

Psidium guajava Paluma é sensível às concentrações de ozônio verificadas em São Paulo

Juliana Moreno Pina¹, Ana Paula Souza Dias², Mirian C. Spasiani Rinaldi³ e Regina Maria Moraes³

Introdução

O ozônio (O₃) troposférico constitui, atualmente, um problema em escala mundial. Suas concentrações aumentam anualmente, tanto em áreas urbanas quanto rurais, pois a emissão de seus precursores, óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos, emitidos principalmente pela queima de combustíveis fósseis, continua a aumentar. Na cidade de São Paulo o O₃ é o poluente aéreo com maior número de ultrapassagens dos padrões legais de qualidade do ar [1]. Os principais efeitos do ozônio em plantas incluem injúrias foliares visíveis, inibição da fotossíntese, alterações na alocação de carbono, reduções no crescimento e na produtividade e aumento da sensibilidade a estresses bióticos e abióticos [2].

As respostas induzidas pelo O₃ em espécies vegetais podem ser usadas no biomonitoramento da qualidade do ar. O biomonitoramento consiste no uso de plantas com o propósito de avaliar as condições ambientais, detectando ou predizendo mudanças e acompanhando sua evolução no tempo [3]. Ele complementa os dados obtidos através de métodos físico-químicos, agregando significado biológico a estes, visto que as respostas dos organismos bioindicadores resultam não só da concentração do poluente no ar, mas da interação desta com as condições climáticas e características biológicas de cada espécie.

Uma espécie bioindicadora é aquela que responde de modo específico e característico quando exposta a um determinado poluente ou mistura de poluentes. Ela age como um sensor químico que detecta a presença do poluente no ar [4].

Foi verificado que *Psidium guajava* ‘Paluma’ apresenta injúrias foliares quando exposta ao ozônio em condições controladas [5]. Este estudo vem sendo realizado em condições de campo desde 2004 com o objetivo de delimitar seu potencial como bioindicadora sensível ao ozônio.

Material e métodos

Plantas de mesma procedência, com cerca de 30 cm de altura, foram plantadas em vasos de 1,5 L utilizando como substrato casca de coco em pó. Elas foram expostas por períodos de 90 dias correspondentes ao inverno/2004, primavera/2004, verão/2005, primavera/2005 e verão/2006, no Parque Municipal do

Ibirapuera, (área poluída) e em uma casa de vegetação com ar filtrado (área de referência). A região do Ibirapuera apresenta concentrações altas de O₃ e níveis negligenciáveis dos demais poluentes [1]. A Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB) monitora a qualidade do ar no Ibirapuera. Com os dados obtidos, calculou-se a AOT40, concentração acumulada de O₃ acima de 40 ppb, índice proposto para a proteção de espécies de regiões temperadas [6] e usado aqui apenas em termos comparativos.

Os vasos foram irrigados por capilaridade e adubados quinzenalmente com 100 ml de solução de Hoagland. Foram realizadas visitas semanais ao Ibirapuera para avaliação de danos induzidos pelo O₃, os quais apresentam-se como pequenas pontuações avermelhadas apenas na superfície adaxial das folhas, não cobrem nervuras e aparecem inicialmente nas folhas mais velhas da planta [7]. Plantas com insetos e pragas foram descartadas da amostragem.

Foram calculadas a incidência (nº de plantas com injúrias/nº total de plantas x 100), a severidade (nº de folhas com injúrias/nº total de folhas x 100), a porcentagem da área foliar ocupada pelas classes de danos: 1 – folhas com 0 a 5% de injúrias; 2 – folhas com 6-25% de injúrias; 3 – folhas com 26-50% de injúrias; 4 – folhas com 51-75% de injúrias; 5 – folhas com mais de 75% de injúrias. Essas 5 classes foram utilizadas no cálculo do Índice de Injúria Foliar:

$$IIF = \frac{(N1 \times 1) + (N2 \times 2) + (N3 \times 3) + (N4 \times 4) + (N5 \times 5)}{(N1 + N2 + N3 + N4 + N5) \times 5} \times 100$$

onde, N₁, N₂, N₃, N₄, N₅ são, respectivamente, o número de folhas nas classes 1, 2, 3, 4, e 5 de injúrias [8].

Foi realizada análise de regressão linear entre a incidência, a severidade e o IIF e a AOT40.

Resultados e Discussão

Durante os três últimos anos as concentrações de O₃ ultrapassaram os padrões estabelecidos na legislação brasileira diversas vezes. Apenas no verão de 2006 não foi ultrapassado o valor de 3000 ppb acumulado em 3 meses, proposto párea proteção às espécies sensíveis (Tab. 1).

Em todos os períodos de estudo foram observados sintomas foliares induzidos pelo O₃ nas mudas *P. guajava* ‘Paluma’ expostas na cidade de São Paulo. Os sintomas foram idênticos aos descritos para a espécie em condições controladas: pequenas pontuações vermelhas internervais na superfície adaxial das folhas mais velhas [5].

