da intensidade e da duração do estresse, bem como da espécie ou estágio de desenvolvimento (Shao et al., 2008).

O gênero *Prunus* inclui espécies produtoras de frutos com grande importância comercial (a exemplo do pessegueiro, amêndoeira, ameixeira, damasqueiro e cerejeira), sendo que várias dessas são utilizadas como porta-enxertos. O sucesso do seu cultivo na região sul do Brasil depende da utilização de mudas com qualidade garantida e materiais bem adaptados à região. Na grande maioria dos anos, tem-se problemas devido ao estresse hídrico, em períodos críticos para a cultura, afetando a qualidade e a produtividade dos pomares.

A fluorescência da clorofila *a* tem se tornado método amplamente utilizado para estudar as respostas das plantas aos estresses ambientais (Strasser et al., 2000; Oukarroum et al., 2007). Através de medidas de fluorescência tem sido possível caracterizar, quantificar e detectar o estresse de plantas antes que os sintomas se tornem visíveis nas folhas, especialmente sintomas relacionados ao estresse hídrico (Christen et al., 2007).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do estresse por déficit hídrico e alagamento do solo sobre a atividade fotossintética de plantas do porta-enxerto híbrido 'GxN-9' (*P. dulcis* Mill. x *P. persica* L. Bastsch), cultivadas em casa de vegetação.

### 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisadas a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> e a fluorescência da clorofila *a* em plantas do porta-enxerto híbrido 'GxN-9' (*P. dulcis* Mill. x *P. persica* L. Bastsch), com aproximadamente 12 meses de idade, cultivadas em vasos com capacidade de dez litros, mantidas em estufa. Foram realizados dois experimentos: alagamento durante 1, 4, 7 e 10 dias (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 déficit hídrico por 2, 5, 8 e 11 dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado.

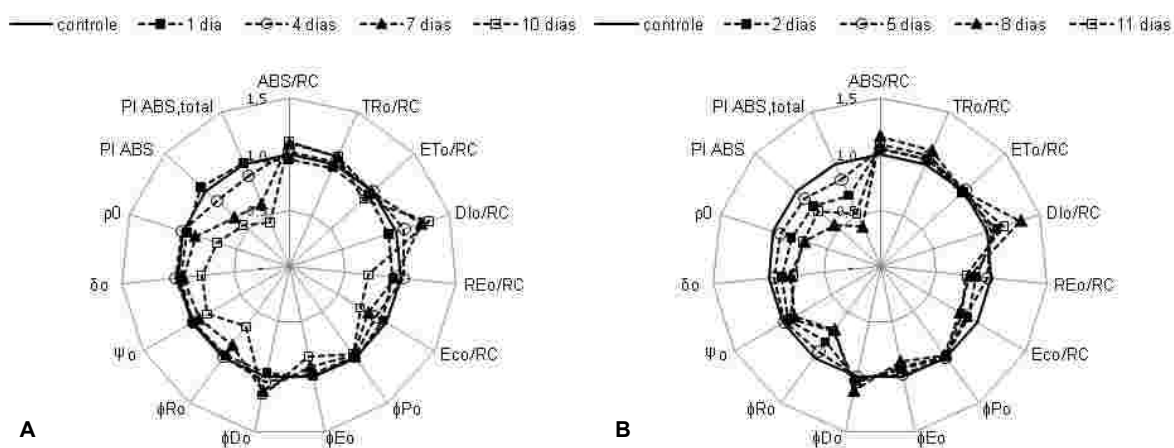
A taxa assimilatória líquida do CO<sub>2</sub> (A), concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci), condutância estomática (gs) e a taxa transpiratória (E) foram avaliadas em folhas maduras, completamente expandidas, localizadas no terço médio de cada ramo,

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, totalizando nove folhas por tratamento.

As medidas de fluorescência da clorofila foram realizadas em folhas intactas, ligadas à planta, e adaptadas ao escuro por 30 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' (Laboratório de Bioenergética, Universidade de Genebra, Suíça).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interpretação da fluorescência transiente das clorofilas a revela mudanças nos processos de fluxo energético onde, para fluxos específicos por centro de reação (RC), foi observado que os fluxos de absorção (ABS/RC), de captura ( $TR_0/RC$ ) e, principalmente, de dissipação de energia por centro de reação ( $D_{I_0}/RC$ ) aumentaram em relação ao controle para ambos os estresses (Fig. 1A e B).



