



## RESPOSTAS INDUZIDAS PELO OZÔNIO EM *PSIDIUM GUAJAVA* 'PALUMA'

R.M. Moraes; J.M. Pina.

Instituto de Botânica, Seção de Ecologia - Caixa Postal 3005, 01061-970 São Paulo, SP

### INTRODUÇÃO

Devido à atividade antrópica, as concentrações de ozônio troposférico ( $O_3$ ) vêm aumentando intensamente alcançando níveis fitotóxicos. A formação do  $O_3$  é consequência de uma série de reações fotoquímicas entre óxido de nitrogênio ( $NO_x$ ) e compostos orgânicos voláteis (COV), os quais são emitidos através da queima de combustíveis fósseis (Ashmore, 2005). Na cidade de São Paulo o  $O_3$  é o poluente aéreo que apresenta o maior número de ultrapassagens dos padrões de qualidade do ar. Sua toxicidade advém de seu caráter altamente reativo. No apoplasto o  $O_3$  reage produzindo espécies ativas de oxigênio (EAO) (Kangasjärvi *et al.*, 1994). Ao intensificar a produção de EAO, o  $O_3$  interfere no equilíbrio sistema antioxidante/oxidante provocando distúrbios celulares, os quais podem levar à reduções na taxa fotossintética, injúrias foliares, senescência foliar precoce, podendo causar diminuição na produtividade (Ashmore, 2005).

As injúrias foliares induzidas pelo  $O_3$  em espécies sensíveis podem ser usadas no biomonitoramento da qualidade do ar. O biomonitoramento possibilita a detecção de níveis de poluição crônica e a avaliação dos riscos impostos às espécies e à vegetação. Uma espécie bioindicadora é aquela que exibe injúrias quando exposta a um determinado poluente ou mistura de poluentes. Muitos estudos são conduzidos com espécies bioindicadoras de regiões temperadas (Skelly *et al.*, 1999), mas com espécies tropicais ainda são incipientes. Entre as estudadas, destaca-se *Psidium guajava* 'Paluma' (Furlan *et al.*, 2006).

### OBJETIVOS

O presente projeto tem por objetivo caracterizar as respostas induzidas pelo ozônio em plantas jovens de *P.guajava* 'Paluma' e identificar os principais fatores biológicos e ambientais que as determinam, visando seu uso como espécie

bioindicadora tropical da poluição por  $O_3$ .

### MATERIAL E MÉTODOS

Vinte indivíduos jovens de 'Paluma' foram expostos no Parque do Ibirapuera (São Paulo), região monitorada que apresenta altas concentrações de  $O_3$ ; outras 20 mudas foram expostas numa casa de vegetação com ar filtrado. Durante 10/06 a 04/07 foram realizadas duas exposições de três meses cada. Avaliou-se semanalmente a manifestação de injúrias foliares visíveis e, ao término de cada exposição, as trocas gasosas (taxa de fotossíntese líquida em luz saturante,  $A_{sat}$ ; condutância estomática,  $g_s$  e concentração interna de  $CO_2$ ,  $C_i$ ) e análises de componentes do sistema antioxidante (quantificação de ácido ascórbico total, AA; e atividade da enzima superóxido dismutase, SOD) em folhas de 'Paluma' com diferentes estágios de maturação (1ª totalmente expandida, uma intermediária e a 3ª mais velha).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações de  $O_3$  registradas no Ibirapuera foram maiores na segunda exposição. O índice para proteção da vegetação, AOT40 (soma das concentrações de  $O_3$  acima de 40ppb), alcançou 4633ppb, enquanto que na primeira exposição foi obtida AOT40 de 2129ppb. As médias de temperatura e umidade relativa foram de 21,3° C e 83% e 22,9° C e 80% na 1ª e 2ª exposição, respectivamente. Na casa de vegetação as concentrações de poluentes foram negligenciáveis.

As injúrias foliares induzidas por  $O_3$  caracterizam-se como pontoações avermelhadas nos espaços intervenais da superfície adaxial. A manifestação inicial desses sintomas ocorreu na metade da 1ª exposição em 15 % das mudas expostas no Ibirapuera. Ao término da exposição 95% das plantas apresentava injúrias. Embora a maior concentração de  $O_3$  tenha ocorrido na 2ª exposição, a manifestação de injúrias foliares nas mudas do

Ibirapuera ocorreu tardiamente (aos 73 dias), em menor quantidade (em 11% das mudas no início e em 38% ao final) e intensidade (sintomas ocupando somente até 15% do limbo). Na 2ª exposição, os valores do déficit de pressão de vapor (DPV) foram maiores quando comparado à 1ª exposição. Embora as maiores concentrações de O<sub>3</sub> ocorrem junto a altos valores de DPV, é nas situações de menor DPV que ocorre o maior fluxo de O<sub>3</sub> para o interior da folha (Peñuelas *et al.*, 1999). Assim, as mudas de 'Paluma' da segunda exposição receberam um menor fluxo de O<sub>3</sub>, o que pode ter contribuído para a menor manifestação de injúrias foliares. Não foram encontrados sintomas induzidos por O<sub>3</sub> nas mudas que permaneceram na casa de vegetação.

