



# RESPOSTAS NUTRICIONAIS DE PLANTAS BIOINDICADORAS À POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA DA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS, SÃO PAULO

Giampaoli P

Santos A.R.; Aguiar - Silva C.; Camargo C.Z.S.; Silva F.R.; Bulbovas P.; Domingos M.

<sup>1</sup>Instituto de Botânica, Rua Miguel Estefano, 3687, 04301902, São Paulo, SP  
patpaoli@terra.com.br

## INTRODUÇÃO

A emissão de poluentes para a atmosfera tem aumentado nos últimos anos devido as atividades industriais e ao crescimento das áreas urbanas e agrícolas. Entre os principais poluentes presentes na atmosfera estão o monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), hidrocarbonetos (HC), óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>) e materiais particulados com composição variada, incluindo nitrato, sulfato e metais pesados, originados dos veículos automotores e dos diferentes processos industriais (CETESB 2010). O prognóstico de riscos ambientais decorrentes dos efeitos desses poluentes sobre a vegetação pode ser feito eficientemente através da quantificação, em plantas bioindicadoras, de injúrias foliares visíveis ou de danos invisíveis, como alterações nutricionais e acúmulo de alguns elementos químicos (Foyer & Noctor 2005). Através de observações e medidas dessas reações específicas, pode-se tirar conclusões a respeito do tipo de poluente, de sua fonte, e possivelmente de sua intensidade (De Temmerman *et al.*, 2004). Ainda, o acúmulo de elementos e a razão entre as concentrações de alguns deles podem indicar desarmonias nutricionais em organismos vegetais, associadas a fontes diversas de poluentes e ao clima da região de estudo. Essas associações podem ser avaliadas em análise de componentes principais, produzindo dados confiáveis sobre a influência de determinados poluentes no desenvolvimento vegetal. Entre as plantas bioindicadoras mais utilizadas no monitoramento da qualidade do ar estão a goiabeira (*Psidium guajava* 'Paluma'), acumuladora de nitrogênio e enxofre, e o azevém (*Lolium*

*multiflorum* ssp. *italicum* 'Lema') que acumula metais pesados, enxofre e flúor em suas folhas (Sant'Anna *et al.*, 2004; Moraes *et al.*, 2002).

## OBJETIVOS

Avaliar se ocorrem alterações nutricionais em folhas de cultivares bioindicadoras de goiabeiras e azevém, expostas à poluição aérea da Região Metropolitana de Campinas, por meio da estimativa de razões entre Nitrogênio (N) ou Enxofre (S) e cátions.

## MATERIAL E MÉTODOS

Plantas de goiabeira e azevém foram expostas em 12 locais da região de estudo: áreas industriais (ROP, REU e RCC), áreas agrícolas com plantação de cana-de-açúcar e citrus (CA e CI), e áreas florestais, próximas a fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual (FML, FJA, FCO, FHO, FAM e FSG) e Mata Ciliar (RMC). Dez plantas de goiabeira e três plantas de azevém foram expostas consecutivamente em cada local de estudo por 12 e 4 semanas, respectivamente, de Junho/2009 à Junho/2010. Um lote de plantas permaneceu em casa de vegetação, climatizada e com ar filtrado, como referência. Após cada exposição, folhas de azevém e de goiabeira foram pesadas e embaladas em saco de papel para secagem em estufa a 65°C. Ao atingirem peso constante, as folhas foram pulverizadas em moinho com bola de ágata e enviadas ao laboratório do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas (ESALQ) para

análise de macronutrientes. Diferenças nas razões foliares de N/K, N/Mg, N/Ca, S/Ca, S/K e S/Mg entre as estações do ano e entre os locais de estudo em relação ao local de referência foram localizadas através de análise de variância não - paramétrica, seguida por teste de comparação múltipla. Além disso, realizou - se análise de componentes principais (ACP) para avaliar as respostas das variáveis biológicas (razões) em relação às variáveis ambientais (clima e poluição aérea) das espécies bioindicadoras expostas aos diferentes locais de exposição e estações do ano e determinar a influência de cada poluente e respectiva fonte (industrial, agrícola ou urbana) sobre o desenvolvimento de cada espécie avaliada.