1. Mestranda, Instituto de Botânica, Caixa Postal 4005, CEP 01061-970 São Paulo, SP. E-mail: jujumoreno@gmail.com

2. Estagiária, Instituto de Botânica, Caixa Postal 4005, CEP 01061-970 São Paulo, SP

3. Pesquisadora, Instituto de Botânica, Caixa Postal 4005, CEP 01061-970 São Paulo, SP

Apoio financeiro: CNPq (bolsa PIBIC para A.P.S.Dias) e FAPESP (bolsa IC para J.M. Pina, Proc. 03/12174-1).

As plantas mantidas na casa de vegetação com ar filtrado não apresentaram nenhum sintoma foliar.

As diferenças em incidência e severidade verificadas entre as mudas de Paluma dentro de cada exposição (Tab. 2), podem ser atribuídas à variabilidade genética intra-específica, como verificado em outros estudos [9], mas as diferenças entre as exposições refletem as interações entre as condições climáticas e as concentrações de O₃ no ar. Verifica-se sempre uma alta incidência, que alcançou 100% das plantas na primavera de 2005, mas a severidade das injúrias é baixa, raramente ultrapassando 15% das folhas (Tab. 2). Em poucas folhas as injúrias chegam a cobrir grande extensão do limbo foliar e, assim, o IIF tem valores muito baixos, quando comparados a espécies arbóreas de regiões temperadas [10].

A associação entre AOT40 e injúrias foliares foi mais fraca que a obtida por Furlan [05] (Fig. 1), que expôs mudas de Paluma sob condições controladas durante dois meses. Isto era esperado, pois o presente estudo foi realizado em condições de campo em região que apresenta condições meteorológicas muito instáveis. O fato das associações ainda assim serem significativas ($p < 0,05$) constitui mais uma evidência de que as respostas foram induzidas pelo O₃.

5. Conclusões

P. guajava 'Paluma' é uma espécie sensível ao O₃, ao qual responde através de típicos sintomas foliares visíveis. A expressão das injúrias sofre influência não só da concentração do poluente no ambiente, mas também das condições meteorológicas, o que determina respostas variadas a cada situação. Isso não reduz o potencial da espécie como bioindicadora sensível, pois um dos princípios do biomonitoramento é que as medidas de injúrias foliares refletem não o quanto alto são os níveis de O₃, mas o quanto significativos são esses níveis às plantas. Segundo Arndt & Schweizer [3] uma espécie bioindicadora deve responder de modo característico e facilmente reconhecível ao poluente; as respostas devem ser quantificáveis e passíveis de análises estatísticas; deve

haver a possibilidade de obtenção de uniformidade genética da espécie, a qual deve apresentar baixo custo e facilidade de cultivo e tratamento. *P. guajava* 'Paluma' pode atender todos esses critérios, mas são ainda necessários estudos para o estabelecimento de um protocolo de cultivo e exposição.

Referências

- [1] CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 2006. *Qualidade do ar no Estado de São Paulo: série relatórios 2005*. São Paulo, CETESB. 175p.
- [2] BRAY, E. A.; BAILEY-SENE, J.; & WERETILNY, K. E. 2000. Responses to abiotic stress. In: BUCHANAN, B.B.; GRUISEN, W.; JONES, R.L. (Eds.). *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. New York, American Society of Plant Physiologists. p. 1158-1203.
- [3] ARNDT, U & SCHWEIZER, B. 1991. The use of bioindicators for monitoring in tropical countries. In: ELLENBERG, H.; ARNDT, U.; & STEUBING, L. (Eds.). *Biological monitoring – signals from the environment*. Berlin, Vieweg. p. 263-280.
- [4] MANNING, W.B. 2003. Detecting plants effects is necessary to give biological significance to ambient ozone monitoring data and predictive ozone standards. *Environmental Pollution*, 126: 375-379.
- [5] FURLAN, C.M. 2004. Efeitos de poluentes atmosféricos na composição química de indivíduos jovens de *Tibouchina pulchra* (Cham.) Cogn. e *Psidium guajava* L.. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, SP.
- [6] FUHRER, J.; SKARBY, L. & ASHMORE, M.R. 1997. Critical levels for ozone effects on vegetation in Europe. *Environmental Pollution*, 97: 91-106.
- [7] SKELLY, J.M., INNES, J.L., SNYDER, 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 and Soil Pollution*, 116: 227-234.
- [8] EL-KHATIB, A.A. 2003. The response of some common Egyptian plants to ozone and their use as biomonitors. *Environmental Pollution*, 124: 419-428.
- [9] CHAPPELKA, A.H., NEUFELD, H.S., DAVISON, A.W., SOMERS, G.L., RENFRO, J.R. 2003. Ozone injury on cutleaf coneflower (*Rudbeckia laciniata*) and crown-beard (*Verbesina occidentalis*) in Great Smoky Mountains National Park. *Environmental Pollution*, 125: 53-59.
- [10] ORENDOVICI, T., SKELLY, J.M., FERDINAND, J., SAVAGE, J.E., SANZ, M.J., SMITH, G.C. 2003. Response of native plants of northeastern United States and southern Spain to ozone exposures; determining exposure/response relationships. *Environmental Pollution*, 125: 31-40.