Nas mudas de 'Paluma' do Ibirapuera, durante as 2 exposições, foram verificados nas folhas velhas menores valores de A<sub>sat</sub> e uma tendência de diminuição da gs. As médias de A<sub>sat</sub> foram de 7,8; 5,0 e 3,7 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> (P < 0,01) e de gs, 0,19; 0,11 e 0,10 molm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>. Entretanto Ci não diminuiu, mantendo valores iguais nas duas exposições (274, 260 e 275 μmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>). Logo, a redução na A<sub>sat</sub> não foi somente devido a menor gs, mas consequência também de uma menor capacidade fotossintetizante provocada pelo O<sub>3</sub>, condição também encontrada por Guidi *et al.* (2001). Quanto ao sistema antioxidante, na primeira exposição foram encontradas maiores quantidades de AA nas folhas mais velhas de 'Paluma' (8,3; 9,4 e 14,2 mg/gMS, P < 0,001). Na segunda exposição, as folhas novas e intermediárias mostraram maior concentração de AA (14,6; 12,4 e 15,5 mg/gMS). Essa diferença deve ter contribuído para uma maior tolerância ao estresse e menor manifestação de injúrias foliares. A atividade de SOD foi igual nas duas exposições com uma tendência de aumento nas folhas mais velhas, provavelmente em consequência do envelhecimento (290, 466 e 628 unidades de SOD/gMS).

As mudas da 1ª exposição, que permaneceram na casa de vegetação, apresentaram valores médios de A, gs e Ci semelhantes nas três diferentes folhas analisadas. A quantidade de AA também se manteve constante (6,4; 7,1 e 7,3 mg/gMS), enquanto que a atividade da SOD foi maior na folhas mais velhas (178, 159 e 696 unidades de SOD/gMS). Na 2ª exposição, houve alguns problemas com o ar condicionado produzindo altas temperaturas, as quais devem ter refletido nos resultados, pois foram encontrados altos valores de gs e Ci nas três folhas. A concentração de AA foi menor que a encontrada na 1ª exposição, mas a atividade da SOD foi muito maior.

## CONCLUSÃO

*P. guajava* 'Paluma' quando exposta ao O<sub>3</sub> apresenta injúrias foliares visíveis, alterações na fotossíntese e na concentração de AA, sendo as folhas mais velhas mais afetadas. Embora sua sensibilidade ao O<sub>3</sub> seja evidente, sua utilização em biomonitoramento deve ser feita em conjunto com avaliação das condições ambientais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ashmore, M.R.** 2005. Assessing the future global impacts of ozone on vegetation. *Plant Cell Environ*, 28: 949-964.
- Furlan, C.M.; Moraes, R.M.; Bulbovas, P.; Domingos, M.; Salatino, A.; Sanz, M.J.;** 2007. *Psidium guajava* 'Paluma' (the guava plant) as a new bioindicator of ozone in tropics. *Environ Pollut*, 147: 691-695.
- Guidi, L.; Nali, C.; Lorenzini, G.; Filippi, F.; Soldatini, G.F.** 2001. Effect of chronic ozone fumigation on the photosynthetic process of poplar clones showing different sensitivity. *Environ. Pollut.* 113: 245-254.
- Kangasjarvi, J.; Talvinen, J.; Utrianen, M.; Karjalainen, R.** 1994. Plant defenses systems induced by ozone. *Plant Cell Environ* 17: 783-794.
- Peñuelas, J.; Ribas, A.; Gimeno, B.S.; Fillela, I.** 1999. Dependence of ozone biomonitoring on meteorological conditions of different sites in Catalonia (N.E. Spain). *Environ Monitor Assess* 56: 221-224.
- Skelly, J.M.; Innes, J.L.; Synder, K.R.; Savage, J.E.; Vanderheyden, D.; Zhang, J.; Sanz, M.J.** 1999. Observation and confirmation of foliar ozone symptoms of native plant species of Switzerland and southern Spain. *Water Air Soil Pollut* 116: 227-234.
- Apoio Financeiro: FAPESP (Bolsa Mestrado para J.M. Pina Proc. 05/57816-6, Auxílio Projeto de Pesquisa Proc. 05/51169-9)