## RESULTADOS

As análises nas plantas de goiabeiras evidenciaram que, entre as estações do ano, para as razões calculadas com N, os maiores valores foram estimados para o inverno/09 e somente a razão com K foi alterada nas plantas expostas no pólo industrial, quando comparadas às plantas que permaneceram na casa de vegetação. A ACP mostrou que as unidades amostrais de goiabeira distribuíram - se sazonalmente entre as variáveis ambientais e biológicas, não havendo distinção clara entre as áreas de exposição. As unidades amostrais do verão/10 foram mais influenciadas pela temperatura (T°), umidade relativa (UR) e razão S/Mg. O outono/10 e o inverno/09 associaram - se positivamente aos altos níveis de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e MP e às razões de N, bem como às razões S/Ca e S/K. Já as unidades amostrais da primavera/09 associaram - se às baixas razões entre o N e os demais nutrientes e aos altos valores de AOT40 (dose acumulada de ozônio). Assim como na goiabeira, as plantas de azevém apresentaram maiores valores para as razões com N, em especial no inverno/09. Nesta espécie, as unidades amostrais também distribuíram - se sazonalmente entre as variáveis ambientais e biológicas, não ocorrendo distinção entre as áreas de exposição. As unidades amostrais do inverno/09 associaram - se principalmente a SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e MP, e às razões com nitrogênio. Os valores de AOT40 foram altamente relacionados com as unidades amostrais da primavera/09. As demais unidades amostrais (verão/10 e outono/10) associaram - se mais aos fatores climáticos (T° e UR) e às razões com S. De modo geral, plantas de goiabeira e de azevém apresentaram tendências sazonais similares assim como o mesmo padrão de agrupamento entre as unidades amostrais e as variáveis analisadas. No inverno, caracterizado por menores índices pluviométricos e ocorrência de episódios de inversão térmica, registrou - se maior con-

centração de poluentes aéreos, exceto ozônio, e maior correlação entre estes e as razões nutricionais. Por estarem associadas ao NO<sub>2</sub>, é possível que as razões com N tenha como principal fonte este poluente. A região de estudo apresenta diversas fontes de NO<sub>2</sub>, como queimadas na região agrícola, emissões industriais e veiculares, sendo portanto, um poluente influente sobre as plantas expostas. Já a ausência de correlação entre as razões de S e o SO<sub>2</sub> atmosférico pode indicar fontes alternativas desse elemento na região. Ainda, as menores razões com enxofre podem refletir também maiores teores de Mg e Ca, talvez provenientes da agricultura.

## CONCLUSÃO

Foi constatado variações das razões nutricionais das plantas expostas à poluição atmosférica, sendo que as mesmas não apresentam ligação direta com a distribuição espacial das áreas metropolitanas de Campinas, possivelmente devido à grande influência de áreas agrícolas em muitos dos locais de estudo. Contudo foi possível relacioná - las com os diferentes poluentes amostrados e suas fontes de emissão. A concentração de poluentes na atmosfera é nitidamente afetada pelo clima, influenciando o balanceamento nutricional e apresentando maior correlação com o baixas temperaturas e baixas precipitações.

## REFERÊNCIAS

- CETESB. 2010. Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo. Série Relatórios. [www.cetesb.sp.gov.br/Ar/publicacoes.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/publicacoes.asp).
- De Temmerman L., Bell J.N.B., Garrec J.P., Klumpp A., Krause G.H.M., Tonnejck A.E.G. 2004. Biomonitoring of air pollution with plants considerations for the future. In: A. Klumpp, W. Ansel, G. Klumpp (eds.). Urban Air Pollution, Bioindication and Environmental Awareness. Cuvillier Verlag, Göttingen, pp. 337 - 373.
- Foyer C.H., Noctor G. 2005. Oxidant and antioxidant in plants: a re - evaluation of the concept of oxidative stress in a physiological context. *Plant, Cell and Environment* 28: 1056 - 1071.
- Moraes, R.M., Klumpp, A., Furlan, C.M., Klumpp, G., Domingos, M., Rinaldi, M.C.S. & Modesto, I. 2002. Tropical fruits trees as bioindicators of industrial air pollution in southeast Brazil. *Environment International* 28: 367-374.
- Sant'anna, S.M.R., Rinaldi M.C.S., Domingos, M. 2004. Biomonitoring of air pollution, in São Paulo city (Brazil), with *Lolium multiflorum* ssp. *italicum* "Lema". In: Urban Air Pollution, Bioindication and Environmental Awareness (A Klumpp, W Ansel & G Klumpp, eds.). Cuvillier Verlag, Göttingen, p. 303 - 307.