Tabela 1. Médias de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%), concentrações médias (Média O₃) e máximas (Máxima O₃) de ozônio, em µg/m³, concentração acumulada de ozônio acima de 40ppb (AOT40) e número de ultrapassagens do padrão de qualidade do ar (PQAR). Dados obtidos no Parque do Ibirapuera nos períodos de inverno/04, primavera/04, verão/05, primavera/05 e verão/06.

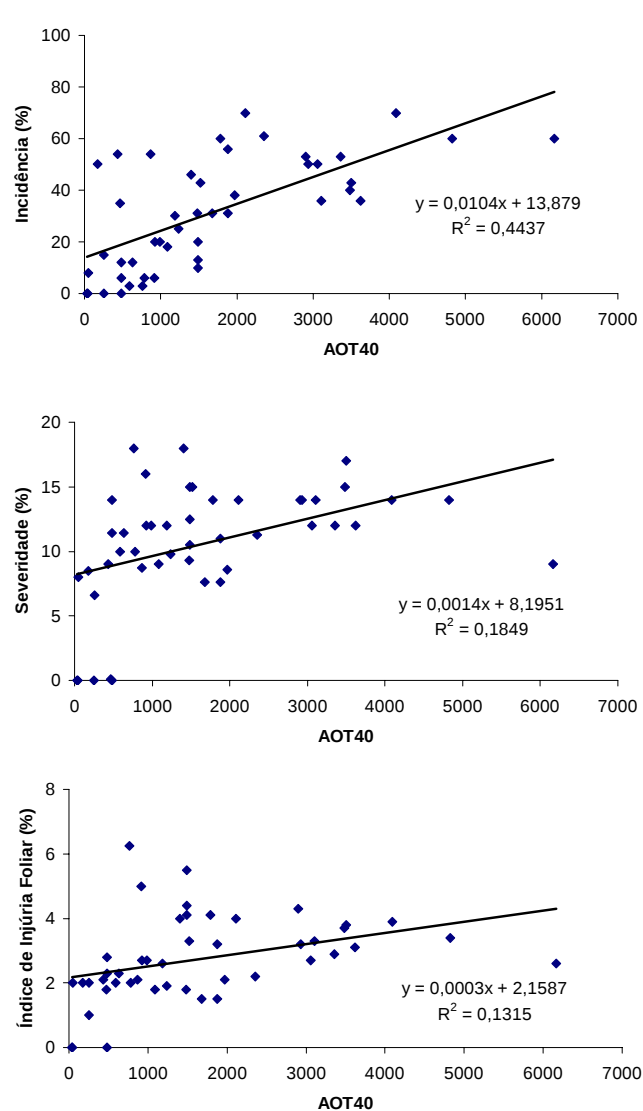
Exposição	T (°C)	UR (%)	O ₃ Média (µg/m ³)	O ₃ Máx. horária (µg/m ³)	AOT40 (ppb)	PQAR*
inverno/04	18	70	18	274	6166	48
primavera/04	20	75	18	247	4828	15
verão/05	21	71	17	326	3504	40
primavera/05	20	85	37	194**	2354**	11**
verão/06	20	82	20	182	1557	12

* concentrações de ozônio acima de 160µg/m³

Tabela 2. Progressão da incidência (%), severidade (%) e índice de injúria foliar (IIF, %) em mudas de *P. guajava* ‘Paluma’,

		Dias de exposição								
		10	20	30	40	50	60	70	80	90
Inverno 2004	Incidência	0	0	0	50	35	80	60	70	70
	Severidade	0	0	0	8	8	14	14	14	9
	IIF	0	0	0	2	2	4	4	4	3
Primavera 2004	Incidência	0	6	20	30	46	50	50	40	43
	Severidade	0	6	10	12	14	15	12	15	17
	IIF	0	2	3	3	3	3	3	4	4
Verão 2005	Incidência	3	6	10	13	56	53	53	36	60
	Severidade	18	16	15	11	11	14	12	13	14
	IIF	6	5	5	4	3	4	3	3	3
Primavera 2005	Incidência	0	0	8	15	54	31	31	38	61
	Severidade	0	0	8	7	9	8	8	8	12
	IIF	0	0	1	2	2	1	2	2	2
Verão 2006	Incidência	0	0	6	12	12	18	25	31	-
	Severidade	0	0	14	11	11	9	10	9	-
	IIF	0	0	3	2	2	2	2	2	-

n= 30, expostas ao O₃ no Parque Ibirapuera, São Paulo, SP.

**Figura 1.** Regressões lineares entre os sintomas foliares apresentados por *Psidium guajava* ‘Paluma’ (A- incidência, B- severidade e C- índice de injúrias foliares) e a concentração acumulada de O₃ acima de 40 ppb (AOT40).