**Figura 1.** Parâmetros do Teste-JIP calculados a partir da fluorescência transiente da clorofila a em plantas porta-enxerto híbrido 'GxN-9' (*P. dulcis* Mill. x *P. persica* L. Bastsch) submetidas ao alagamento (A) e déficit hídrico (B) por diferentes períodos. Para cada parâmetro os valores foram normalizados, utilizando como referência o respectivo controle.

O aumento de ABS/RC pode significar que uma fração dos RC está inativo ou a antena que fornece energia de excitação para RC ativos, aumentou de tamanho (Yusuf et al., 2010). Considerando que, o número total de transportadores de elétrons por centro de reação ( $EC_0/RC$ ) diminuiu, o aumento em ABS/RC pode estar associado ao fato de que, as clorofilas do sistema antena transferiram éxciton para os centros de reação ativos, mas ocorreu dissipação desta energia de excitação na forma de calor.

O índice de performance  $PI_{ABS}$  e  $PI_{ABS, total}$  apresentaram comportamento distinto para as plantas submetidas aos dois estresses. Para as plantas alagadas, a redução em ambos os parâmetros ocorreu apenas a partir do quarto dia de estresse (Fig. 1A), enquanto que nas plantas submetidas ao estresse por restrição hídrica, a redução já foi observada após o segundo dia de seca (Fig. 1 B). A redução da densidade de FSI e o decréscimo dos aceptores finais de elétrons fazem com que

ocorra desequilíbrio entre os elétrons enviados pela cadeia de transporte de elétrons até os receptores que estão além do FSI (Bussotti et al., 2010).

Para as plantas alagadas, a taxa assimilatória líquida de CO<sub>2</sub> (A) e a condutância estomática (gs) apresentaram redução acentuada, em relação ao controle, após sete dias, sem alteração na concentração interna de CO<sub>2</sub>, que se manteve semelhante ao controle. A taxa transpiratória (E) atingiu os menores valores aos sete dias, apresentando aumento da transpiração no décimo dia. A eficiência de carboxilação, ou seja, a relação A/Ci diferiu do controle aos 10 dias de alagamento (Tabela 1).

**Tabela 1.** Taxa assimilatória líquida de CO<sub>2</sub> (A); carbono interno (Ci); taxa transpiratória (E); condutância estomática (gs); eficiência de uso de água (EUA); eficiência de carboxilação (A/Ci) de plantas do porta-enxerto híbrido 'GxN-9' (*P. dulcis* Mill. x *P. persica* L. Bastsch) submetidas ao déficit hídrico e alagamento por diferentes períodos.

		Coleta			
		1	2	3	4
A (μmol CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	Controle	11,01 a B	11,67 a A	12,25 a A	12,69 a A
	Déficit hídrico	10,46 ab B	11,14 a A	9,87 ab B	7,94 b B
	Alagamento	13,35 a A	12,83 a A	8,59 b B	7,79 b B
Ci (μmol CO <sub>2</sub> mol <sup>-1</sup> )	Controle	298 a B	297 a A	278 a A	294 a A
	Déficit hídrico	307 a B	303 a A	302 a A	305 a A
	Alagamento	297 a B	290 a A	194 a B	244 a b
E (mmol H <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	Controle	6,57 a A	5,82 ab B	5,16 b A	6,40 a A
	Déficit hídrico	6,96 a A	5,42 b B	4,93 bc A	4,52 c B
	Alagamento	7,00 a A	6,55 a A	2,08 c B	3,10 b C
gs (mol H <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	Controle	0,439 a B	0,442 a A	0,412 a A	0,468 a A
	Déficit hídrico	0,506 a A	0,462 ab A	0,389 bc A	0,319 c B
	Alagamento	0,547 a A	0,446 b A	0,099 c B	0,139 c C
EUA	Controle	1,68 b B	2,01 ab A	2,54 a B	1,99 ab B
	Déficit hídrico	1,50 b B	2,05 a A	1,99 a B	1,74 ab B
	Alagamento	1,91 b A	1,97 bc A	4,29 a A	2,65 b A
Eficiência de carboxilação (A/Ci)	Controle	0,037 a B	0,040 a A	0,044 a A	0,043 a A
	Déficit hídrico	0,034 a B	0,037 a A	0,033 a B	0,026 b B
	Alagamento	0,045 a A	0,045 a A	0,045 a A	0,033 b B

(1) para tratamento de alagamento coletas correspondem a 1, 4, 7 e 10 dias após início do estresse; para o tratamento de déficit hídrico coletas correspondem a 2, 5, 8 e 11 dias após início do estresse.  
 (2) Diferença significativa indicadas por diferentes letras maiúsculas na coluna e minúsculas da linha (Tuckey a 5%).

A diminuição da taxa fotossintética líquida aos oito dias de restrição hídrica, assim como nas fases posteriores, foi dependente do fechamento estomático. A fotossíntese em plantas estressadas pela seca é fortemente inibida pelo fechamento dos estômatos, o que limita a difusão de CO<sub>2</sub> para os cloroplastos, provocando diminuição da concentração interna de CO<sub>2</sub> (Oukarroum et al., 2009).

A diminuição da taxa fotossintética líquida após sete dias em condições de alagamento, foi dependente da diminuição da condutância estomática, que limitou fortemente o influxo de CO<sub>2</sub> no mesófilo e, portanto, restringiu também a perda de água através da transpiração. A redução da assimilação de gás carbônico, 10 dias após o alagamento e no 11º dia de déficit hídrico, foi caracterizada pela diminuição na eficiência de carboxilação nesse mesmo período. A redução de poder reductor e

moléculas transportadoras de energia pode ser uma das explicações para a queda de tais parâmetros.

#### 4 CONCLUSÕES

As plantas do porta-enxerto híbrido 'GxN-9' (*P. dulcis* Mill. x *P. persica* L. Bastsch), são mais sensíveis ao excesso de água no sistema radicular, do que ao déficit hídrico.

A redução da atividade fotossintética está relacionada com a diminuição da eficiência de carboxilação, mesmo que as condições impostas pelos estresses não afetem a concentração interna de gás carbônico.

#### 5 REFERÊNCIAS

- BUSSOTTI, F.; DESOTGIUA, R.; CASCIOA, C.; POLLASTRINI, M.; GRAVANOVA, E.; GEROSAB, G.; MARZUOLI, R.; NALI, C.; LORENZINI, G.; SALVATORI, E.; MANESD, F.; SCHAUBE, M.; STRASSER, R.J. Ozone stress in woody plants assessed with chlorophyll a fluorescence. A critical reassessment of existing data. **Environmental and Experimental Botany**, doi:10.1016/j.envexpbot.2010.10.022, 2010.
- CHRISTEN, D.; SCHÖNMANN, S.; JERMINI, M.; STRASSER, R.J.; DÉFAGO, G. Characterization and early detection of grapevine (*Vitisvinifera*) stress responses to esca disease by in situ chlorophyll fluorescence and comparison with drought stress. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 60, p.504-514, 2007.
- DREW, M.C. Oxygen deficiency and root metabolism: injury and acclimation under hypoxia and anoxia. **Annual review of plant physiology and plant molecular biology**, Palo Alto, v. 48, p. 223-250, 1997.
- OUKARROUM, A.; MADIDI, S.E.; SCHANSKER, G.; STRASSER, R.J. Probing the responses of barley cultivars (*Hordeumvulgare* L.) by chlorophyll a fluorescence OLKJIP under drought stress and re-watering. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v.60, p.438-446, 2007.
- OUKARROUM, A.; SCHANSKER, G.; STRASSER, R.J. Drought stress effects on photosystem I content and photosystem II thermotolerance analyzed using Chla fluorescence kinetics in barley varieties differing in their drought tolerance. **Physiologia Plantarum**, v.137, p.188-199, 2009.
- SHAO, H.B.; CHU,L.Y.; JALEEL, C.A.; ZHAO, C. X. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. **Comptes Rendus Biologies**, v.331 p. 215-225, 2008.
- STRASSER, R.J.; SRIVASTAVA, A.; TSIMILLI-MICHAEL, M. The fluorescence transient as a tool to characterize and screen photosynthetic samples. In: YUNUS, M; PATHRE, U; MOHANTY ,P. (Ed). **Probing photosynthesis: Mechanism, Regulation and Adaptation**. Bristol, UK, p.443-480, 2000.
- YUSUF, M.M.; KUMAR,D.; RAJWANSHI, R.; STRASSER, R.J.; TSIMILLI-MICHAEL, M.; GOVINDJEE, N.B.; SARIN. Overexpression of  $\gamma$ -tocopherol methyl transferase gene in transgenic *Brassica juncea* plants alleviates abiotic stress: Physiological and chlorophyll fluorescence measurements. **Biochimica et Biophysica Acta**,v. 1797, p.1428-1438, 2010.